



19 décembre 2011

## RAPPORT

# Document d'orientation - Modèles de bilans hydrique et massique pour l'industrie minière

Présenté au :  
Gouvernement du Yukon, Environnement  
C.P. 2703  
Whitehorse (Yukon)  
Y1A 2C6

Attention : J. Richard Janowicz, gestionnaire, Section Hydrologie

RAPPORT

  
Un monde de  
possibilités  
à votre portée

Numéro de **projet** : 1114280024-001-R-Rev0-  
1000

**Distribution :**

4 exemplaires - Gouvernement du Yukon, Whitehorse  
2 exemplaires - Golder Associates Ltd., Whitehorse  
2 exemplaires - Golder Associates Ltd., Burnaby





## Sommaire

Tout projet minier doit comporter un plan de gestion des eaux qui permette 1) de garantir un volume suffisant d'eau disponible pour les opérations minières; 2) de confirmer que la capacité de l'infrastructure de gestion des eaux (bassins et retenues) de la mine est suffisante pour prendre en charge les débits et volumes prévus; 3) de moduler la quantité et la qualité chimique des effluents de façon à réduire au minimum les impacts sur le milieu récepteur; 4) d'élaborer des mesures d'atténuation et/ou de restauration destinées à réduire au minimum les impacts sur le milieu récepteur. Les modèles de bilans hydrique et massique propres à un site minier sont des outils précieux pour l'élaboration d'un plan de gestion des eaux. Le présent document vise à guider le développement de modèles intégrés, destinés à des mines dotées soit de parcs à résidus soit d'installations de lixiviation en tas. Il s'adresse aux responsables gouvernementaux et industriels et aux consultants du secteur minier, et traite des divers aspects du volet « ressources en eau » de la planification d'une mine. Son but est d'appuyer la conception et l'exploitation de la mine tout en protégeant l'environnement. Les thèmes abordés ici intéressent les projets miniers en général; on notera toutefois que le cadre réglementaire varie selon la région où la mine doit être construite.

Au Canada, les évaluations environnementales reliées au développement de projets miniers et à la gestion des ressources hydriques relèvent des gouvernements fédéral et provinciaux/territoriaux; de la même façon, les permis d'utilisation des eaux sont délivrés par des organismes de réglementation ou des offices des eaux relevant des diverses administrations publiques.

Le présent document d'orientation décrit les phases du cycle de vie des projets miniers, soit les phases initiales (exploration, étude de faisabilité et planification), les phases de développement (construction et exploitation), et les phases de fermeture et de restauration. Les phases initiales comportent les travaux sur le terrain et les études sur papier nécessaires à l'édification d'une base de données et de connaissances. Elles comprennent également la conception d'une infrastructure et d'un plan de gestion des eaux qui appuieront le développement du projet minier et le processus d'examen des demandes de licences et de permis. Le modèle intégré de bilans hydrique et massique propre au site doit être développé dès les phases initiales du projet. Ce modèle est essentiel pour démontrer que le plan de gestion des eaux assurera un approvisionnement adéquat en eau pour les opérations minières et une capacité suffisante pour les débits et les volumes prévus, qu'il réduira au minimum les impacts sur le milieu récepteur, et qu'il comportera des mesures pour limiter les impacts environnementaux. Les modèles de bilans hydrique et massique doivent prendre en compte tout le cycle de vie de la mine, du début de son développement jusqu'à une date assez éloignée dans le temps pour que le paysage restauré soit considéré autosuffisant, après la fermeture complète de la mine (phase post-fermeture). Le modèle simule le mouvement de l'eau dans les composantes de l'infrastructure de gestion des eaux et dans les aires opérationnelles, et calcule les charges déversées dans chaque composante.

Les modèles de bilans hydrique et massique pour l'industrie minière visent à aider les exploitants de mines à gérer les eaux de leur site minier, et les organismes de réglementation à contrôler la conformité aux règlements. Ces modèles sont souvent utilisés pour soupeser diverses options en matière de gestion des eaux, pour évaluer les composantes clés de l'infrastructure, et pour déterminer l'incertitude inhérente aux scénarios actuels et futurs de gestion des eaux. Les modèles déterministes font intervenir des paramètres fixes pour prévoir des moyennes de quantité et de qualité de l'eau, dans des scénarios précis (p. ex., cas extrêmes, analyses de sensibilité, changements climatiques). Les modèles probabilistes, qui peuvent servir aux analyses d'incertitude, font intervenir des variables aléatoires pour représenter explicitement l'incertitude et/ou la variabilité associée au



système modélisé. Ils indiquent la probabilité d'apparition d'un résultat. Voici les données d'entrée communes aux deux types de modèles :

- données sur les procédés miniers et l'exhaure (p. ex., plan de la mine, taux de production, caractéristiques de production);
- données physiques (p. ex., bassin hydrologique, topographie, utilisations du sol);
- données climatiques (p. ex., température, précipitations, neige au sol, évaporation);
- données hydrologiques (p. ex., coefficients d'écoulement, écoulement régional, régime des débits);
- données sur la qualité de l'eau (p. ex., série chronologique des concentrations ou des charges de tous les constituants de la qualité de l'eau, dans toutes les sources d'eau touchées par le développement de la mine).

Les données de sortie des modèles comprennent les débits, les volumes d'eau et les concentrations de constituants à des endroits choisis dans l'aire de développement de la mine, notamment aux points de rejet des effluents et dans le milieu récepteur. La qualité des effluents prévue par le modèle doit être mise en rapport avec les seuils fixés par la réglementation et les permis (c.-à-d., le *Règlement sur les effluents des mines de métaux*). Si nécessaire, des procédés d'atténuation ou de traitement seront modélisés et mis en œuvre pour améliorer la qualité des effluents. Par ailleurs, on doit mettre en rapport les concentrations prévues dans le milieu récepteur avec les concentrations naturelles et les seuils applicables (selon les lignes directrices ou les objectifs de protection de la vie aquatique ou de l'eau potable), pour déterminer les options acceptables en matière de gestion des eaux.

Des analyses de sensibilité et d'incertitude doivent être effectuées pour déterminer la variabilité potentielle des données de sortie « quantité et qualité de l'eau » des modèles, lorsqu'on modifie les données d'entrée. Le but est d'évaluer de façon prudente les impacts possibles du projet minier sur le milieu aquatique. Les analyses de sensibilité et d'incertitude peuvent aussi comprendre une évaluation des impacts des changements climatiques sur la quantité et la qualité de l'eau.

Deux matrices Excel génériques de modèles déterministes de bilans hydrique et massique sont jointes au présent document, une pour les mines avec parcs à résidus et une pour les mines avec installations de lixiviation en tas. Les matrices comprennent les éléments nécessaires au calcul des écoulements dans l'aire de développement minier et à la prévision de la qualité chimique de l'eau d'exhaure. **Il incombe à l'utilisateur de vérifier la validité du modèle pour le projet minier envisagé et d'apporter les changements nécessaires à la structure et aux équations du modèle pour les adapter à son projet. Golder ne peut être tenu responsable d'aucun bilan hydrique obtenu par quiconque à l'aide des matrices fournies.**

Les matrices proposées peuvent se révéler inaptes à modéliser tous les aspects de l'élaboration du bilan hydrique et du bilan massique d'une mine. Des simulateurs polyvalents peuvent offrir une interface davantage conviviale pour le développement d'un modèle, et comporter des fonctions supplémentaires suffisamment souples pour simuler et évaluer la performance de systèmes complexes de gestion des eaux. On trouvera plus loin des exemples de simulateurs offerts sur le marché.

Prévoir les débits d'effluents miniers et la qualité de l'eau dans le milieu récepteur peut nécessiter le recours à des modèles spécialisés, largement reconnus par les praticiens et testés par les experts. Ces modèles peuvent



aussi être nécessaires pour des composantes de l'infrastructure de gestion des eaux (c.-à-d., bassins de résidus de grande superficie et profonds, lacs miniers) qui ne sont pas toujours faciles à représenter à l'aide de modèles à tableur ou de simulateurs polyvalents. Le présent document d'orientation offre aussi des exemples de ces modèles spécialisés.



## Limites de l'étude

Golder Associates Ltd. (Golder) a rédigé ce document avec tout le sérieux et le professionnalisme normalement démontrés par les membres des professions du génie et des sciences qui exercent actuellement dans des conditions semblables, là où les services sont assurés, sous réserve des délais et des contraintes physiques applicables au présent document. Aucune garantie, expresse ou implicite, n'est donnée.

Le présent document, y compris tous les textes, données, tableaux, plans, figures, dessins, les matrices de modèles de bilans hydrique et massique et les autres documents qu'il contient, ont été préparés par Golder au seul bénéfice d'Environnement Canada et du gouvernement du Yukon. Il représente un avis professionnel de Golder, fondé sur les connaissances et les données disponibles au moment de sa rédaction. Golder décline toute responsabilité en cas d'utilisation non autorisée ou de modification du présent document. **Golder ne peut être tenu responsable des bilans hydrique et massique issus de l'utilisation par un tiers des matrices de modèle déterministe Excel fournies avec le présent document. Il incombe à l'utilisateur de vérifier la validité du modèle pour la mine envisagée et d'apporter les changements nécessaires à la structure et aux équations du modèle pour les adapter à son projet.** Toute utilisation du présent document par un tiers n'engage que la responsabilité de ce dernier.

Golder ne donne sa caution à aucun logiciel ou programme mentionné dans le document, qu'il soit du domaine public ou offert dans le commerce. Le cas échéant, ces produits ne sont mentionnés qu'à titre d'exemples d'outils pouvant servir à traiter des enjeux liés à la gestion des eaux dans les projets miniers.

Environnement Canada et le gouvernement du Yukon peuvent faire autant de copies du document qu'ils jugent raisonnablement nécessaires pour distribution aux parties menant des activités précisément liées, ou en appui, au contenu du document, ou en réponse à des demandes de renseignements et démarches réglementaires. Les supports électroniques sont sujets à des modifications non autorisées, à la détérioration et à l'incompatibilité de formats; par conséquent, nul ne doit se fier uniquement aux versions électroniques du présent document.

## Remerciements

Ce document a été rendu possible grâce à l'appui financier du gouvernement du Yukon et d'Environnement Canada. Il a été révisé par le personnel de ces deux organismes.



## Table des matières

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>i</b>
<b>LIMITES DE L'ÉTUDE</b> .....	<b>iii</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>iii</b>
<b>1.0 INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>2.0 CADRE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE</b> .....	<b>6</b>
2.1 Exigences fédérales .....	6
2.2 Exigences du Yukon .....	7
<b>3.0 PROJETS MINIERS</b> .....	<b>8</b>
3.1 Cycle de vie d'une mine.....	8
3.1.1 Exploration, étude de faisabilité et planification .....	9
3.1.2 Construction, exploitation, fermeture et restauration.....	10
3.2 Composantes de l'infrastructure de gestion des eaux .....	16
3.2.1 Apports d'eau et dérivations.....	17
3.2.2 Mine à ciel ouvert et installations souterraines.....	17
3.2.3 Dépôts.....	18
3.2.4 Système de circulation de la solution de lixiviation en tas.....	19
3.2.5 Aires de drainage minier et terrains perturbés pour la construction .....	19
3.2.6 Terrains restaurés.....	20
3.2.7 Aires de surveillance et de traitement .....	20
<b>4.0 MODÉLISATION DES BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE POUR L'EXPLOITATION MINIÈRE</b> .....	<b>22</b>
4.1 Paramètres généraux des modèles de bilans hydrique et massique.....	22
4.2 Données d'entrée .....	24
4.2.1 Procédés miniers et exhaure .....	24
4.2.2 Données physiques.....	25
4.2.3 Données climatiques.....	26
4.2.4 Données hydrologiques et hydrogéologiques .....	26
4.2.5 Données sur la qualité de l'eau .....	27
4.2.6 Incertitude liée aux données d'entrée .....	32



4.3	Données de sortie.....	32
4.4	Autres considérations relatives à la modélisation .....	35
4.4.1	Analyses de sensibilité et d'incertitude.....	35
4.4.2	Changements climatiques.....	37
<b>5.0</b>	<b>MODÈLES DÉTERMINISTES DE BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE À TABLEUR EXCEL .....</b>	<b>39</b>
5.1	Présentation et description des matrices, données climatiques .....	39
5.1.1	Principales hypothèses à la base du modèle à tableur Excel .....	39
5.1.2	Feuilles Introduction du modèle à tableur Excel.....	40
5.1.3	Description du modèle de bilan hydrique .....	40
5.1.4	Données climatologiques d'entrée .....	41
5.2	Mines à bassins de résidus .....	42
5.2.1	Données opérationnelles et écoulements associés au traitement du minerai.....	42
5.2.2	Débits associés aux précipitations .....	42
5.2.3	Débits d'évaporation, d'infiltration et autres débits.....	43
5.2.4	Bilan hydrique – Débits modélisés .....	43
5.2.5	Bilan massique – Qualité des effluents et des eaux réceptrices .....	43
5.3	Mines avec installations de lixiviation en tas.....	44
5.3.1	Données opérationnelles et écoulements associés au traitement du minerai.....	44
5.3.2	Débits associés aux précipitations .....	45
5.3.3	Débits d'évaporation, d'infiltration et autres débits.....	45
5.3.4	Bilan hydrique – Débits modélisés .....	46
5.3.5	Bilan massique – Qualité des effluents et de l'eau réceptrice .....	46
<b>6.0</b>	<b>SIMULATEURS POLYVALENTS POUR LA MODÉLISATION DES BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE .....</b>	<b>47</b>
6.1	Conceptualisation des éléments du modèle .....	47
6.2	Exemples de simulateurs.....	47
6.2.1	GoldSim .....	47
6.2.2	MATLAB Simulink .....	49
6.2.3	Stella.....	50
<b>7.0</b>	<b>MODÈLES SPÉCIALISÉS POUR LES EAUX.....</b>	<b>51</b>
7.1	Modèles hydrologiques et modèles de qualité de l'eau .....	51
7.2	Modèles hydrodynamiques.....	52



7.3 Modèles de mélange des effluents ..... 53

**8.0 CONCLUSION ..... 55**

**9.0 CLÔTURE ..... 56**

**RÉFÉRENCES ..... 57**

**FIGURES**

Figure 1 : Schéma conceptuel des sources de drainage, voies d'écoulement et points de rejet, pour les mines avec parcs à résidus (adapté de Price, 2009) ..... 11

Figure 2 : Schéma conceptuel des sources de drainage, voies d'écoulement et points de rejet, pour les mines avec installations de lixiviation en tas (adapté de Price [2009] et Van Zyl [1988]). ..... 12

Figure 3 : Production de séries chronologiques de concentrations générées aléatoirement à partir d'échantillons d'eau..... 29

Figure 4 : Méthode de prévision de la chimie d'échantillons de roches et de sols (adaptée de Price, 2009) ..... 31

Figure 5: Volume et niveau de l'eau dans un bassin à résidus à dépôt continu de résidus. .... 33

Figure 6: Série chronologique des concentrations prévues à un endroit choisi ..... 34

Figure 7: Distribution de fréquence des concentrations prévues à un endroit choisi ..... 34

Figure 8: Formulation d'une analyse d'incertitude ..... 36

Figure 9 : Plage de distribution de fréquence des concentrations prévues ..... 37

Figure 10 : Plage de distribution de fréquence des prévisions de concentration, compte tenu des effets des changements climatiques ..... 38

Figure 11 : Instantané d'écran de l'interface utilisateur GoldSim..... 48

Figure 12 : Instantané d'écran de l'interface utilisateur Simulink (système hydraulique)..... 49

Figure 13 : Instantané d'écran de l'interface utilisateur Stella (modélisation d'un bassin versant) ..... 50

**ANNEXES**

**ANNEXE A**

Bibliographie annotée

**Annexe b**

Feuilles d'entrée et de sortie de données des modèles de bilans hydrique et massique à tableur Excel pour mines avec bassins de résidus

**Annexe c**

Feuilles d'entrée et de sortie de données du modèle de bilans hydrique et massique à tableur Excel pour mines avec installations de lixiviation en tas

**Annexe D**

Conseils sur l'évaluation des impacts potentiels des changements climatiques futurs sur l'IMP et les PMP au Yukon, Canada



## Sigles

AADNC	Affaires autochtones et Développement du Nord Canada
ACB	Association canadienne des barrages
ACD	Accord-cadre définitif
AMC	Association minière du Canada
ATC	Association des transports du Canada
CCME	Conseil canadien des ministres de l'Environnement
CFPTEP	Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable
CPNY	Conseil des Premières nations du Yukon
DMA	Drainage minier acide
EC	Environnement Canada
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (États-Unis)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GY	Gouvernement du Yukon
IGR	Installation de gestion des résidus
JUS	Ministère de la Justice du Canada
LCEE	<i>Loi canadienne sur l'évaluation environnementale</i>
LCPE	<i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement</i>
LEESY	<i>Loi sur l'évaluation environnementale et socioéconomique au Yukon</i>
LEY	<i>Loi sur les eaux du Yukon</i>
LM	Lixiviation des métaux
LR	Lixiviat riche
MPO	Ministère des Pêches et des Océans du Canada; Pêches et Océans Canada
OEESY	Office d'évaluation environnementale et socioéconomique du Yukon
OEY	Office des eaux du Yukon
REMM	<i>Règlement sur les effluents des mines de métaux</i>
SEE	Suivi des effets sur l'environnement
WERF	<i>Water Environment Research Foundation</i> (États-Unis)



## 1.0 INTRODUCTION

La gestion de l'eau est une composante essentielle des opérations minières, car, d'une part, il faut prévenir les infiltrations d'eau pour avoir accès aux chantiers miniers (à ciel ouvert ou souterrains) et, d'autre part, les procédés d'extraction du minerai nécessitent généralement de l'eau. Il faut aussi gérer la quantité et la qualité chimique des effluents miniers rejetés dans l'environnement, car cette source d'eau peut avoir un effet néfaste sur le milieu récepteur et sur les utilisateurs d'eau en aval. Il est nécessaire de définir les conditions de base du milieu aquatique et d'évaluer les impacts du projet (quantité et qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, et habitats benthiques et aquatiques) dans la zone susceptible d'être touchée, aux fins de l'examen réglementaire et de l'octroi d'une licence et/ou d'un permis pour le projet. Ces études dépendent en partie du calcul de l'infrastructure de gestion des eaux et de l'élaboration des plans de gestion des eaux, qui visent à :

- garantir une quantité d'eau suffisante pour les opérations minières;
- confirmer que la capacité de l'infrastructure de gestion des eaux (bassins et retenues) est suffisante pour prendre en charge les débits et volumes prévus;
- gérer la quantité et la qualité chimique des effluents miniers rejetés dans l'environnement afin de réduire au minimum les impacts potentiels sur le milieu récepteur;
- élaborer des mesures d'atténuation et/ou de restauration pour réduire au minimum ou prévenir les impacts sur le milieu récepteur.

Le présent guide a pour but d'orienter le développement de modèles de bilans hydrique et massique destinés aux projets miniers au Canada, et plus particulièrement au Yukon. Dans le présent document, la modélisation des bilans hydrique et massique désigne la caractérisation de la quantité et de la qualité chimique des effluents miniers au cours de toutes les phases de la vie de la mine. Ces modèles servent d'appui à l'élaboration de plans de gestion des eaux pour un site minier. Le présent document est rédigé à l'intention des acteurs du gouvernement et de l'industrie, et des consultants du secteur minier. Il aborde divers aspects du volet « ressources en eau » du processus de planification d'une mine, cherchant à faire en sorte que les mines soient conçues et exploitées avec le souci de protéger l'environnement. Le contenu des sections 3 à 7 de ce document s'applique à toutes les régions du Canada.

L'absence de liens adéquats entre les formulations des modèles de bilans hydrique et massique a toujours été considérée comme une lacune majeure des plans de gestion visant l'évaluation de la quantité et de la qualité de l'eau dans les projets miniers. C'est pourquoi le présent document se penche avec attention sur le développement de modèles intégrés de bilans hydrique et massique, et donne des exemples de matrices Excel pour le développement de modèles préliminaires de bilans hydrique et massique. Une des matrices s'applique aux mines avec parcs à résidus, et l'autre, aux mines avec installations de lixiviation en tas. Bien sûr, une mine peut comprendre à la fois des parcs à résidus et des installations de lixiviation en tas; mais chaque matrice prend en compte un seul type d'installation.



La rédaction du présent document d'orientation et des matrices Excel s'est appuyée sur une recherche documentaire sur la gestion des eaux dans l'industrie minière. Pour connaître les publications consultées, on se reportera à l'annexe A.

## 2.0 CADRE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

La présente section résume la réglementation en vigueur au Canada concernant les évaluations environnementales liées à la mise en œuvre de projets miniers. Elle porte plus précisément sur la réglementation touchant les ressources en eau.

### 2.1 Exigences fédérales

Les organismes fédéraux qui participent habituellement aux processus et/ou aux comités d'examen prévus par la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE) sont Pêches et Océans Canada (MPO), Environnement Canada (EC), Ressources naturelles Canada (RNCan), Transports Canada (TC) et/ou Affaires autochtones et Développement du Nord Canada (AADNC). Au Yukon, l'Office d'évaluation environnementale et socioéconomique du Yukon (OEESY) administre le processus d'évaluation environnementale dont le but est d'évaluer les effets de projets nouveaux et existants, y compris les projets miniers, et d'autres activités menées au Yukon en vertu de la *Loi sur l'évaluation environnementale et socioéconomique au Yukon* (LEESY). Diverses lois fédérales sur l'évaluation environnementale régissent le processus d'EE dans les deux autres territoires. Les organismes fédéraux peuvent exprimer des avis et transmettre de l'information concernant les ressources en eau, en se fondant sur leurs réglementations respectives. Pour Environnement Canada, cette réglementation comprend, mais sans s'y limiter :

- La *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE, 1999) : cette loi vise la prévention de la pollution et la protection de l'environnement et de la santé humaine en vue de contribuer au développement durable. Des moyens sont prévus pour aider à atteindre cet objectif :
  - 1) l'élaboration de programmes de prévention de la pollution et de plans d'urgence environnementale;
  - 2) l'application, dans les milieux récepteurs d'effluents miniers, de seuils normalisés de concentrations des constituants de la qualité de l'eau, afin de protéger la vie aquatique (CCME, 2007) ou l'eau potable (CFPTEP, 2008).
- La *Loi sur les pêches* (JUS, 2010) : cette loi exige l'évaluation des impacts sur le poisson et sur l'habitat du poisson des changements de quantité d'eau dans le milieu aquatique récepteur. Ces dispositions de la loi visent la prévention de la pollution et la limitation des substances nocives pour le poisson. De plus, le *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (REMM) (EC, 2002), pris en vertu de la *Loi sur les pêches*, fournit un cadre juridique pour ce qui suit :
  - 1) la surveillance du débit et de la qualité des effluents des mines de métaux;
  - 2) la mise en œuvre d'études de surveillance des effets environnementaux (SEE) afin d'évaluer l'impact des effluents des mines de métaux sur les poissons et les communautés benthiques dans le milieu aquatique récepteur.



Le REMM établit des normes minimales nationales de performance environnementale auxquelles sont assujetties toutes les mines de métaux du Canada, et fournit des critères scientifiquement fondés pour évaluer la nécessité de mettre en place des mesures plus rigoureuses pour protéger le poisson, l'habitat du poisson et les pêcheries à un site donné (REMM-REIR).

## **2.2 Exigences du Yukon**

L'OEESY est le principal organe d'évaluation environnementale du Yukon. L'OEESY tire sa compétence sur les ressources en eau de la *Loi sur les eaux du Yukon* (LEY) (GTY, 2003), qui régleme l'utilisation des eaux dans le territoire. La LEY comporte des règlements précis concernant l'utilisation des eaux et/ou le rejet de déchets dans l'eau. La responsabilité de la LEY est répartie entre l'Office des eaux du Yukon (OEY) et des ministères territoriaux, soit Énergie, Mines et Ressources Yukon, et Environnement Yukon.

L'OEY est un office administratif indépendant établi en vertu de la LEY. L'OEY délivre des permis d'utilisation des eaux aux fins de projets miniers, en fonction de critères d'admissibilité (OEY, 2009). L'OEY ne peut délivrer de permis d'utilisation des eaux, ou fixer les conditions relatives à un permis, en contrevenant à un document de décision émis en vertu de la LEESY. Un promoteur qui demande un permis d'utilisation des eaux doit joindre à sa demande un document de décision émis en vertu de la LEESY.



### **3.0 PROJETS MINIERS**

La présente section décrit les phases du cycle de vie des projets miniers et les enjeux précis de gestion des eaux reliés à chaque phase. Elle décrit aussi les composantes de l'infrastructure de la mine et des terrains situés dans l'aire de développement de la mine susceptibles d'influer sur la gestion des eaux, notamment les sources d'eau et leur signature chimique.

#### **3.1 Cycle de vie d'une mine**

Le cycle de vie d'une mine décrit dans le *Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux* (EC, 2009) comprend les phases suivantes :

- 1) Exploration
- 2) Étude de faisabilité
- 3) Planification
- 4) Construction
- 5) Exploitation
- 6) Fermeture et restauration

Les phases 1 à 3 sont constituées d'activités sur le terrain et d'études sur papier destinées à édifier la base de données et de connaissances sur le site du projet minier et la région environnante. Elles comportent la conception de l'infrastructure de gestion des eaux ainsi que l'élaboration d'un programme de gestion des eaux et de modèles de bilans hydrique et massique. Ces derniers sont nécessaires pour appuyer la mise en œuvre des projets miniers et les processus d'examen préalables à l'attribution des licences et permis. Les phases 1 à 3 sont brièvement exposées à la section 3.1.1.

Les phases 4 à 6 comprennent les activités de construction et d'exploitation de la mine menées dans les limites de l'empreinte de la mine. Les programmes de gestion des eaux s'appliquent à la période où ces phases ont lieu. Les phases 4 à 6 sont exposées en détail à la section 3.1.2.

Les phases peuvent se chevaucher pendant tout le cycle de vie de la mine. Ainsi, l'exploration, l'étude de faisabilité et la planification peuvent porter sur des gisements situés dans des aires adjacentes au site de construction, d'exploitation et de restauration d'une mine existante. Une planification, une revue et une mise à jour continues des programmes de gestion s'imposent tout au long des phases de construction, d'exploitation et de fermeture/restauration des sites miniers existants, afin de préciser les plans établis antérieurement, à la lumière de nouvelles observations des conditions sur le terrain. La fermeture et la restauration seront toujours les dernières phases du cycle de vie d'un site minier.



### **3.1.1 Exploration, étude de faisabilité et planification**

Le premier objectif de la phase d'exploration est de localiser les zones minéralisées, puis de déterminer la quantité et la qualité de l'éventuel minerai, et la géométrie du gisement minéral. En supposant que la quantité et la qualité du minerai potentiel soient suffisantes pour justifier une étude de faisabilité, les données recueillies pendant la phase d'exploration serviront à élaborer un plan préliminaire de la mine, à concevoir les procédés de traitement du minerai et à estimer les coûts de construction et d'exploitation de la mine. L'évaluation préliminaire des enjeux liés aux ressources hydriques devrait débiter dès la phase d'exploration, et comprendre :

- 1) des levés géochimiques, soit le prélèvement d'échantillons de roches et de sols à soumettre à des analyses chimiques;
- 2) la détermination des bassins-versants, des cours d'eau et des lacs susceptibles d'être touchés par la construction de la mine;
- 3) la localisation et la caractérisation du pergélisol;
- 4) des levés hydrogéologiques, y compris le forage de puits de surveillance, pour déterminer les caractéristiques de base des eaux souterraines, comme la profondeur de la nappe phréatique et des conditions artésiennes;
- 5) l'installation d'une station météorologique qui aidera à caractériser le régime climatique local;
- 6) le repérage des sources d'eau potentielles (de surface et souterraines), pour les activités minières;
- 7) l'installation de stations hydrométriques pour caractériser la quantité des eaux de surface;
- 8) le lancement de programmes d'échantillonnage de l'eau pour établir la chimie des sources d'eau.

La phase de l'étude de faisabilité comprend l'évaluation des réserves minérales et de la rentabilité de la mine (rendement du capital investi), à la lumière de considérations techniques, juridiques et économiques. Cette phase comprend aussi le choix des méthodes d'extraction du minerai et de gestion des résidus, en fonction d'impératifs de sécurité, de critères économiques, de divers aspects pratiques et de considérations environnementales. La phase d'étude de faisabilité doit aussi comporter les travaux suivants :

- 1) caractérisation des conditions climatiques, hydrométriques, hydrogéologiques, de la température du sol et de la qualité de l'eau dans l'aire de développement de la mine, d'après les travaux réalisés sur le terrain et les données disponibles concernant le site, la zone environnante et la région;
- 2) estimation du potentiel de drainage minier acide (DMA) et de lixiviation des métaux (LM) à partir des levés géochimiques exécutés dans l'aire de développement de la mine, notamment ceux réalisés pendant la phase d'exploration et ceux menés expressément aux fins de l'étude de faisabilité, et des autres levés existants concernant la région;
- 3) conception de l'infrastructure de gestion des résidus et de l'eau, au niveau de détail correspondant à une étude de faisabilité;
- 4) élaboration d'un bilan hydrique au niveau de détail d'une étude de faisabilité (à cette étape, il s'agit habituellement d'un bilan hydrique moyen mensuel ou annuel, de type déterministe).



La phase d'étude de faisabilité sert à combler le manque de connaissance des effets du projet sur les ressources hydriques, pour mieux concevoir les programmes sur le terrain destinés à caractériser les conditions de base des eaux de surface et des eaux souterraines. La fréquence des contrôles réalisés dans le cadre de ces programmes variera en fonction des besoins du projet, mais ceux-ci doivent être suffisants pour combler toutes les lacunes dans les données. L'évaluation des impacts potentiels du projet sur l'environnement nécessitera l'utilisation de ces données de base à la phase de planification.

La phase de planification consiste à planifier en détail tout ce qui a trait à la mine, y compris les procédés d'extraction et de séparation du minerai, et de traitement des résidus, les besoins du site en infrastructures, les calendriers de construction et de mise en service des installations, et toute la planification liée aux aspects environnementaux de l'exploitation. Ces données sont nécessaires pour appuyer les processus d'examen aux fins de l'attribution des licences et permis. La phase de planification comporte le développement de modèles intégrés de bilans hydrique et massique, qui englobe les phases de construction, d'exploitation, de fermeture et restauration. Les modèles de bilans hydrique et massique doivent démontrer que le plan de gestion des eaux :

- 1) fournit toute l'eau nécessaire aux opérations minières;
- 2) assure la capacité nécessaire pour traiter les débits et volumes prévus;
- 3) permet de gérer la quantité et la qualité chimique des effluents miniers, de manière à réduire au minimum les impacts potentiels sur le milieu récepteur;
- 4) comporte des mesures d'atténuation, d'assainissement ou de compensation permettant de réduire au minimum ou de prévenir les impacts sur le milieu récepteur.

### **3.1.2 Construction, exploitation, fermeture et restauration**

Les phases de construction, d'exploitation, de fermeture et de restauration sont constituées des activités de développement et d'exploitation menées à l'intérieur de l'empreinte de la mine. Les modèles de bilans hydrique et massique doivent s'appliquer à toute la période allant du début de ces activités jusqu'à la fermeture définitive de la mine et la restauration du site.

Deux matrices Excel de modèles de bilans hydrique et massique ont été élaborées (section 5) en marge du présent document, une pour les mines avec parcs à résidus et une pour les mines avec installations de lixiviation en tas. Les procédés de valorisation des résidus comprennent le broyage du minerai en de fines particules, suivi de réactions chimiques menant à l'extraction de la ressource. Dans le cas des installations de lixiviation en tas, le procédé de valorisation consiste à arroser un amas de minerai avec une solution chimiquement réactive pour recueillir la ressource dans un lixiviat riche (LR), avant d'extraire la ressource du lixiviat. Ces procédés comportent différentes utilisations des eaux et activités de recyclage; ils influent donc sur les bilans hydrique et massique de la mine. Les figures 1 et 2 sont des schémas conceptuels des sources de drainage, des voies d'écoulement et des points de rejet potentiels auxquels on peut s'attendre dans des aires chevauchantes de construction, d'exploitation et de restauration, pour des mines respectivement dotées de parcs à résidus et d'installations de lixiviation en tas. Certes, il se peut qu'une mine soit dotée de parcs à résidus et d'installations de lixiviation en tas, mais chaque matrice tient compte d'un seul type d'installation.



## MODÈLES DE BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE GOUVERNEMENT DU YUKON ET ENVIRONNEMENT CANADA

Dans les figures 1 et 2, l'eau qui n'entre pas en contact avec les procédés miniers ou de construction (c.-à-d. l'eau « sans contact »), et l'eau qui ne provient pas de terrains touchés par les procédés miniers ou de construction, seraient normalement dérivées, dans la mesure du possible, et rejetées directement dans le milieu récepteur environnant. L'eau de toutes les autres voies d'écoulement (y compris l'eau souterraine) illustrées dans les figures 1 et 2 est normalement échantillonnée, analysée et traitée, au besoin, avant d'être rejetée dans le milieu récepteur.

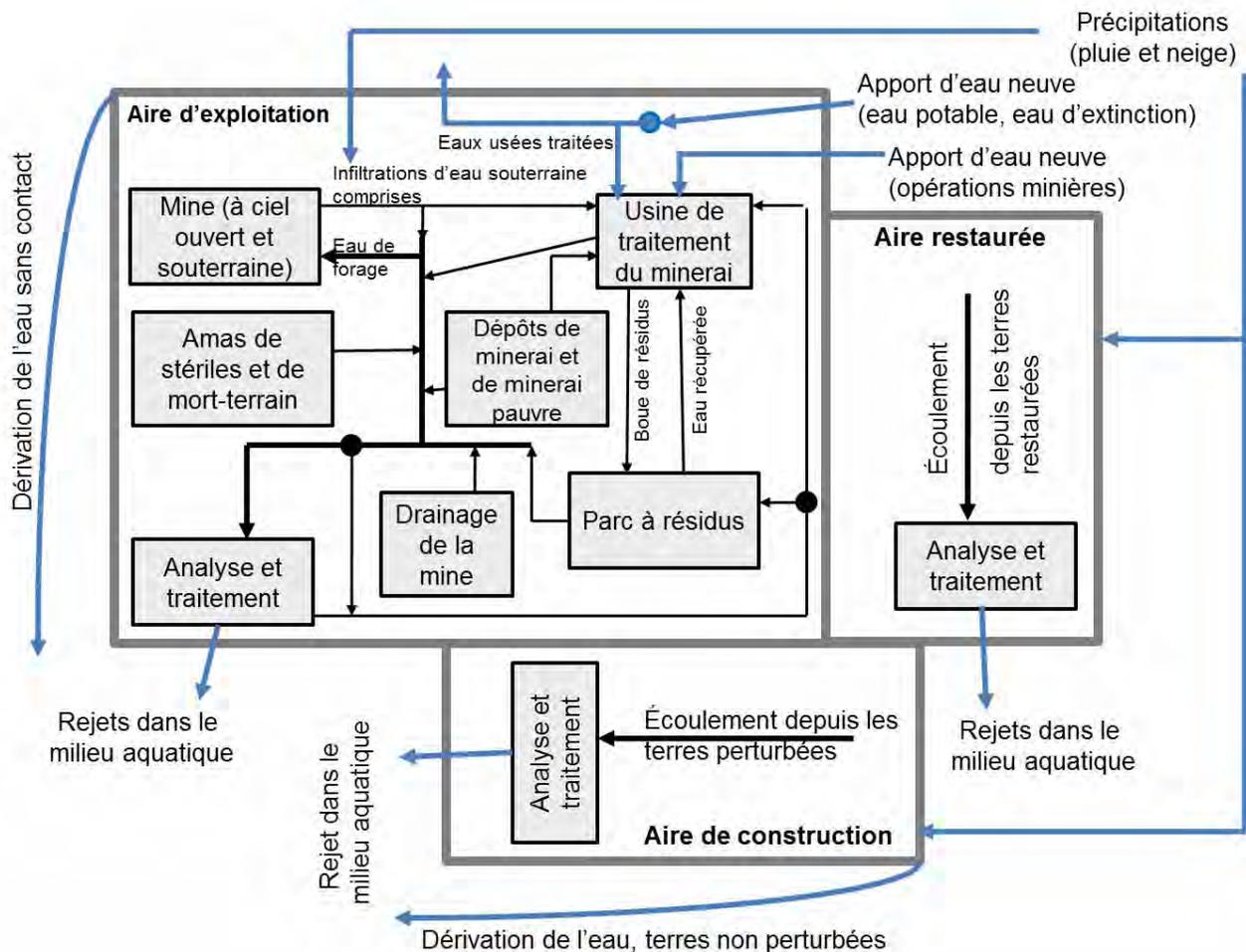


Figure 1: Schéma conceptuel des sources de drainage, voies d'écoulement et points de rejet, pour les mines avec parcs à résidus (adapté de Price, 2009)

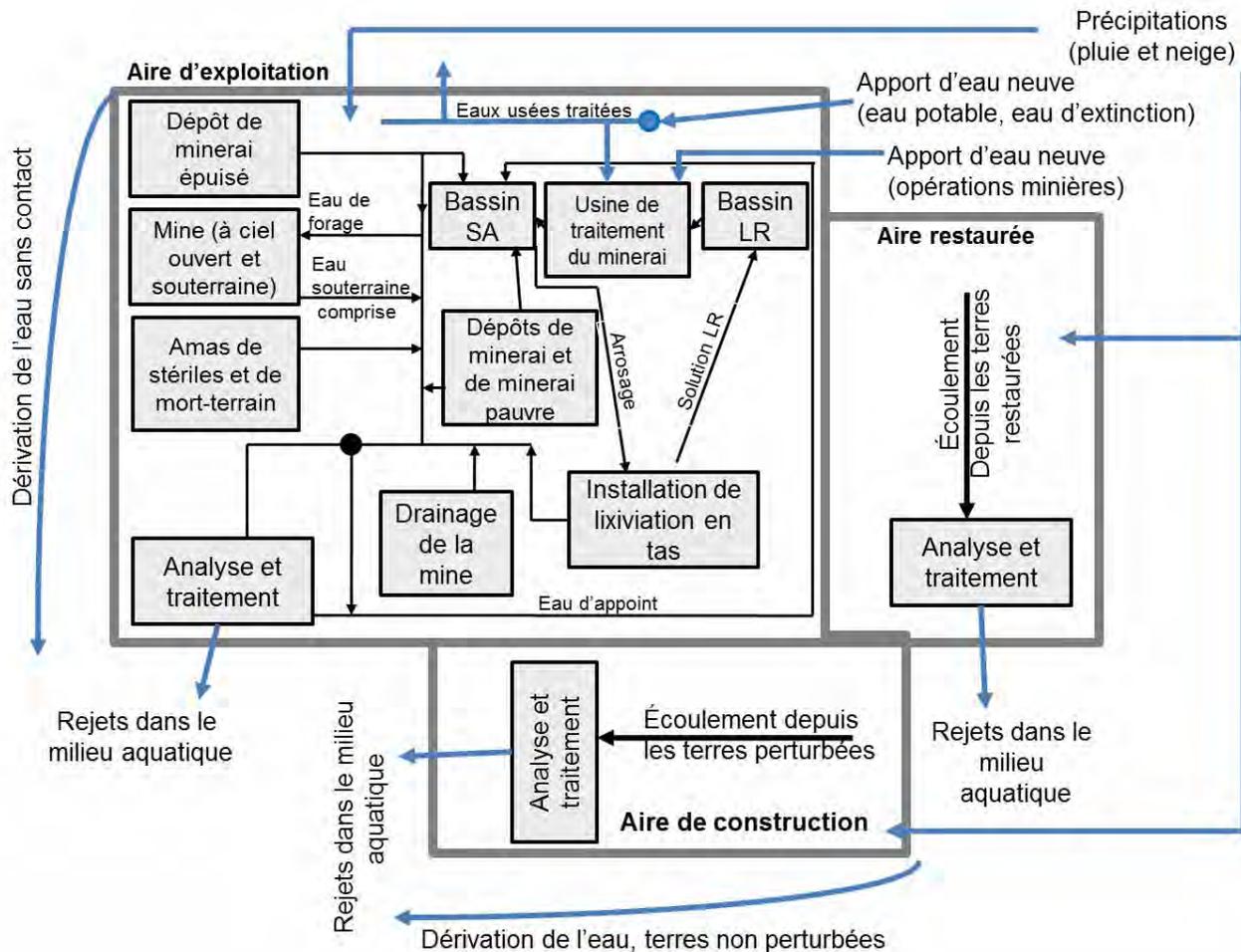


Figure 2: Schéma conceptuel des sources de drainage, voies d'écoulement et points de rejet, pour les mines avec installations de lixiviation en tas (adapté de Price [2009] et Van Zyl [1988]).

Les modèles de bilans hydrique et massique servent à simuler le mouvement de l'eau dans les composantes de l'infrastructure de gestion des eaux pendant les phases de construction, d'exploitation, de fermeture et de restauration, d'après les exigences de capacité d'adduction et de retenue déterminées au cours de la conception. Normalement, la conception de l'infrastructure de gestion des eaux et le développement des modèles de bilans hydrique et massique doivent progresser en parallèle.

On trouvera ci-après de plus amples détails sur les phases et les aires de construction, d'exploitation et de restauration, de même qu'une discussion des exigences relatives au suivi des conditions météorologiques et de la quantité et de la qualité de l'eau.



## **Construction**

La phase de construction est la période pendant laquelle l'infrastructure de la mine (infrastructure de gestion des résidus et des eaux, usines de traitement, ateliers/entrepôts, logements et bureaux) est mise en place. Elle peut comprendre des travaux préliminaires de décapage du mort-terrain, dans le cas d'une mine à ciel ouvert (surtout si le mort-terrain est utilisé pour la construction), l'aménagement de sites d'emprunt ou de carrières et/ou la construction de puits/rampes d'accès souterrains et d'installations de surface pour les mines souterraines. L'aire de construction est constituée de terrains où aucune activité d'extraction n'a lieu. Les exigences liées au traitement de l'eau provenant de cette aire peuvent donc être différentes de celles qui s'appliquent à l'eau provenant de la zone d'exploitation. Une aire de construction devient une aire d'exploitation lorsque les activités d'extraction débutent.

L'infrastructure de gestion des eaux aménagée pendant la phase de construction peut comprendre des fossés, des ponceaux, des ponts et des canalisations pour des systèmes de dérivation et d'adduction d'eau dans les terrains perturbés. Des bassins opérationnels (p. ex., albraques de chantier, bassins d'eau douce, parcs à résidus, cellules de lixiviation en tas, bassins d'eau de procédé et haldes à stériles) et des bassins de traitement (p. ex., bassins de sédimentation et de polissage) peuvent aussi être aménagés. Des composantes d'infrastructure temporaires, qui ne seront utilisées que pendant la phase de construction, seront vraisemblablement conçues en fonction d'une période relativement courte de récupération de l'investissement, conformément aux pratiques exposées dans les *Land Development Guidelines for the Protection of Aquatic Habitat* (en anglais seulement) (MPO, 1993), par exemple. À l'inverse, les composantes de l'infrastructure destinées à demeurer en place pendant l'exploitation de la mine seront conçues en fonction d'une période de récupération de l'investissement comparativement plus longue, établie selon des évaluations du risque exposées dans les Directives pour la sécurité des barrages (ACB, 2007).

Normalement, l'écoulement provenant des terrains non perturbés est dérivé vers les aires de construction, dans la mesure du possible (figure 1), pour réduire au minimum la quantité d'eau à traiter. Il est impératif, néanmoins, d'avoir en place un programme de suivi de la quantité et de la qualité de l'eau (EC, 2002 et 2009), afin de mesurer les impacts des activités de construction, et de déterminer en conséquence les changements à apporter aux procédés de traitement. Aussi, la dérivation ou toute autre modification d'un cours d'eau nécessite des autorisations réglementaires; il y a lieu, également, d'établir des critères de conception et de prévoir la surveillance des travaux ainsi que, parfois, une compensation, selon la morphologie du cours d'eau et la valeur de l'habitat du poisson.

Les matières solides en suspension sont habituellement la principale menace à la qualité de l'eau dans les aires de construction. Des pratiques de gestion exemplaires (ATC, 2005) doivent être adoptées pour lutter contre l'érosion et limiter la production de sédiments. À cet égard, il y a lieu d'envisager le recours à des bassins de sédimentation pour traiter l'eau chargée de sédiments avant de la rejeter dans l'environnement. Il y a lieu également, lors des phases d'étude de faisabilité et de planification d'un projet, de caractériser tout le matériau que l'on prévoit excaver (p. ex., matériau d'emprunt, stériles utilisés pour la construction ou évacués vers des haldes de stériles) ou perturber pendant la construction (p. ex., matériau résultant de l'excavation de larges tranchées routières donnant accès au chantier, matériau de remblai, perturbation du terrain) selon son potentiel de DMA/LM (EC, 2009). Il est alors possible de quantifier la contribution chimique résultante au système de gestion des eaux, afin de déterminer les autres options de traitement nécessaires, en plus de la sédimentation.



## **Exploitation**

La phase d'exploitation est la période où ont lieu les opérations minières proprement dites : extraction et traitement du minerai, gestion des déchets miniers (résidus, installation de lixiviation en tas, stériles). L'aire d'exploitation comprend les terrains sur lesquels sont réalisées les opérations minières. Les aires de construction et de restauration peuvent aussi être considérées comme incluses dans l'aire d'exploitation si leurs eaux sont dirigées vers les installations d'analyse et de traitement de l'aire d'exploitation.

Dans la mesure du possible, il y a lieu de détourner de ces installations l'eau qui s'écoule des terrains non perturbés situés à l'intérieur de l'aire d'exploitation ou définis dans celle-ci (c.-à-d. l'eau sans contact), afin de réduire au minimum la quantité d'eau à analyser et, éventuellement, à traiter. Quant à l'eau de contact, elle est dirigée d'emblée vers une installation d'analyse et de traitement (figure 1). À l'instar des aires de construction, les aires d'exploitation doivent être dotées d'un programme de surveillance de la quantité et de la qualité de l'eau (EC, 2002 et 2009), qui surveillera les effets des opérations minières et déterminera les modifications à apporter aux procédés de traitement, au besoin.

Les charges chimiques découlant des procédés miniers (c.-à-d. que l'on trouve dans l'eau de contact) et introduites dans l'infrastructure de gestion des eaux proviennent de diverses sources : mines (à ciel ouvert et souterraines), dépôts de minerai et de minerai pauvre, haldes de stériles et amas de mort-terrain, résidus, usine de traitement du minerai et drainage des autres aires de la mine (routes et diverses infrastructures minières). Ces charges dépendent des apports d'eau (c.-à-d. précipitations directes, écoulements de surface, eaux souterraines) et des caractéristiques des matériaux avec lesquels l'eau est entrée en contact. L'eau douce qui alimente les procédés miniers contribue aussi aux charges chimiques. Toutes ces sources sont décrites en détail à la section 3.2.

L'infrastructure de gestion des eaux de l'aire d'exploitation doit être conçue d'après des périodes de récupération de l'investissement établies à partir d'évaluations du risque (ACB, 2007). Comme dans la phase de construction, les modèles de bilans hydrique et massique serviront à simuler le mouvement de l'eau dans les composantes de l'infrastructure de gestion des eaux; ils doivent être développés en parallèle avec les travaux de conception. Il faut aussi incorporer aux modèles des données sur l'exploitation, l'entretien et la surveillance de ce qui suit :

- principaux bassins (p. ex., réservoirs d'eau douce et d'eau de procédé);
- bassins secondaires (p. ex., bassins déversoirs d'orage, bassins de captage);
- bassin de récupération de l'installation de gestion des résidus (IGR);
- installations de lixiviation en tas et bassins connexes de lixiviat riche (LR) et de solution appauvrie (SA).

On peut trouver des lignes directrices pour l'élaboration de manuels d'exploitation, d'entretien et de surveillance des grandes infrastructures de gestion des eaux des mines dans les Directives pour la sécurité des barrages (ACB, 2007), dans le guide de gestion des parcs à résidus de l'Association minière du Canada (AMC, 1998) ainsi que dans le document du même organisme concernant l'élaboration d'un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance d'installations de gestion des résidus et des eaux (AMC, 2005).



### ***Fermeture et restauration***

La phase de fermeture et de restauration correspond à la période où les activités minières ont cessé à jamais. L'aire restaurée doit comprendre des éléments de paysage et de drainage conçus pour être permanents. Ces éléments doivent être analogues au paysage et aux systèmes de drainage naturels en ce qui a trait à leur stabilité dynamique, à leur robustesse, à leur longévité et à leurs mécanismes autoréparateurs. Une aire restaurée peut consister en une aire de drainage autonome, dotée de sa propre installation d'analyse et de traitement (au besoin), distincte de celle des aires d'exploitation (figure 1). À terme, toutes les aires de construction et d'exploitation doivent être converties en aires restaurées.

Les sources de charges chimiques sont les mêmes dans les aires restaurées que dans les aires d'exploitation, à ceci près que les mesures de restauration, comme la remise en végétation, le recouvrement du mort-terrain/des stériles, l'installation de membranes ou la décontamination peuvent réduire ces charges. On doit donc tenir compte des effets de ces mesures dans le développement des modèles de bilans hydrique et massique pour simuler adéquatement la quantité et la qualité chimique de l'eau rejetée dans le milieu pendant la fermeture et la restauration.

Même si les procédés de traitement peuvent changer au fil du temps, il reste qu'il est bon de doter l'aire restaurée d'une installation de surveillance et de traitement. En effet, il se peut qu'au début de la phase de fermeture, un traitement actif soit nécessaire, mais qu'il puisse être ensuite remplacé par des procédés de traitement passifs, comme des milieux humides ou des lacs artificiels issus de la transformation de mines à ciel ouvert ou de bassins de résidus, pour donner un paysage et un système de drainage durables.

Le programme de surveillance de la quantité et de la qualité de l'eau mis en œuvre pour les phases de construction et d'exploitation sera également nécessaire lors de la fermeture et de la restauration. Mais ce programme peut être graduellement modifié (ce qui comprend son élimination progressive) et, à terme, complètement abandonné s'il est démontré que la qualité chimique de l'eau évacuée depuis les aires restaurées satisfait aux critères de rejet (établis pour la phase post-fermeture).

### ***Activités de surveillance, de la construction à la fermeture et à la restauration***

Il est nécessaire de colliger des données à partir de la phase d'exploration jusqu'à la phase de planification pour établir les conditions de base du milieu aquatique et de l'environnement susceptibles d'être touchés par le projet minier (EC, 2009). Les données ainsi colligées aideront à évaluer les impacts du projet minier, conformément à la LEESY, et à établir les conditions de délivrance des permis d'utilisation des eaux pour l'exploitation de la mine (et les critères de rejet des effluents). Cette surveillance des conditions de base comportera des mesures de la quantité et de la qualité de l'eau, de même que la mesure des variables météorologiques locales.

La surveillance de la quantité de l'eau est également nécessaire pendant les phases de fermeture et de restauration : il s'agit de mesurer les débits ou volumes d'eau rejetés dans le milieu aquatique depuis tous les points de rejet. Il est également nécessaire de surveiller les écoulements dans l'environnement aquatique afin d'évaluer ou de prévoir la qualité de l'eau réceptrice. La surveillance des quantités d'eau doit commencer au début de la phase d'étude de faisabilité, au plus tard, et se poursuivre pendant la phase de construction jusqu'à la fermeture et la restauration. La surveillance de la qualité de l'eau suppose la prise périodique de mesures sur le terrain et le prélèvement d'échantillons d'eau pour l'analyse des constituants de la qualité de l'eau. Les séries de paramètres à inclure dans l'analyse et la fréquence de ces analyses seront établies dans le permis



d'utilisation des eaux délivré par l'OEY. Elles varieront d'une phase à l'autre du cycle de vie de la mine (c.-à-d. de la construction à la fermeture et à la restauration), selon l'évaluation des impacts environnementaux effectuée au cours des processus d'examen aux fins de la délivrance des licences et permis.

Le plan de surveillance de la quantité et de la qualité de l'eau, élaboré pendant les phases d'étude de faisabilité et de planification, est conçu pour permettre l'évaluation de tous les points de rejet et du milieu aquatique récepteur. Le plan doit définir les endroits où aura lieu la surveillance, la fréquence de cette surveillance, les paramètres d'analyse et la méthode d'échantillonnage. L'échantillonnage peut être manuel ou faire appel à des dispositifs automatiques, comme, par exemple, des transducteurs de pression, des sondes de conductivité, etc.

Selon les endroits de la mine où sera effectuée la surveillance, il sera plus ou moins facile pour les responsables de la mine d'exploiter l'infrastructure de gestion des eaux. Il est recommandé de mesurer les débits, les volumes et/ou les niveaux d'eau à des endroits intermédiaires (p. ex., bassins de LR, bassins de SA, bassins de résidus, bassins d'eau de traitement et circuits de pompage d'eau douce et d'eau récupérée) sur le site minier, afin d'appuyer les décisions et les opérations de gestion des eaux sur le site, et la validation des modèles de bilans hydrique et massique.

Outre la surveillance de la quantité et de la qualité de l'eau, la mesure des variables météorologiques, de la construction à la fermeture et à la restauration, est essentielle aux opérations de gestion des eaux et à la validation des modèles de bilans hydrique et massique. De fait, au moins une station météorologique doit être installée sur le site, et le plus tôt possible pendant les phases d'exploration ou d'étude de faisabilité. Celle-ci doit pouvoir mesurer la température, l'humidité, les précipitations de pluie et de neige, la neige au sol, la vitesse et la direction du vent, l'évaporation-bac et le rayonnement. Il est également recommandé de procéder à des relevés nivométriques pour estimer la densité de la neige et son équivalent en eau.

Les données climatiques propres au site servent à caractériser les effets des conditions atmosphériques sur l'infrastructure de gestion des eaux de la mine, notamment les apports en eau (p. ex., chutes de pluie) et les pertes d'eau (p. ex., par évaporation et sublimation). Soit ces données sont entrées directement dans les modèles de bilans hydrique et massique (p. ex., chutes de pluie), soit elles contribuent au développement des données d'entrée destinées au modèle (p. ex., données sur la température de l'air, les chutes de neige et la neige au sol qui permettent d'estimer l'eau résultant de la fonte de la neige par la méthode des degrés-jours; ou données sur l'humidité, la vitesse du vent et le rayonnement qui permettent d'estimer l'évaporation et la fonte de la neige à partir de modèles de bilan énergétique). Les épisodes extrêmes de chute de pluie, de pluie sur neige et de vent, eux aussi déterminés à partir des données climatiques, servent à la conception de l'infrastructure de gestion des eaux.

### **3.2 Composantes de l'infrastructure de gestion des eaux**

La présente section décrit brièvement les composantes de la gestion des eaux dans les aires de construction et d'exploitation et dans les aires restaurées montrées aux figures 1 et 2. Une attention particulière est apportée à ces composantes en tant que sources de charges chimiques.



### 3.2.1 Apports d'eau et dérivations

Les apports d'eau à l'usine de traitement du minerai, pendant l'exploitation, peuvent provenir des eaux de surface ou des eaux souterraines, et/ou de la dérivation d'eau sans contact provenant des aires d'exploitation ou des terrains non perturbés. Quoi qu'il en soit, toute cette eau est puisée dans l'environnement existant. La signature chimique de ces écoulements devrait être semblable à la signature chimique déterminée lors de la caractérisation de l'environnement de base (phases d'étude de faisabilité et de planification). L'eau qui alimente l'usine de traitement constitue une charge chimique qui influera sur la chimie de l'eau en circulation dans l'aire d'exploitation du site minier.

Comme il a déjà été noté, des pratiques de gestion exemplaires (ATC, 2005) permettant de lutter contre l'érosion et de limiter la production de sédiments doivent être prises en compte dans la conception et la mise en œuvre de canaux de dérivation afin de réduire au minimum la mobilisation et le rejet de matières solides en suspension dans le milieu récepteur.

### 3.2.2 Mine à ciel ouvert et installations souterraines

Une mine à ciel ouvert et des installations souterraines sont des lieux excavés, comme le sont les carrières et les bancs d'emprunt, pendant la phase de construction. Les caractéristiques des surfaces rocheuses et des sols mis à nus pendant l'excavation influent directement sur les charges chimiques de l'eau provenant de ces zones. Ces surfaces jusque-là non exposées peuvent être sujettes à une altération physique et chimique, comme une oxydation suivie de la mobilisation des résidus métalliques oxydés par l'écoulement de surface ou les infiltrations souterraines. Des particules fines (c.-à-d. des matières solides en suspension) produites par les travaux d'excavation peuvent aussi être mobilisées par le drainage des eaux.

La signature chimique de l'eau provenant de lieux excavés dépend des propriétés géochimiques du matériau dont sont constituées les formations rocheuses et les sols excavés. Cette signature est normalement établie au moment des levés et analyses géochimiques exécutés pendant les phases d'exploration, d'étude de faisabilité et de planification, à l'aide des échantillons de sol et de roches prélevés dans la zone de la mine. Voici d'autres facteurs qui peuvent avoir un effet important sur la signature chimique de ces sources d'eau :

- Remblayage : quel que soit le matériau utilisé pour remblayer des lieux excavés, il constitue une source de charge chimique. La signature chimique est alors établie à partir de l'échantillonnage du matériau de remblai et des analyses géochimiques subséquentes.
- Dynamitage : le matériau de dynamitage (c.-à-d. nitrate d'ammonium) utilisé dans les lieux d'excavation peut produire des résidus de composés d'azote (c.-à-d., ammoniac, nitrate et nitrite). Ces résidus peuvent être mobilisés par le drainage de l'eau dans ces zones. Leur quantité dépendra des méthodes dynamitage et de l'efficacité de celles-ci.
- Eaux souterraines : l'arrivée d'eaux souterraines dans le lieu excavé, la mine à ciel ouvert ou les chantiers souterrains peut aussi avoir un effet sur la qualité globale de l'eau se trouvant dans ces installations. La qualité de l'eau souterraine de la région est habituellement caractérisée pendant les phases d'exploration, d'étude de faisabilité et de planification du projet. Un examen plus poussé peut être nécessaire pour déterminer les impacts de l'exhaure de la mine à ciel ouvert ou de la dérivation des arrivées d'eau dans la mine, opérations qui ont pour effet d'abaisser la nappe phréatique à proximité de la mine.



### **3.2.3 Dépôts**

Des dépôts de matériaux caractérisent les diverses phases d'un projet minier, voire les chevauchent (c.-à-d. de l'exploration à la construction, et de l'exploitation à la fermeture et la restauration). Quel que soit le type de matériau, sa charge chimique dépend de sa provenance (p. ex., de l'aire actuelle de la mine, d'anciennes aires d'exploration, etc.) et de l'âge du dépôt. Les analyses géochimiques doivent tenir compte de ces deux facteurs dans l'évaluation des charges chimiques susceptibles de provenir d'un dépôt. Il peut aussi être intéressant d'examiner les volumes d'eau qui s'infiltrent dans les dépôts et ceux qui s'exfiltrent de leur base. On trouvera ci-après la description de plusieurs types de dépôts.

#### ***Stériles et mort-terrain***

Les stériles et le mort-terrain sont des matériaux provenant d'aires excavées, dont la teneur en substances utiles (c.-à-d. hydrocarbures solides, métaux et minéraux) est trop faible pour qu'il soit économiquement rentable de les traiter. Ces matériaux sont habituellement mis en tas sur le site en vue d'un entreposage à long terme et/ou d'une réutilisation lors de la fermeture de la mine et de la restauration du site. Les charges chimiques résultant de l'écoulement de surface et du lixiviat des dépôts de stériles et de mort-terrain dépendent des propriétés géochimiques du matériau et de l'âge du dépôt. Certaines caractéristiques physiques sont aussi à prendre en compte lorsqu'il s'agit de prévoir la signature chimique de l'eau drainée des dépôts (Price, 2009) :

- la surface de matériaux exposés à l'altération physique et chimique;
- la granulométrie du matériau (accès à des minéraux réactifs);
- l'édification du dépôt, et les caractéristiques structurales qui en découlent (méthode de mise en tas, tri en fonction de la granulométrie, surface exposée à l'altération, conductivité hydraulique);
- fragmentation et migration des particules pendant et après la mise en tas;
- caractéristiques hydrologiques, comme la quantité des précipitations, l'infiltration et la conductivité hydraulique;
- les mesures d'atténuation, comme la mise en place de membranes imperméables.

#### ***Minerai et minerai pauvre***

Le minerai est le matériau provenant des lieux excavés dont la teneur en substances utiles est suffisante pour qu'il soit économiquement rentable de le traiter. Ce matériau est souvent mis en tas sur le site avant d'être traité sur place ou expédié à une usine de traitement hors site. Les facteurs à prendre en considération pour prévoir les charges chimiques de l'eau de drainage des dépôts de minerai et de minerai pauvre sont les mêmes que pour les dépôts de stériles et de mort-terrain (c.-à-d. les propriétés géochimiques du matériau et les caractéristiques physiques du dépôt, comme la surface exposée à l'altération, la granulométrie et les caractéristiques hydrologiques).

#### ***Résidus et minerai épuisé***

Les résidus et le minerai épuisé sont des déchets résultant des procédés mis en œuvre pour extraire les substances utiles du minerai. Les résidus sont les produits à faible granulométrie qui résultent de la



fragmentation du minerai ainsi que les rejets de l'extraction de la substance utile par flottation ou un autre procédé. Le minerai épuisé est la conséquence du traitement par lixiviation en tas du tout-venant ou du minerai concassé. Les facteurs à prendre en considération lorsqu'il s'agit de prévoir la chimie de l'eau de drainage des résidus sont les suivants (Price, 2009) :

- propriétés géochimiques et physiques du minerai;
- procédés d'extraction de la substance utile, notamment la réduction de la taille des particules et les produits chimiques ajoutés;
- procédés additionnels permettant une élimination spécifique du matériau, ou son utilisation en tant que matériau de remblai ou de construction;
- utilisation d'eau de procédé (c.-à-d. d'eau provenant de plusieurs sources : eau douce, eau de drainage de plusieurs dépôts, eau du bassin de résidus et en provenance d'autres aires de drainage de la mine);
- méthodes de mise en dépôt, qui influent sur la ségrégation des matériaux, et altération de surface;
- mesures d'atténuation, comme la mise en place de membranes imperméables.

### **3.2.4 Système de circulation de la solution de lixiviation en tas**

Comme l'illustre la figure 2, ce système consiste à faire circuler de l'eau en boucle entre les installations suivantes : le bassin de SA, l'installation de lixiviation en tas, le bassin de LR et l'usine de traitement du minerai. Dans l'opération de lixiviation en tas, le minerai est placé sur une aire revêtue d'une membrane imperméable (c.-à-d. l'installation de lixiviation en tas) et arrosé d'une solution acide provenant du bassin de SA. Le lixiviat obtenu est une solution couramment appelée « lixiviat riche » ou LR (c.-à-d. une solution chargée des métaux lixiviés), qu'un système collecteur achemine au bassin de LR. La solution du bassin de LR est ensuite amenée à l'usine de traitement du minerai, pour la production du métal. Finalement, l'eau à la sortie de l'usine de traitement du minerai est transportée vers le bassin de SA, et la boucle est bouclée. Les facteurs à prendre en considération lorsqu'il s'agit de prévoir la chimie de l'eau de drainage des installations de lixiviation en tas (bassin de solution appauvrie, installation de lixiviation en tas, bassin de lixiviats riches et usine de traitement) sont les suivants ;

- réactifs appliqués à la solution lixiviante;
- sources d'eau du système de circulation (c.-à d. recyclée, apports d'eau douce, précipitations, eau provenant d'autres aires de la mine);
- procédés d'extraction de la substance utile.

### **3.2.5 Aires de drainage minier et terrains perturbés pour la construction**

Les aires de drainage minier sont constituées de tous les terrains compris dans les aires d'exploitation, hormis les chantiers miniers, les dépôts, les usines de traitement et les bassins d'eau. Ces terrains comprennent l'infrastructure qui appuie les opérations minières, comme les ateliers d'entretien et d'outillage, les entrepôts, les aires d'entreposage et de manutention d'explosifs, les logements et les bâtiments administratifs, les bandes d'atterrissage, les ports et les réseaux routiers et ferroviaires. Les terrains sont habituellement dépouillés de



végétation, ce qui rend les surfaces rocheuses et les sols vulnérables à l'érosion et à l'action des éléments. Il s'ensuit que la signature chimique de l'eau qui s'écoule de ces terrains est influencée par l'érosion, par l'action des éléments sur le sol indigène, par le matériau utilisé pour la construction de l'infrastructure de la mine et par la présence d'autres contaminants potentiels, comme les solutions de traitement, les explosifs, les hydrocarbures et les déchets.

Les terrains perturbés pour la construction sont les terrains qui ont été décapés mais où les activités minières n'ont pas encore commencé. Comme dans le cas des aires de drainage minier, la signature chimique de l'eau qui s'écoule des terrains perturbés subit l'influence de l'érosion et de l'action des éléments sur les sols indigènes mis à nu, et des matériaux de construction.

### **3.2.6 Terrains restaurés**

Les terrains restaurés sont constitués d'aires autrefois utilisées pour l'exploitation ou la construction, ensuite aménagées en un paysage durable et dotées de réseaux de drainage, soit durant l'exploitation (restauration concurrente), soit une fois terminées les activités minières dans ces aires. La composition chimique de l'eau provenant de ces terrains dépend des installations minières qui ont été restaurées (c.-à-d. chantiers miniers et dépôts). Mais on peut s'attendre à ce que les charges chimiques provenant de ces sources soient réduites par les activités de restauration, comme le recouvrement des dépôts, du mort-terrain et des stériles, ou la mise en eau des mines à ciel ouvert. L'objectif de la restauration est de ramener la charge chimique de l'eau s'écoulant de ces terrains conforme aux critères précis fixés pour la fermeture de la mine et la restauration du site.

### **3.2.7 Aires de surveillance et de traitement**

L'eau provenant des terrains touchés par le développement minier (c.-à-d., l'eau des aires de construction et d'exploitation, et des aires restaurées) doit être surveillée pendant toutes les phases de la mine et, au besoin, être traitée avant d'être rejetée dans le milieu récepteur. Le programme de surveillance comprend la mesure sur le terrain de paramètres environnementaux (p. ex., température, pH, conductivité, potentiel d'oxydoréduction et oxygène dissous), et le prélèvement d'échantillons d'eau à soumettre à d'autres analyses chimiques, afin d'évaluer les charges potentielles des sources d'eau, l'efficacité des procédés de traitement de l'eau et les modifications à apporter aux opérations minières ou aux procédés de traitement, au besoin.

Les effluents miniers rejetés dans le milieu récepteur sont régis par les critères de rejet définis dans le permis d'utilisation des eaux lié au projet et par la nécessité de respecter les seuils minimaux de qualité de l'eau au point de rejet, conformément aux dispositions du *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (EC, 2002). Le respect des seuils recommandés pour la qualité des eaux, que ce soit pour la protection de la vie aquatique (CCME, 2007) ou pour la qualité de l'eau potable (CFPTEP, 2008) exige généralement l'établissement de points de surveillance de la conformité dans le milieu récepteur.

Comme on l'a déjà noté, il est nécessaire, à des fins opérationnelles, de surveiller la quantité et la qualité de l'eau à des endroits intermédiaires sur le site minier (p. ex., bassins collecteurs de l'eau provenant des dépôts, bassin de résidus, bassin d'eau de procédé, chantiers souterrains et sources d'eau douce), pendant les phases de construction, d'exploitation, de fermeture et de restauration. Les données de surveillance ainsi recueillies servent à valider et à préciser les modèles de bilans hydrique et massique développés pour le projet minier ainsi qu'à étayer les décisions relatives aux opérations minières et aux activités de traitement.



Un large éventail de procédés de traitement de l'eau peuvent être utilisés, selon les besoins liés au développement de la mine. Par exemple, un bassin de sédimentation est normalement prévu pour recevoir toute l'eau de surface évacuée de l'empreinte de la mine. En plus de la sédimentation, la floculation est parfois nécessaire pour favoriser l'enlèvement des matières en suspension. Des procédés de traitement chimique et/ou biologique peuvent se révéler nécessaires pour abaisser des concentrations élevées de constituants dissous. Ils sont généralement exécutés en bassin de polissage ou dans une usine de traitement, selon le procédé recommandé.

Dans le cas des aires restaurées, il est nécessaire de traiter les effluents jusqu'à ce que les résultats du suivi effectué en vertu du REMM indiquent que la qualité chimique de l'eau est acceptable pour un rejet direct dans le milieu récepteur, sans autre traitement. Un suivi additionnel peut être nécessaire lorsque le suivi exigé par le REMM a cessé, plus particulièrement lorsque le site a été fermé, mais qu'il pourrait y avoir des motifs d'appliquer d'autres mesures de suivi. Selon la signature chimique de l'effluent, le traitement peut prendre différentes formes, de l'approche active (c.-à-d. installations artificielles de traitement chimique et biologique) à l'approche passive, comme des milieux humides ou des lacs miniers, pour la création de paysages et de réseaux de drainage autonomes. Les procédés biochimiques (p. ex., décomposition des substances) et physiques (c.-à-d. sédimentation) naturels à l'œuvre dans les milieux humides et les lacs peuvent suffire à traiter une eau présentant des niveaux modérés de plusieurs constituants de la qualité de l'eau, à des coûts d'exploitation et d'entretien relativement bas.



## **4.0 MODÉLISATION DES BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE POUR L'EXPLOITATION MINIÈRE**

Les modèles de bilans hydrique et massique sont des outils d'aide à la décision destinés aux projets miniers. Ils sont conçus pour aider les exploitants de mines à gérer l'eau de leur site minier. Les modèles sont extrêmement utiles aux organismes de réglementation désireux de savoir si un projet risque d'avoir des effets environnementaux importants sur la qualité de l'eau. Dans l'industrie minière, les modèles servent souvent à étayer diverses options de gestion des eaux, à concevoir des éléments d'infrastructure clés et à mesurer l'incertitude inhérente à des scénarios actuels et futurs de gestion des eaux. Ils permettent de soupeser divers plans de mine potentiels, et d'évaluer les impacts environnementaux de celle-ci pendant sa durée de vie, ainsi que les effets et les risques cumulatifs qu'elle engendrera au fil du temps.

Il existe des formulations déterministes et probabilistes des modèles de bilans hydrique et massique. Les modèles déterministes font intervenir des paramètres fixes pour prévoir une quantité et une qualité de l'eau moyennes et évaluer des scénarios précis (c.-à-d. cas extrêmes, changements climatiques et analyses de sensibilité). Les modèles probabilistes font intervenir des variables aléatoires sous la forme de distributions de probabilité pour représenter explicitement l'incertitude et/ou la variabilité associée au système modélisé. Les données de sortie sont aussi exprimées sous la forme de distributions de probabilité et elles indiquent la probabilité d'apparition d'un résultat. Les formulations probabilistes du modèle sont utilisées pour les analyses d'incertitude.

De simples simulations déterministes donnant des moyennes mensuelles ou annuelles sont parfois suffisantes à la phase d'étude de faisabilité, mais des modèles plus complexes, et la capacité d'effectuer des simulations stochastiques, s'imposeront à mesure que l'on progressera vers les phases de planification, de construction, d'exploitation, de fermeture et de restauration.

Cette section décrit de manière générale le développement de modèles de bilans hydrique et massique pour des projets miniers. Voici les éléments des modèles présentés :

- 1) paramètres généraux des modèles, c.-à-d., les domaines temporels et spatiaux de modélisation, et la sélection du mode d'affichage des résultats;
- 2) production des données d'entrée;
- 3) établissement des données de sortie souhaitées;
- 4) autres considérations relatives à la modélisation, comme les changements climatiques, et analyses de sensibilité et d'incertitude.

### **4.1 Paramètres généraux des modèles de bilans hydrique et massique**

Les modèles de bilans hydrique et massique doivent être développés de manière à représenter très précisément le projet minier à l'étude. Les tableurs, les simulateurs polyvalents ou les modèles spécialisés reliés à l'eau sont autant d'outils à utiliser dans le développement d'un logiciel de modélisation de bilans hydrique et massique. Le type de modèle choisi doit témoigner d'un jugement sûr sur le plan technique. Il faut notamment tenir compte de la phase de la vie de la mine qui est à modéliser et ne jamais oublier que même les modèles les plus avancés et



les plus détaillés ne peuvent qu'approximer ce qui pourra arriver. Un degré raisonnable de précision est nécessaire; mais le principal rôle d'un modèle est de permettre d'évaluer les différents facteurs qui peuvent influencer sur la gestion des eaux au site minier (p. ex., changements dans les conditions climatiques ou dans les dimensions d'un bassin de récupération, ou application de mesures d'atténuation à un dépôt). Une telle évaluation peut faire appel à une analyse de sensibilité et/ou d'incertitude. Elle sert à appuyer la mise en place des méthodes et de l'infrastructure de gestion des eaux qui conviennent le mieux au site minier.

De simples modèles déterministes donnant des moyennes mensuelles ou annuelles peuvent être suffisants pour les simulations réalisées au cours de l'étude de faisabilité du projet; toutefois, des modèles plus complexes et/ou des simulations stochastiques peuvent s'avérer nécessaires à mesure que la mine progresse vers les phases de planification, de construction, d'exploitation et de fermeture et de restauration. Le logiciel de modélisation résultant doit pouvoir faire des prévisions qui soient à la fois réalistes et prudentes.

Les modèles de bilans hydrique et massique doivent être développés pendant les phases initiales d'étude de faisabilité et de planification, de façon à englober tout le cycle de vie de la mine, du début du développement jusqu'à une date suffisamment éloignée dans le temps pour que le paysage restauré soit considéré autosuffisant, après la fermeture complète de la mine. Une pratique courante, pour des projets miniers relativement modestes et de courte durée, consiste à développer un modèle dynamique pour une simulation déterministe ou probabiliste de tout le cycle minier, du développement jusqu'à la fermeture et la restauration. Mais le fardeau d'une telle modélisation pourrait être très lourd pour les projets de grande envergure ou ayant une durée de vie importante. Une meilleure stratégie serait alors de modéliser certaines périodes choisies du cycle minier (p. ex., seulement le plan de la mine et l'infrastructure de gestion des eaux en place, pendant une période donnée de la vie de la mine). Deux types de modélisation se prêteraient à cette stratégie :

- modéliser la quantité et la qualité de l'eau pour chaque période choisie au cours d'une année, et pour plusieurs scénarios climatiques différents : il s'agit habituellement des conditions climatiques moyennes et des valeurs représentatives de conditions climatiques humides et arides (p. ex., précipitations annuelles minimales ou maximales sur 10 ans ou sur 100 ans); et/ou
- modéliser la quantité et la qualité de l'eau au cours d'une longue durée de simulation plus (p. ex., 50 ans), en utilisant le plan de la mine et l'infrastructure de gestion des eaux en place pour la période choisie, pour toute la durée de simulation (le modèle doit être exécuté pour chaque période choisie).

La première option est relativement simple. Elle serait généralement mise en œuvre pendant une année hydrologique, habituellement définie comme débutant le 1<sup>er</sup> octobre pour se terminer le 30 septembre, selon les conditions hydrologiques locales, afin, surtout, de mieux suivre la progression et le recul de l'enneigement. La deuxième option nécessite de longues séries chronologiques des données d'entrée du modèle (c.-à-d., variables climatiques, débits entrants et teneur des sources d'eau en constituants de la qualité de l'eau), mais on doit s'attendre, dans une simulation longue, à un large éventail de combinaisons de conditions climatiques, de débits et de concentrations de constituants dans la source d'eau. Cette deuxième option a été utilisée pour plusieurs évaluations d'impacts environnementaux dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca, dans le nord de l'Alberta (Shell, 2005 et 2007; Imperial, 2005; Suncor, 2005). Il faut choisir suffisamment de périodes pour couvrir toutes les phases de la vie de la mine, de la construction à la fermeture et à la restauration. Les périodes choisies doivent en outre permettre de saisir, de manière prudente, les grands changements attendus dans les



activités minières, qui pourraient influencer sur les prévisions relatives à la quantité et à la qualité de l'eau. Aux autres étapes de la planification, le nombre de périodes et leur moment dans la durée de vie de la mine seront modifiés pour tenir compte des modifications apportées au plan de développement de la mine.

Le domaine spatial défini dans les modèles doit comprendre toutes les aires de construction et d'exploitation et les aires restaurées prévues pendant la vie de la mine. Les changements de superficie de ces aires au fil du temps doivent être incorporés aux modèles dynamiques simulant toute la vie de la mine, tandis que la modélisation des périodes de développement doit refléter la superficie de ces aires pendant la durée sujette à la simulation. Aux étapes ultérieures de la planification, les modèles doivent être mis à jour pour tenir compte des modifications apportées à la superficie des aires de construction et d'exploitation, et des aires restaurées.

Les modèles doivent être développés pour donner des résultats (c.-à-d., débits, quantité et qualité de l'eau) à des endroits choisis (ou des nœuds d'affichage) dans l'empreinte de la mine et dans le milieu récepteur. Parmi les endroits du milieu récepteur sélectionnés, il doit y en avoir où les seuils réglementaires ou proposés pour la qualité de l'eau doivent obligatoirement être respectés, pour satisfaire aux processus d'examen réglementaire. Lors du choix des endroits dans l'empreinte de la mine, on doit cibler les sources précises de charges chimiques (p. ex., bassins de résidus, bassins collecteurs des eaux des dépôts, etc.) pour appuyer l'étude et le développement des procédés d'extraction minière et de traitement.

Un schéma conceptuel de bilan hydrique et une liste des écoulements doivent être établis pour faciliter l'examen du modèle par les pairs, les organismes de réglementation et les autres parties intéressées responsables de ce processus. Dans le même ordre d'idées, on doit aussi faire un résumé des hypothèses à la base du modèle (p. ex., coefficients d'écoulement maximaux, écoulement hivernal, points de rejet prévus et critères opérationnels liés à l'infrastructure) et de la documentation consultée. L'annexe B (feuilles 7, 8 et 9) offre un exemple de schéma de bilan hydrique et de la liste connexe des écoulements et des hypothèses. Les paramètres généraux du modèle (c.-à-d. période de modélisation, domaine spatial et résultats attendus) doivent être clairement définis dès le début du projet. Il est fortement recommandé à l'exploitant minier de consulter les organismes de réglementation au sujet de ces paramètres, pour que le développement du modèle s'appuie sur des attentes claires.

## **4.2 Données d'entrée**

### **4.2.1 Procédés miniers et exhaure**

Le plan de la mine est la principale source d'information pour le développement des modèles de bilans hydrique et massique. Le plan de la mine est essentiellement un calendrier qui définit les grandes étapes de l'enlèvement de la végétation et du mort-terrain, du développement de la mine à ciel ouvert et/ou souterraine, de la mise en dépôt de stériles et de résidus, de la mise en dépôt de mort-terrain et de la remise en végétation aux fins de la fermeture et de la restauration du site.

Pour le développement du modèle, il est également nécessaire de connaître les caractéristiques de production de l'usine de traitement du minerai et/ou de l'épaississeur. Les données d'entrée types concernant l'usine de traitement du minerai et l'épaississeur peuvent comprendre :

- capacité de traitement/épaississement;
- besoin minimal en eau douce;



- besoins en eau d'appoint, en eau récupérée et/ou en eau recyclée;
- dans le cas des mines avec parcs à résidus :
  - taux de production de résidus et teneur des résidus en boue (ou matières solides);
  - eau entrant dans l'usine de traitement du minerai et eau quittant l'usine avec le minerai préparé;
- dans le cas des mines avec installations de lixiviation en tas :
  - débit d'arrosage;
  - teneur en eau saturée et teneur en eau résiduelle après récupération.

D'autres procédés d'exploitation ou d'autres contraintes, comme les capacités de pompage et de stockage de l'eau, des fenêtres d'évacuation et d'autres besoins en eau (p. ex., eau d'abattage de la poussière, d'extinction des incendies, eau potable) peuvent aussi être nécessaires.

L'exhaure des chantiers miniers (à ciel ouvert ou souterrains) peut constituer une source appréciable d'eau pour le site. Les volumes d'eau ainsi extraits représentent aussi des apports dans les bilans hydrique et massique, et on peut normalement les estimer à l'aide d'études hydrogéologiques.

#### **4.2.2 Données physiques**

Les données physiques sont rarement entrées directement dans les modèles de bilans hydrique et massique. Elles sont plutôt utilisées pour délimiter les bassins récepteurs et déterminer les coefficients d'écoulement maximaux que l'on peut entrer dans les modèles pour caractériser la productivité hydrologique (c.-à-d. la quantité d'eau qui s'écoule d'un bassin-versant) de l'aire de développement minier et du milieu environnant. Voici, entre autres, quelques données physiques d'entrée : topographie, utilisation des sols et coefficients d'écoulement maximaux connexes, selon la végétation, le sol, la géologie superficielle et la présence de pergélisol.

Les modèles de bilans hydrique et massique qui caractérisent la productivité hydrologique au moyen de coefficients d'écoulement maximaux (tel est le cas du modèle présenté à la section 5) sont habituellement sensibles à ces coefficients. Ces modèles demeurent acceptables si la période modélisée est relativement longue (p. ex., un mois). Toutefois, les coefficients d'écoulement maximaux choisis pour le modèle doivent être appuyés par des hypothèses et/ou des données adéquates, notamment les données d'entrée physiques, climatiques (section 4.2.3), hydrologiques et hydrogéologiques (section 4.2.4). Ces coefficients doivent aussi servir de paramètres dans l'analyse de sensibilité du modèle.

D'autres données physiques sont nécessaires pour développer des modèles de bilans hydrique et massique. Ce sont les capacités de stockage (superficie ou volume en fonction de la profondeur, ou bathymétrie), d'écoulement et/ou de pompage des composantes de l'infrastructure de gestion des eaux prévues pour le site, comme les fossés, les ponceaux, les ponts, les bassins, les canalisations, les pompes et les siphons. L'étude de ces composantes se fait habituellement en parallèle avec le développement des modèles de bilans hydrique et massique.



### 4.2.3 Données climatiques

Les données climatiques à entrer dans le modèle doivent être établies à partir des données météorologiques applicables à la région du projet minier. Environnement Canada et ses bureaux régionaux exploitent des stations météorologiques et des stations de surveillance du débit de l'eau qui peuvent constituer de précieuses sources de données météorologiques régionales pour le projet. On peut parfois obtenir également des données d'exploitants privés. Quoi qu'il en soit, il est toujours recommandé d'installer au moins une station météorologique à l'intérieur de l'aire de développement minier, de préférence pendant les phases d'exploration ou d'étude de faisabilité, mais jamais passé les premières étapes de la planification. Plusieurs stations peuvent même être nécessaires lorsque les conditions climatiques varient d'une partie à l'autre de l'aire de la mine, notamment lorsque l'empreinte de la mine englobe plusieurs vallées ou que les dénivellations sont importantes (effets orographiques). Une station météorologique fournira les données locales nécessaires pour mieux évaluer les caractéristiques climatiques à long terme qui sont représentatives des conditions locales au site minier. Les stations météorologiques sont abordables, relativement faciles à installer et à faire fonctionner, et elles peuvent être adaptées pour permettre la récupération des données à distance. La station doit être gardée active pendant les phases subséquentes du développement minier, soit de la construction à la fermeture et à la restauration.

Les données climatiques entrées auront un effet sur la quantité modélisée d'eau disponible pour les opérations minières et, par conséquent, sur la qualité modélisée de l'eau aux points de rejet des effluents. Les principales variables climatiques sont la température, les précipitations (chutes de pluie et chutes de neige), la neige au sol et l'évaporation. Les données d'entrée de température sont souvent utilisées avec les données physiques d'entrée (section 4.2.2) pour déterminer les coefficients d'écoulement maximaux (autrement dit, la température n'est pas entrée directement dans le modèle), tandis que les autres variables climatiques principales servent souvent de données d'entrée directes. On peut aussi penser à d'autres variables climatiques, notamment l'humidité, le rayonnement, la vitesse et la direction du vent, et les caractéristiques de la neige (profondeur, densité et équivalent en eau). Ces variables, combinées à la température, peuvent servir à calculer des données d'entrée comme la fonte de la neige, l'évapotranspiration et la sublimation. Les données sur les précipitations et le vent sont aussi utilisées pour l'étude de l'infrastructure de gestion des eaux.

Les données climatiques sont habituellement exprimées sous la forme de séries chronologiques. Ces séries peuvent comprendre des moyennes à long terme calculées sur une année, des conditions de sécheresse ou d'humidité extrême pour les analyses de sensibilité, des séries chronologiques longues (p. ex., 50 ans) dérivées des données observées, pour les périodes de modélisation, ou des séries générées au hasard, aux fins des analyses d'incertitude.

### 4.2.4 Données hydrologiques et hydrogéologiques

Les données hydrologiques et hydrogéologiques sont rarement entrées directement dans les modèles. Elles servent tout de même à déterminer les coefficients d'écoulement maximaux sur les terrains de l'aire de développement minier et dans la zone environnante, ainsi que les arrivées d'eau potentielles dans les mines à ciel ouvert et les mines souterraines. Les séries chronologiques de débit tirées des stations hydrométriques régionales sont combinées aux données de précipitations et aux données physiques pour calculer les coefficients d'écoulement maximaux à l'échelle régionale. Il est nécessaire d'installer des stations hydrométriques qui surveillent les débits des cours d'eau à l'intérieur ou à proximité de l'aire de développement minier afin de déterminer l'écoulement local et le régime des débits. De même, la construction de trous de sondes et de puits donnera une indication de l'élévation de l'aquifère selon la saison, de la direction de



l'écoulement, des taux de recharge et des débits, et des conditions artésiennes potentielles. Ces stations de surveillance doivent être mises en place avant les phases d'étude de faisabilité et de planification, et demeurer actives, au besoin, pendant toutes les phases d'exploitation, de fermeture et de restauration.

Les données hydrologiques et hydrogéologiques supplémentaires comprendront, mais sans s'y limiter :

- 1) les caractéristiques de la couverture de glace et des eaux libres (c.-à-d. épaisseur, dates d'apparition et de disparition de la glace);
- 2) les niveaux d'eau, les superficies, la bathymétrie et les volumes des nappes d'eau susceptibles d'être touchées par le projet minier;
- 3) le régime d'écoulement des cours d'eau locaux et régionaux susceptibles d'être touchés par le projet minier;
- 4) l'exfiltration de l'eau souterraine observée, depuis les parois des vallées et dans les mines à ciel ouvert;
- 5) l'écoulement d'eau souterraine observé vers les chantiers miniers souterrains, le cas échéant.

#### **4.2.5 Données sur la qualité de l'eau**

Il faut incorporer au modèle les séries chronologiques de concentrations ou de charges, pour tous les constituants de la qualité de l'eau de toutes les sources d'eau concernées par le projet minier, afin :

- de déterminer la masse de chaque constituant de la qualité de l'eau présent dans le système de gestion des eaux de la mine;
- d'estimer les concentrations résultantes de constituants dans les effluents miniers.

Les séries chronologiques nécessaires dépendent de l'option de modélisation choisie (section 4.1). Voici les séries possibles :

- concentrations moyennes à long terme (c.-à-d. concentrations journalières, mensuelles ou saisonnières, selon la disponibilité des données) lorsque l'option de modélisation comprend des périodes choisies du cycle minier, évaluées sur un an;
- concentrations moyennes à long terme répétées annuellement, pour une simulation dynamique de toute la durée de vie de la mine;
- séries chronologiques de concentrations générées au hasard à partir de distributions de probabilité de concentrations issues d'une analyse d'échantillons ou d'analyses géochimiques aux fins d'une simulation dynamique pendant toute la vie de la mine, ou pour servir de données d'entrée dans des simulations à long terme sur des périodes choisies du cycle de vie de la mine (les séries chronologiques peuvent être générées pour des périodes aussi courtes qu'une journée).

Dans la première option, il faut aussi modéliser une série chronologique de concentrations extrêmement élevées ou extrêmement faibles, dans le cadre d'une analyse de sensibilité, tandis que dans la deuxième option, il faut



insérer dans les séries chronologiques une année de concentrations extrêmement élevées ou extrêmement faibles pendant des périodes critiques de la vie de la mine. Dans les deux options, les extrêmes choisis doivent être réalistes, pour produire un tableau représentatif du projet. La troisième option doit comporter la modélisation de séries chronologiques aléatoires de concentrations extrêmement élevées ou extrêmement faibles en tant qu'analyse de sensibilité et/ou la génération aléatoire de plusieurs séries chronologiques (p. ex., 500 ou 1 000 par constituant, par source d'eau) pour l'analyse d'incertitude. Quelle que soit l'option retenue, les séries chronologiques doivent être établies à partir des résultats d'analyses d'échantillons d'eau ou des données d'entrée géochimiques, comme on le verra plus loin.

### ***Échantillonnage de l'eau***

Des campagnes d'échantillonnage de l'eau doivent avoir lieu pendant les phases d'étude de faisabilité et de planification afin d'établir les conditions de base de la qualité de l'eau. Les échantillons obtenus seront considérés comme représentatifs de la qualité de l'eau naturelle, applicable aux apports d'eau douce, à l'écoulement en provenance des terrains non perturbés, à l'eau souterraine et aux nappes d'eau du milieu récepteur. Il est aussi possible de prélever des échantillons d'autres sources d'eau, une fois la mine entrée en exploitation, pour valider les levés et les analyses géochimiques. Les campagnes d'échantillonnage de l'eau doivent contribuer à caractériser les variations saisonnières possibles des concentrations des constituants de la qualité de l'eau. L'échantillonnage devrait se répéter plusieurs fois par année; il peut même avoir lieu tous les mois pendant les phases d'étude de faisabilité et de planification, dans les aires où l'on dispose de peu ou pas d'échantillons historiques. Les fréquences d'échantillonnage, depuis la phase de construction jusqu'à la phase de fermeture, sont énoncées dans le permis d'utilisation des eaux délivré à la mine et elles dépendent habituellement du type d'eaux (c.-à-d. eaux naturelles et eaux de mine). Les programmes d'échantillonnage doivent comprendre le prélèvement d'échantillons en hiver (si, pendant la campagne d'échantillonnage, il est impossible de prélever des échantillons à un endroit donné, des motifs précis doivent être donnés – p. ex., cours d'eau, nappes d'eau ou puits à sec ou gelés).

Les caractéristiques statistiques de base (c.-à-d. la moyenne, la médiane ou des valeurs de percentile élevées ou faibles) des concentrations obtenues lors de l'analyse de ces échantillons sont souvent suffisantes pour construire des séries chronologiques constantes ou saisonnières répétées annuellement. Les distributions de probabilité doivent être ajustées sur ces concentrations, pour construire des séries chronologiques aléatoires. On peut trouver dans EPA (1991) une méthode simple pour ajuster les distributions de probabilité sur les données de concentration. La figure 3 est fondée sur cette méthode; elle comprend des caractéristiques supplémentaires, comme la détection d'anomalies et la définition des limites minimales et maximales pour appuyer la production de séries chronologiques à l'intérieur de plages représentatives de concentrations observées.



# MODÈLES DE BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE GOUVERNEMENT DU YUKON ET ENVIRONNEMENT CANADA

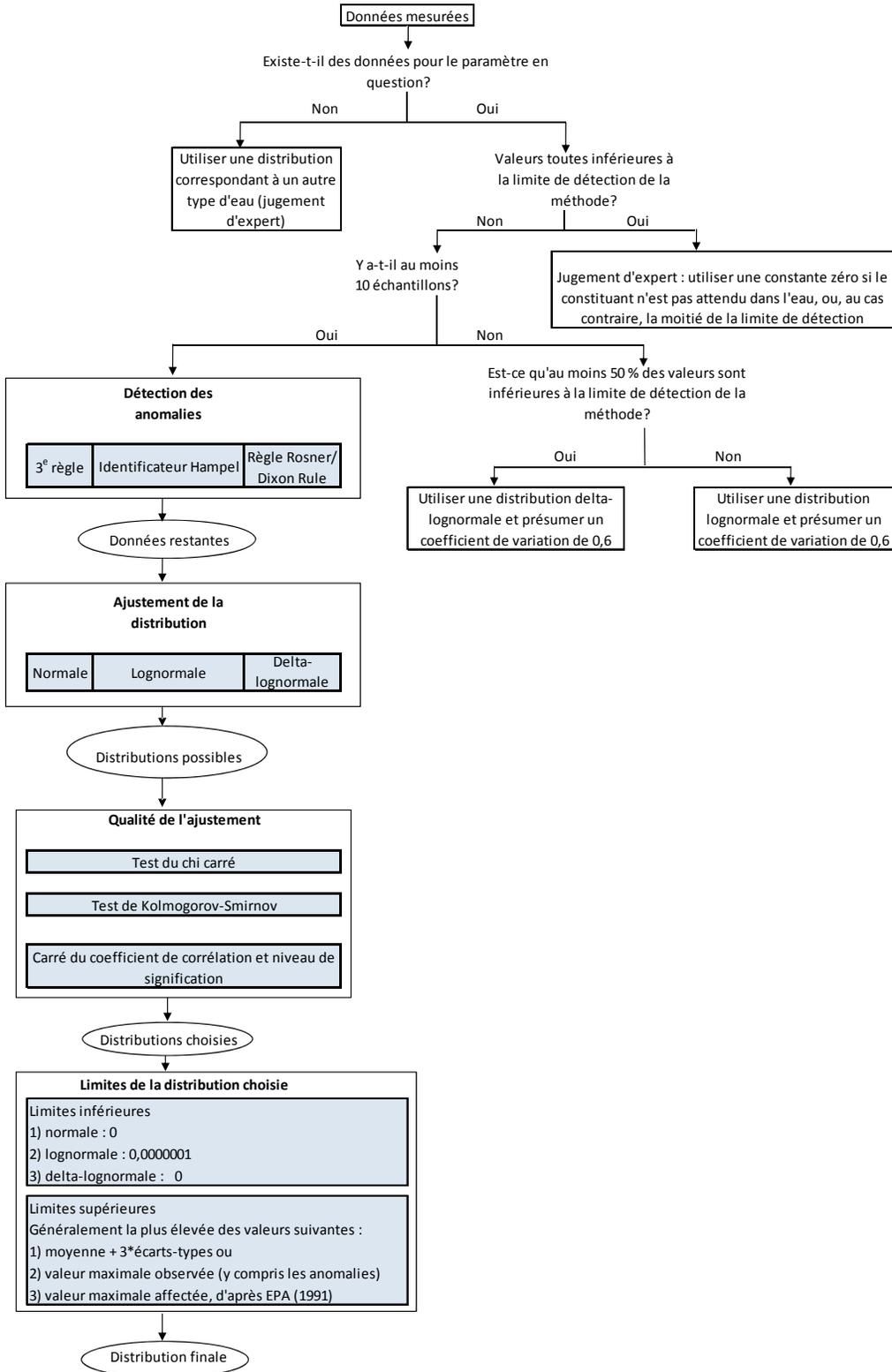


Figure 3 : Production de séries chronologiques de concentrations générées aléatoirement à partir d'échantillons d'eau



## **Données géochimiques**

Pendant les phases d'exploration, d'étude de faisabilité et de planification, des échantillons de sol et de roches doivent être analysés afin de déterminer les propriétés géochimiques, y compris le potentiel de DMA/LM, des matériaux excavés, utilisés ou traités en marge du développement de la mine. On trouvera dans Price (1997 et 2009), Price et coll. (1998), MEND (2005), EC (2009) et INAP (2009) les données et la méthodologie à utiliser pour la caractérisation géochimique (DMA/LM) des matériaux. Ces documents exposent la façon de s'y prendre pour déterminer et obtenir les données géochimiques relatives aux diverses composantes du site minier, et les facteurs et les limites liés à chaque méthode de caractérisation.

L'objectif d'une caractérisation géochimique est d'obtenir les données nécessaires pour prévoir les concentrations potentielles des constituants de la qualité de l'eau dans l'eau drainée des chantiers miniers, des dépôts et des bassins de résidus. De la phase d'exploration à la phase de planification, les données d'entrée du modèle pour la qualité de l'eau proviendront principalement des résultats des essais statiques et cinétiques réalisés dans le cadre des programmes de caractérisation géochimique. Ces programmes peuvent comprendre des essais sur des stériles susceptibles d'avoir été exposés pendant des travaux antérieurs d'exploration ou d'exploitation minière. Pendant les opérations minières, les données de surveillance *in situ* ou les données issues des installations d'essai sur place peuvent servir à confirmer et/ou revoir les données géochimiques incorporées au modèle.

La méthodologie servant à prévoir la chimie des rejets du site minier est illustrée à la figure 4, adaptée de Price (2009). Les étapes 1 à 3 du programme de caractérisation géochimique visent à définir les objectifs du programme et à comprendre de manière générale quand peuvent se poser des problèmes potentiels. Les études géochimiques sur papier et les programmes sur le terrain sont planifiés à partir de ces étapes. Les données sur la géologie locale et régionale, le climat, l'hydrologie, l'hydrogéologie serviront à faire la lumière sur les modifications des propriétés et processus physiques, géochimiques, biologiques et mécaniques liées à la qualité de l'eau.

Les étapes 4 à 6 visent à déterminer quels matériaux doivent être échantillonnés et quels échantillons doivent être choisis comme étant représentatifs des matériaux. Le choix des échantillons doit tenir compte de la variabilité physique et spatiale potentielle des types de matériaux qui se trouvent sur le site. Une fois les échantillons prélevés, ils sont habituellement envoyés à un laboratoire où ils sont soumis à des essais statiques et, éventuellement, à des essais cinétiques. Les essais statiques donnent des résultats ponctuels (un « instantané ») tandis que les essais cinétiques donnent des vitesses de réactions chimiques qui sont fonction du moment. Normalement, les essais cinétiques se limitent aux échantillons que les essais statiques ont désignés représentatifs d'un matériau à caractériser.

L'étape 7 du programme de caractérisation géochimique englobe les analyses et interprétations des données issues à la fois des essais statiques et des essais cinétiques, afin de prévoir la chimie potentielle du drainage des diverses composantes du site minier. Cette étape fait normalement appel à un logiciel de modélisation qui aide à prévoir la chimie du drainage. Les statistiques de base (c.-à-d. la moyenne, la médiane ou les percentiles supérieur ou inférieur) peuvent être extraites de ces prévisions; on peut alors choisir une distribution de probabilité fondée sur des hypothèses raisonnables pour produire des séries chronologiques aléatoires.



**Processus type d'un programme de caractérisation géochimique destiné à déterminer la chimie de l'eau associée aux composantes d'un site minier**

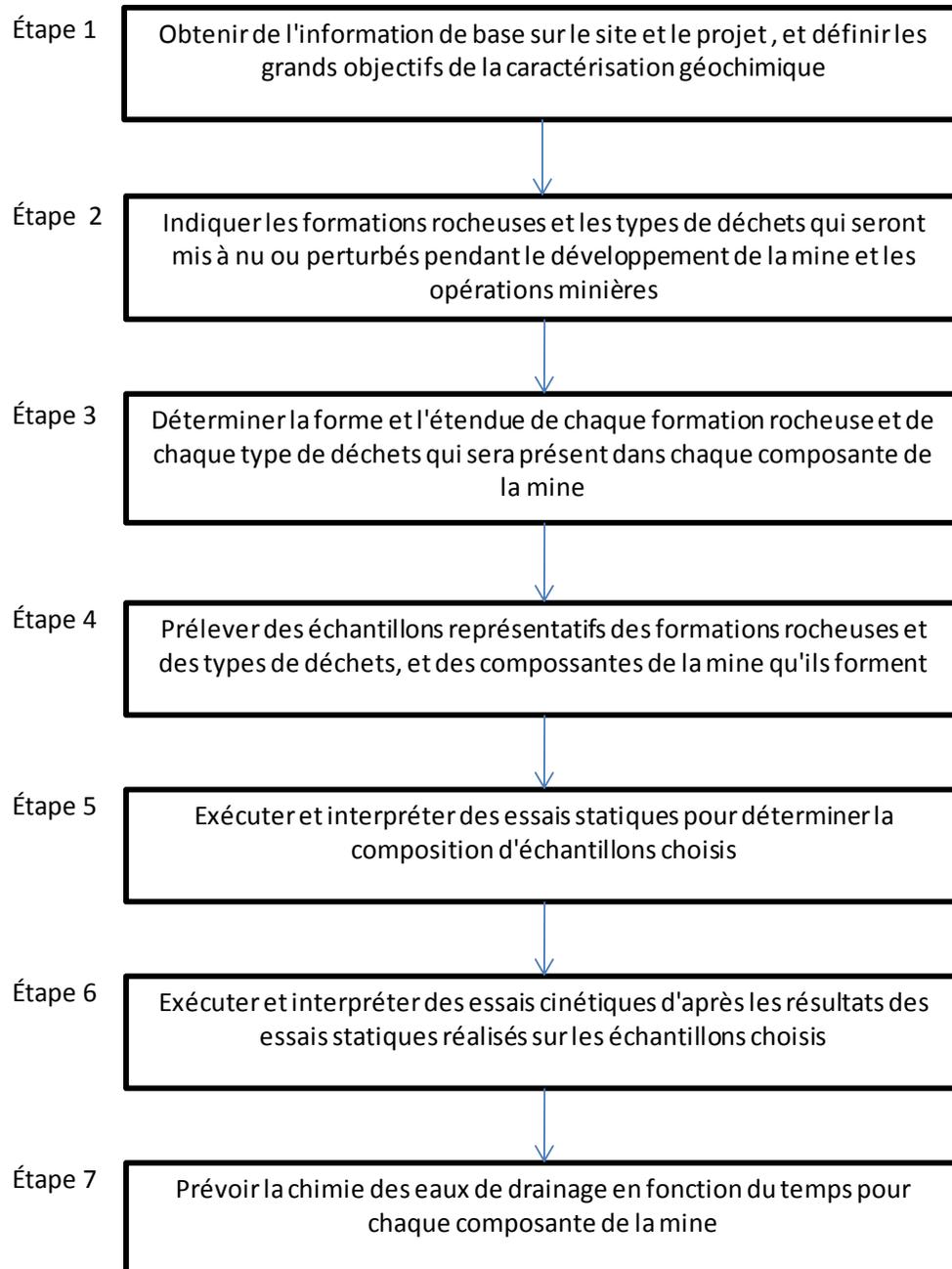


Figure 4 : Méthode de prévision de la chimie d'échantillons de roches et de sols (adaptée de Price, 2009)



#### **4.2.6 Incertitude liée aux données d'entrée**

Il est vraisemblable que l'estimation des données d'entrée du modèle comportera des incertitudes (sections 4.2.1 à 4.2.5), lesquelles peuvent tenir à des ensembles relativement restreints de données existantes, à une surveillance régionale peu fréquente et/ou à des données manquantes dans les programmes régionaux et locaux de surveillance. Il est possible de connaître le degré d'incertitude au moyen :

- d'analyses de sensibilité dans lesquelles on fait varier les données d'entrée une à la fois pour déterminer la variation potentielle des résultats du modèle (la variation des données d'entrée doit être assez importante pour donner des résultats de modélisation prudents);
- d'analyses d'incertitude dans lesquelles les données d'entrée sont affectées de plusieurs valeurs, lesquelles sont incorporées au modèle pour définir la gamme des résultats potentiels.

Ces types d'analyses et leurs effets sur la modélisation sont exposés plus en détail à la section 4.4.

### **4.3 Données de sortie**

Le modèle aura comme données de sortie des gammes de débits, de volumes ou de niveaux d'eau, et de concentrations de constituants à des endroits choisis dans l'aire de développement de la mine, y compris les points de rejet des effluents et le milieu récepteur. Des sommaires des résultats, soit les caractéristiques statistiques de base, comme la moyenne, la médiane et les percentiles supérieur et inférieur, et les variations dans le temps, doivent être présentés sous forme de tableau, pour la quantité et la qualité de l'eau.

La qualité des effluents doit être mise en rapport avec les seuils établis par la réglementation (c.-à-d. le REMM) et le permis. Dans le cas où des constituants de l'effluent dépassent les seuils, des mesures d'atténuation ou de traitement doivent être modélisées et mises en œuvre pour améliorer la qualité de l'effluent.

Dans le cas où des points de rejet sont déterminés dans le milieu récepteur, il faut comparer les concentrations prévues par suite des activités minières avec, d'une part, les concentrations de fond et, d'autre part, les seuils spécifiquement établis pour le projet, selon les lignes directrices concernant la vie aquatique et l'eau potable. Il se peut que les concentrations prévues dépassent les concentrations de fond et/ou les seuils. La probabilité de ces dépassements doit être calculée. De plus, il peut s'avérer nécessaire d'évaluer l'effet de ces concentrations de constituants sur le milieu aquatique et la santé, afin d'appuyer le processus d'examen réglementaire ou les études de surveillance des effets environnementaux.

Selon le paramètre présenté et la gamme des résultats du modèle, les tableaux sommaires des résultats peuvent être divisés en saisons représentatives. De plus, les résultats concernant la quantité et la qualité de l'eau peuvent être présentés sous forme de graphiques illustrant les tableaux sommaires. Des graphiques de séries chronologiques sont habituellement élaborés pour les débits, les volumes ou les niveaux de l'eau, et ils peuvent aussi être utilisés pour illustrer les concentrations de constituants. La figure 5 donne un exemple de graphique de série chronologique du volume d'eau et du niveau de l'eau modélisés dans un bassin de résidus à dépôt continu de résidus, dans le temps. La figure 6 est un exemple de graphique de série chronologique appliqué à un constituant de la qualité de l'eau. Ce type de graphique peut être produit pour chaque variable et chaque constituant de la qualité de l'eau, pour chaque endroit choisi. Mais les graphiques de série



chronologique peuvent devenir difficiles à interpréter s'ils s'étalent sur de longues périodes. La figure 7 illustre une autre façon de faire : la série chronologique d'une variable choisie est classée en ordre croissant pour présenter les résultats du modèle selon la probabilité d'occurrence (ou d'atteinte). Ce type de graphique convient particulièrement bien à l'évaluation des constituants de la qualité de l'eau, car la probabilité de dépasser un seuil donné peut être lue directement sur la figure.

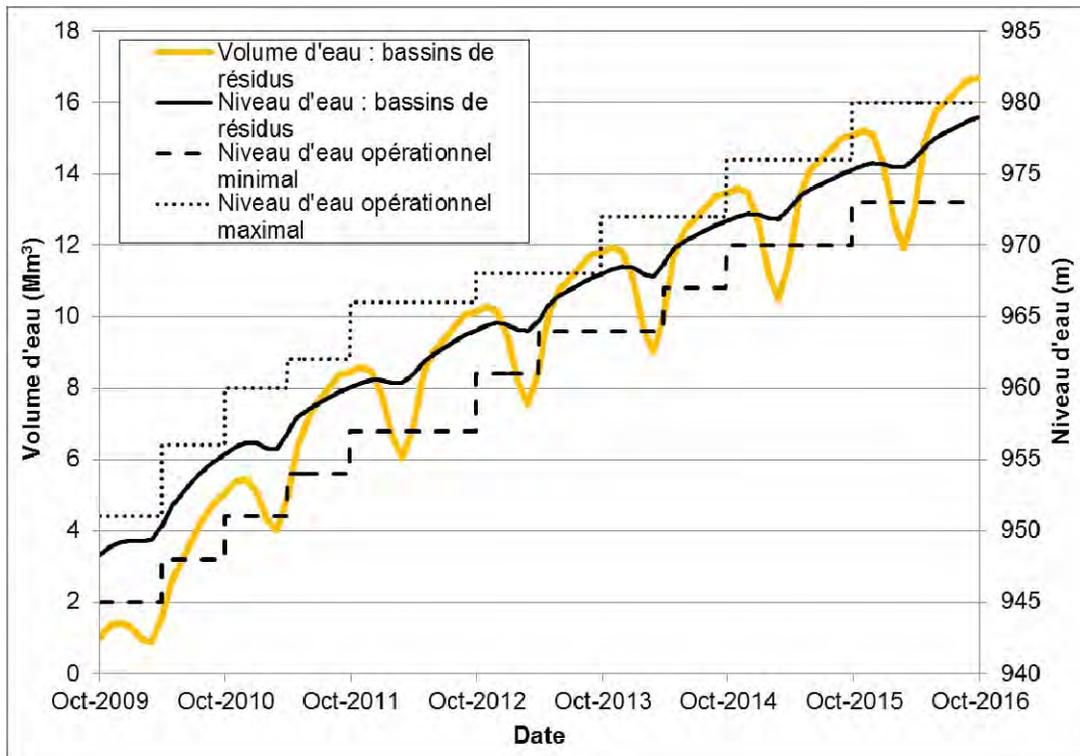


Figure 5: Volume et niveau de l'eau dans un bassin de résidus à dépôt continu de résidus.

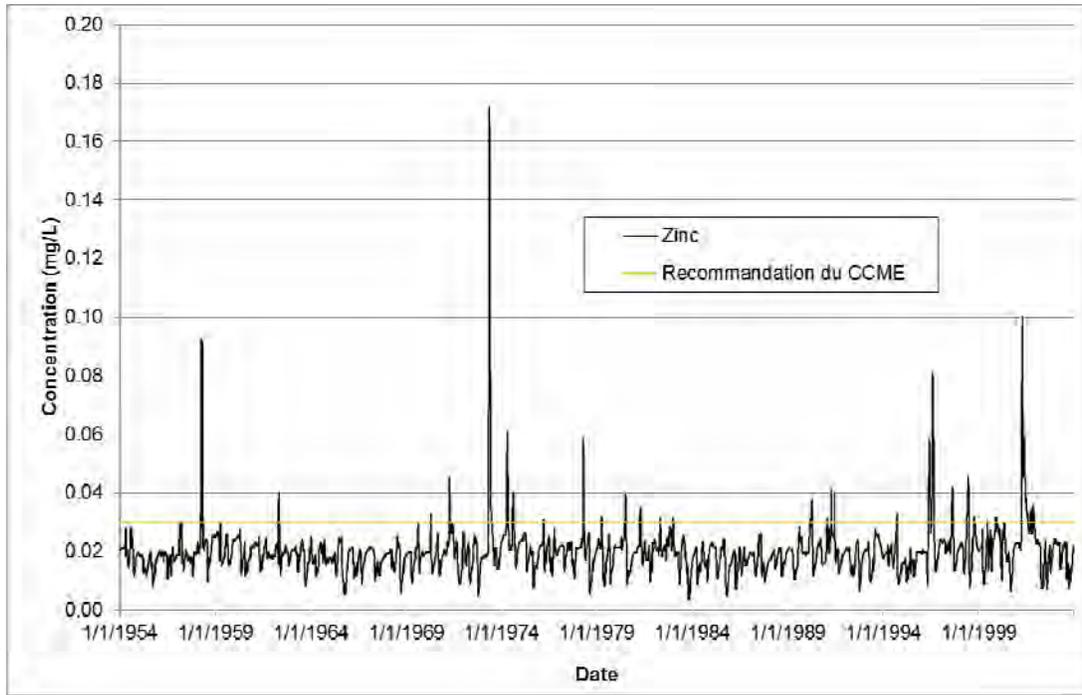


Figure 6: Série chronologique des concentrations prévues à un endroit choisi

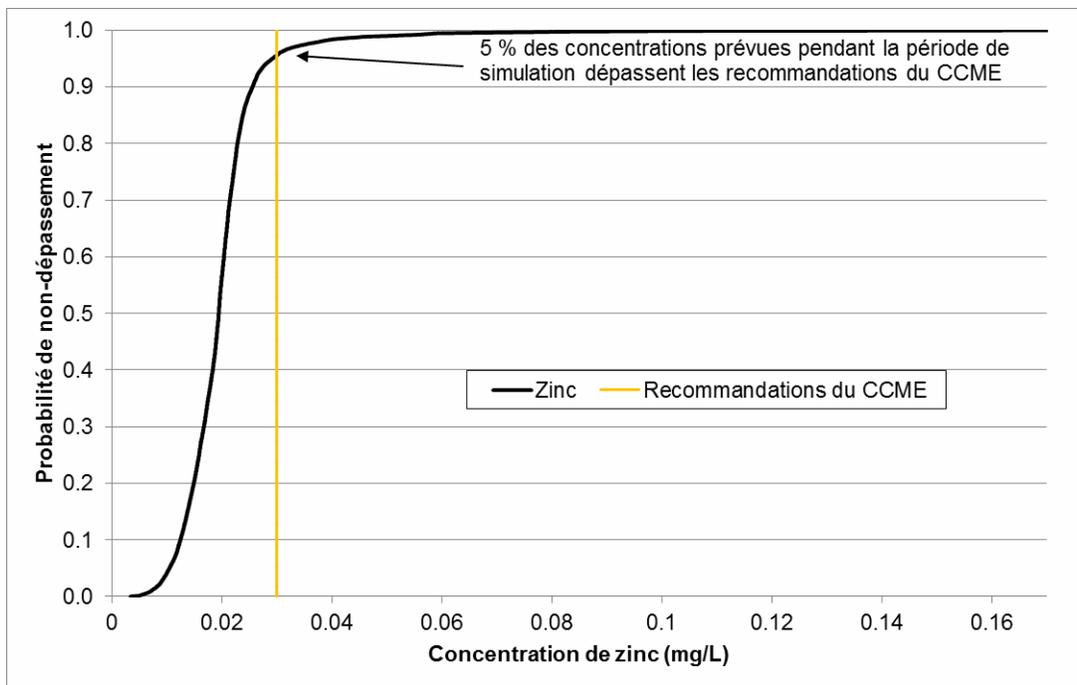


Figure 7: Distribution de fréquence des concentrations prévues à un endroit choisi



## **4.4 Autres considérations relatives à la modélisation**

### **4.4.1 Analyses de sensibilité et d'incertitude**

Les analyses de sensibilité et d'incertitude étudient les effets de modifications aux données d'entrée du modèle. Les incertitudes introduites dans l'estimation des données d'entrée et des paramètres du modèle (p. ex., coefficients d'écoulement maximaux ou de fonte de la neige) sont dues à des ensembles relativement restreints de données, à une surveillance régionale peu fréquente et/ou à des données manquantes dans les programmes régionaux et locaux de surveillance. Les analyses visent à évaluer l'ampleur possible des changements dans les résultats de quantité et de qualité de l'eau, après que les valeurs d'entrée ont été changées, de manière à produire une évaluation prudente des impacts potentiels du projet minier sur le milieu aquatique.

Une analyse de sensibilité est le processus par lequel la valeur (ou série chronologique) d'une des données d'entrée du modèle est modifiée alors que toutes les autres données d'entrée demeurent inchangées. Le but est de déterminer l'impact relatif de la modification de la donnée d'entrée sur les résultats de la simulation. Les paramètres d'entrée qui, faiblement modifiés, produisent des variations importantes dans les résultats de la simulation sont considérés sensibles. D'autres études ou programmes sur le terrain peuvent être nécessaires pour obtenir un degré de confiance supérieur dans les variables affectées au modèle pour ces paramètres. Les paramètres correspondant à des données d'entrée sensibles peuvent aussi être l'objet d'une analyse d'incertitude.

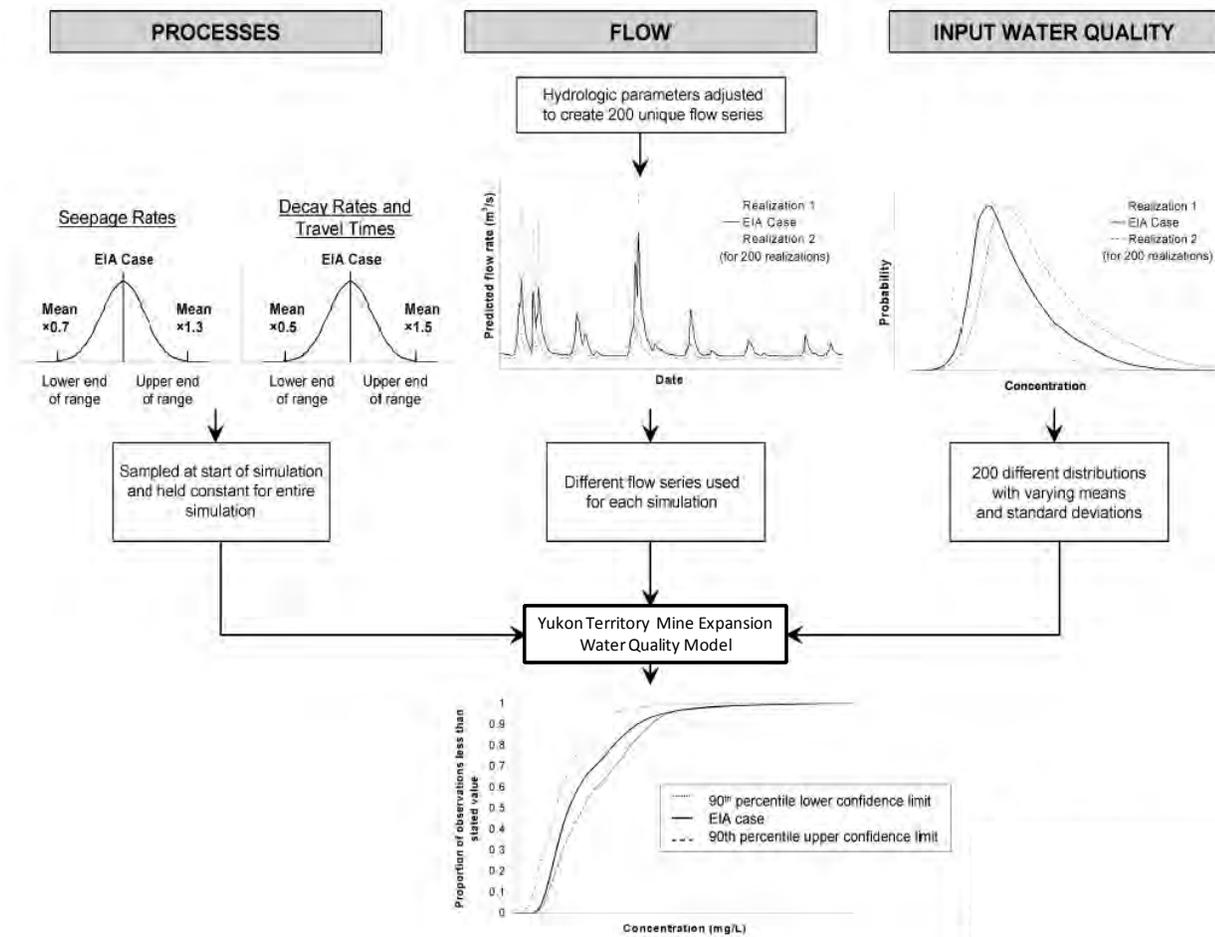
On peut prendre en considération l'incertitude des données d'entrée sur la quantité et la qualité de l'eau en ajustant des distributions de probabilité aux données observées et en utilisant plusieurs ensembles de données échantillonnées dans la distribution en tant que données d'entrée dans le modèle. Chaque ensemble de données échantillonnées représente une réalisation possible des conditions climatiques et hydrologiques et du niveau de qualité de l'eau touchant le projet minier. Chaque réalisation est entrée dans le modèle pour produire des sorties correspondantes (c.-à-d. débits, volumes, concentrations des constituants). Les résultats de toutes les réalisations sont alors compilés pour établir une distribution pour chaque donnée de sortie. Cette forme d'analyse d'incertitude est souvent appelée, dans les faits, une « simulation de Monte Carlo ». On résume habituellement les résultats de l'analyse d'incertitude en retenant les percentiles des distributions de données de sortie (p. ex., les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> percentiles pour obtenir une bande de confiance de 90 %).

La figure 8 illustre le processus d'analyse d'incertitude posant comme hypothèse 200 réalisations pour des données d'entrée constituées de débits, de concentrations de constituants et de paramètres types de quantité et de qualité de l'eau, comme les taux d'infiltration et de décomposition pour les constituants dégradables. La figure 9 présente aussi un exemple de sommaire des résultats pour un constituant donné de la qualité de l'eau, dont les concentrations prévues pour les conditions moyennes attendues sont limitées par les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> percentiles, déterminés par l'analyse d'incertitude.

Les conclusions des analyses de sensibilité et d'incertitude devraient démontrer une compréhension raisonnable des répercussions de la variation de certaines données d'entrées du modèle et des interactions entre les données d'entrée.



# MODÈLES DE BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE GOUVERNEMENT DU YUKON ET ENVIRONNEMENT CANADA



PROCESSES = PROCESSUS

FLOW = ÉCOULEMENT

INPUT WATER QUALITY = QUALITÉ DE L'EAU D'APPORT

Seepage Rates = Taux d'infiltration

Decay Rates and Travel Times = Taux de décomposition et temps de parcours

EIA Case = Valeur EIE

Mean = Moyenne

Lower end of range = Extrémité inférieure de l'intervalle

Upper end of range = Extrémité supérieure de l'intervalle

Sampled at start of simulation and held constant for entire simulation = Valeur échantillonnée au début de la simulation et maintenue constante par la suite

Realization = Réalisation

(for 200 realizations) = (pour 200 réalisations)

Hydrologic parameters adjusted to create 200 unique flow series = Paramètres hydrologiques ajustés pour créer 200 séries d'écoulements distinctes

Different flow series used for each simulation = Série d'écoulements différente pour chaque simulation

Predicted flow rate (m<sup>3</sup>/s) = Débit prévu (m<sup>3</sup>/s)

Probability = Probabilité

200 different distributions with varying means and standard deviations = 200 distributions différentes avec moyennes et écarts-types variables

Yukon Territory Mine Expansion Water Quality Model = Modèle de la qualité de l'eau du gouvernement du Yukon

Proportion of observations less than stated value = Proportion des valeurs observées inférieures à la valeur déclarée

90<sup>th</sup> percentile lower confidence limit = Limite de confiance inférieure de 95 %

EIA Case = Valeur EIE

90<sup>th</sup> percentile upper confidence limit = Limite de confiance supérieure de 95 %

Figure 8: Formulation d'une analyse d'incertitude

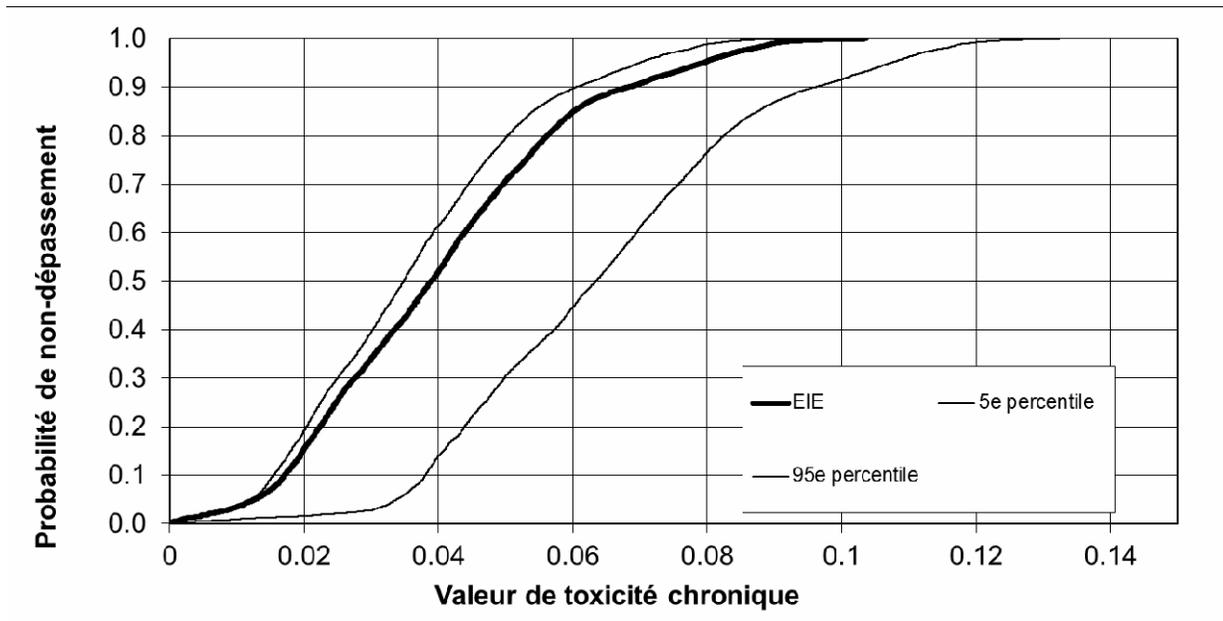


Figure 9 : Plage de distribution de fréquence des concentrations prévues

#### 4.4.2 Changements climatiques

Le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) présente des prévisions de changements climatiques pour des périodes climatologiques types et diverses régions du monde, y compris le Canada et le Yukon. Ces prévisions régionales peuvent être utilisées pour l'évaluation préliminaire, au cours de l'étude de faisabilité du projet minier. À titre d'exemple, les prévisions spécifiques au Yukon concernant une période climatologique type figurent dans la lettre d'avis sur l'évaluation des effets potentiels des futurs changements climatiques sur le Yukon (EC, 2006). Une copie de cette lettre est jointe en annexe C (cette lettre d'avis peut être modifiée sans préavis). Pour évaluer les effets des changements climatiques sur les prévisions de la quantité et de la qualité de l'eau, il faut exécuter les modèles de bilans hydrique et massique avec des scénarios de la température de l'air et des précipitations prévues dans l'avenir.

Il est aussi possible d'incorporer une évaluation des effets des changements climatiques dans l'analyse d'incertitude des modèles de bilans hydrique et massique. À la place de conditions climatiques historiques, les modèles utiliseraient des réalisations fondées sur des scénarios futurs de température de l'air et de précipitations. Les bandes de prévisions ainsi obtenues pour la quantité et la qualité de l'eau peuvent être comparées avec celles issues des analyses d'incertitude mettant en jeu les données climatiques historiques et/ou les conditions moyennes attendues (voir l'exemple de la figure 10).

Comme dans le cas des analyses de sensibilité et d'incertitude, les conclusions de l'analyse du climat doivent démontrer une compréhension raisonnable des répercussions entraînées par la variation des données d'entrée du modèle et par les interactions entre ces données d'entrée.

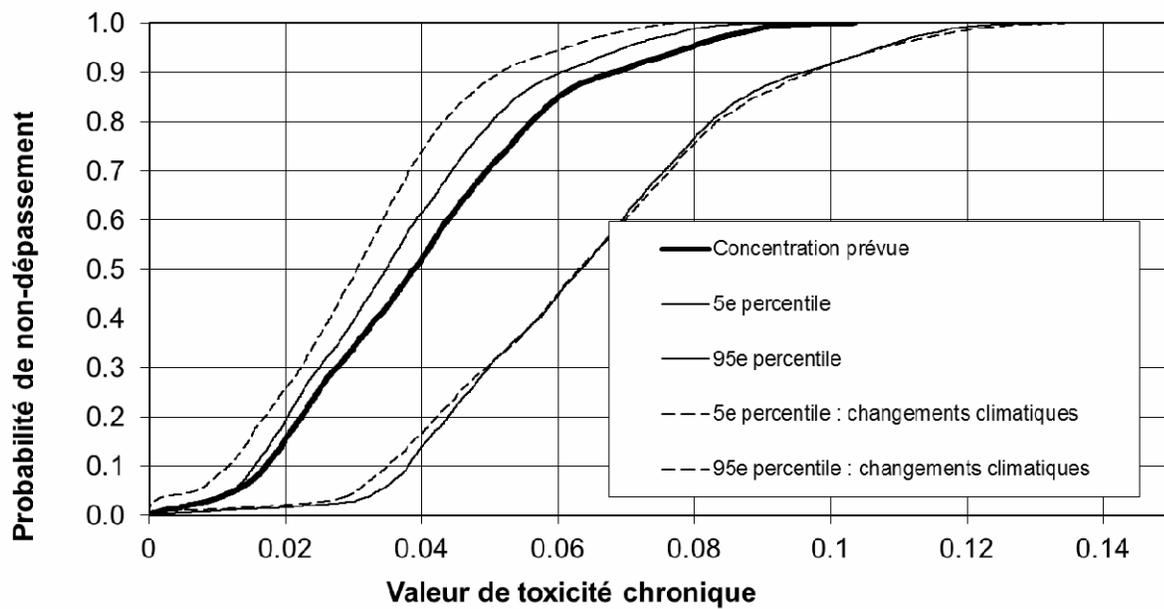


Figure 10 : Plage de distribution de fréquence des concentrations prévues, compte tenu des effets des changements climatiques



## 5.0 MODÈLES DÉTERMINISTES DE BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE À TABLEUR EXCEL

De simples modèles déterministes de bilans hydrique et massique articulés autour de feuilles de tableur Excel interreliées et appuyés par un jugement technique sûr peut donner une idée générale de la qualité de l'eau des écoulements et des effluents, dans une gamme de conditions opérationnelles et climatiques. Les modèles déterministes de bilans hydrique et massique utilisant le tableur Excel, qui accompagnent ce document d'orientation, offrent une matrice générique pour le calcul des mouvements de l'eau dans l'aire de développement de la mine, et pour la prévision de la qualité chimique des eaux. Les sections ci-après contiennent des directives sur la manière d'utiliser les matrices, de même qu'une brève présentation de la structure et du fonctionnement du modèle. La matrice pour mines avec parcs à résidus et celle pour mines avec installations de lixiviation en tas sont très semblables, malgré quelques différences. Ainsi, les feuilles Introduction, les feuilles de description du modèle de bilan hydrique, et les feuilles des paramètres d'entrée des données climatiques sont les mêmes pour les deux matrices (voir la section 5.1). Les feuilles suivantes sont différentes : elles sont décrites à la section 5.2 pour mines avec parcs à résidus et à la section 5.3 pour les mines avec installations de lixiviation en tas. Les annexes B et C sont des illustrations des feuilles de calcul du modèle. Les cellules où des données doivent être entrées sont colorées en orange.

### 5.1 Présentation et description des matrices, données climatiques

#### 5.1.1 Principales hypothèses à la base du modèle à tableur Excel

Les matrices du modèle à tableur Excel sont fondées sur des hypothèses très simplifiées. Des modèles plus complexes peuvent être nécessaires pour évaluer la performance de systèmes de gestion des eaux et des conditions de projets miniers plus complexes. Voici les hypothèses clés qui ont servi de base au développement des modèles de bilans hydrique et massique mensuels à tableur Excel :

- chaque bassin de sous-bassin-versant est équipé de pompes ou d'une structure d'évacuation capable d'évacuer toutes les venues d'eau mensuelles (c.-à-d. il n'y a aucun stockage/accumulation net d'eau dans les bassins);
- les venues d'eau mensuelles sont suffisantes pour répondre à tous les besoins d'eau de l'infrastructure (le modèle met en surbrillance les valeurs négatives lorsque les venues d'eau sont insuffisantes);
- dans les modèles de bilans hydrique et massique, la productivité hydrologique (c.-à-d. la quantité d'eau s'écoulant d'un bassin-versant) est caractérisée par les coefficients d'écoulement maximaux, lesquels sont à leur tour déterminés au moyen des données physiques, climatiques et hydrogéologiques entrées dans le modèle (section 4).

**Il incombe à l'utilisateur de vérifier la validité du modèle pour la mine envisagée et d'apporter les changements nécessaires à la structure et aux équations du modèle pour répondre aux besoins de son projet. Golder ne peut être tenu responsable des bilans hydrique et massique issus de l'utilisation par un tiers des matrices de modèle déterministe Excel fournies avec le présent document.**

La structure actuelle du modèle vise principalement à démontrer l'intégration d'un bilan massique et d'un bilan hydrique. Il peut servir d'outil pour l'évaluation préliminaire de la capacité que doit avoir l'infrastructure de gestion des eaux à un site donné. Il y a lieu de modifier la structure et les équations du modèle pour incorporer



des caractéristiques propres au site et à l'infrastructure. Ces caractéristiques permettent de préciser la première hypothèse énoncée ci-dessus et elles comprennent notamment :

- la capacité de pompage de toutes les pompes;
- les courbes stockage-hauteur d'eau de tous les bassins et réservoirs du site minier;
- les courbes évacuation-hauteur d'eau pour tous les points de rejet du site minier;
- les directives opérationnelles, comme les limites minimales et maximales des niveaux d'eau opérationnels des bassins et retenues, de même que les contraintes physiques (p. ex., hauteur de crête) de ces structures de retenue.

Normalement, ces caractéristiques sont appliquées et mises à jour graduellement dans le cours de l'examen et du perfectionnement continu du modèle.

Selon la deuxième hypothèse clé, le modèle doit comporter des règles conditionnelles pour empêcher que les volumes d'eau stockés produisent des volumes négatifs (p. ex., si la hauteur d'eau dans le bassin de résidus est inférieure au niveau opérationnel minimal, selon le modèle, aucune eau de ce bassin ne peut être pompée jusqu'à l'usine). Ces règles conditionnelles sont établies d'après les courbes stockage-hauteur d'eau et évacuation-hauteur d'eau, et les directives opérationnelles spécifiques aux composantes de l'infrastructure de gestion des eaux prévue pour le site minier.

### **5.1.2 Feuilles Introduction du modèle à tableur Excel**

Les feuilles 1 à 4 contiennent de l'information générale sur le modèle et le site minier.

- La feuille 1 est la feuille couverture du modèle. L'utilisateur doit y entrer les données de base sur le projet (p. ex., nom de la mine, propriétaire, emplacement, minerai extrait, année minière modélisée, etc.).
- La feuille 2 présente la table des matières (TDM) du modèle. La TDM doit être modifiée, au besoin, pour refléter tout changement apporté au modèle.
- La feuille 3 présente brièvement les caractéristiques du projet et du site. L'information qui figure sur cette feuille est destinée à renseigner de manière générale les pairs et les responsables de la réglementation qui ne connaissent pas toujours bien le projet. Cette information n'est utilisée nulle part ailleurs dans le modèle.
- La feuille 4 présente les unités, symboles et abréviations couramment utilisés. L'utilisateur doit modifier, au besoin, cette feuille, pour y inscrire les unités et symboles importants pour son projet minier.

### **5.1.3 Description du modèle de bilan hydrique**

Les feuilles 5 à 9 décrivent la philosophie, l'approche et le montage du modèle, en plus d'expliquer brièvement les écoulements et les hypothèses reliés au projet minier.



- La feuille 5 présente la philosophie de modélisation et invite les utilisateurs à garder le modèle le plus simple possible et à éviter toute complexité inutile. Elle renseigne également sur la période de simulation couverte.
- La feuille 6 renseigne sur le montage du modèle et sur les caractéristiques types que doivent posséder les modèles déterministes de bilans hydrique et massique. L'utilisateur doit modifier cette feuille, au besoin, pour refléter tout changement apporté au modèle.
- La feuille 7 explique brièvement les écoulements et les hypothèses à la base du modèle. L'utilisateur doit modifier cette feuille, au besoin, pour refléter tout changement apporté au modèle. L'information qui figure sur cette feuille doit être partie intégrante de la documentation accompagnant le modèle, afin de faciliter l'examen de celui-ci par les pairs, les organismes de réglementation et les autres intervenants concernés par le projet et le processus d'examen réglementaire.
- Les feuilles 8 et 9 présentent le schéma logique du bilan hydrique et la liste connexe des écoulements. Tout modèle doit comporter un schéma conceptuel du bilan hydrique et une liste des écoulements, éléments qui faciliteront son développement et son examen. L'utilisateur **doit** mettre à jour les feuilles 8 et 9 selon les conditions et les paramètres propres au projet.

### 5.1.4 Données climatologiques d'entrée

La feuille 10 résume les données de précipitations, d'écoulement et d'évaporation utilisées dans le modèle. Cette feuille doit être mise à jour en fonction des conditions de précipitations, d'écoulement et d'évaporation propres au site. L'utilisateur doit entrer les précipitations moyennes mensuelles pour générer des distributions mensuelles sur un an. Il est aussi possible d'entrer des valeurs de précipitations annuelles correspondant aux critères de conception ou aux scénarios de gestion des eaux envisagés (p. ex., année sèche, normale, humide). Cette valeur sera répartie entre les mois, d'après la distribution moyenne annuelle des précipitations. Les facteurs d'écoulement pour chaque bassin-versant doivent aussi être entrés. De plus, l'écoulement mensuel en pourcentage de l'accumulation doit être entré pour tenir compte de l'enneigement hivernal. De même, l'évaporation-bac annuelle moyenne est nécessaire pour générer la distribution mensuelle de l'évaporation. L'utilisateur doit aussi choisir un volume d'évaporation annuel (correspondant habituellement à une année normale, humide ou sèche) qui sera réparti mensuellement. Un facteur de conversion de l'évaporation-bac en évaporation-lac doit être indiqué, le cas échéant. Toutes les hypothèses doivent être documentées et référencées.

Il n'est pas essentiel, pour le modèle, que les tableaux des événements pluvio-hydrologiques de courte durée nominaux et des précipitations annuelles à long terme soient remplis. Mais les valeurs de ces deux tableaux peuvent être utiles dans l'évaluation de scénarios de gestion des eaux et dans le choix de données de précipitations annuelles pour la modélisation des écoulements.

Des modèles de bilans hydrique et massique fondés uniquement sur des données de précipitations mensuelles sont habituellement acceptables aux premières phases d'un projet (c.-à-d. exploration et étude de faisabilité). Mais il peut être nécessaire, aux phases subséquentes, d'examiner les précipitations sur une période plus courte (p. ex., journalière). Par ailleurs, les données de chutes de pluie et de chutes de pluie sur neige de courte



durée (c.-à-d. 24 heures ou moins, selon le temps de concentration dans le bassin-versant) seront nécessaires pour la conception détaillée de l'infrastructure de gestion des eaux.

## **5.2 Mines avec bassins de résidus**

### **5.2.1 Données opérationnelles et écoulements associés au traitement du minerai**

Les feuilles 11 à 15 présentent les données opérationnelles et les écoulements associés au traitement du minerai. Le calendrier de production prévu pendant la durée de vie de la mine est entré à la feuille 11 (Calendrier de production détaillé). Ce calendrier peut devoir être modifié pendant la vie de la mine, selon l'exploitation. Il vise à donner un aperçu de la vie de la mine; cela étant, le modèle de bilan hydrique ne considère qu'une année à la fois. L'utilisateur doit donc entrer l'année de production à modéliser au tableau Calendrier de production sommaire.

Le tableur Excel définit l'année minière comme correspondant à une année hydrologique, qui va habituellement du 1<sup>er</sup> octobre au 30 septembre, selon les conditions hydrologiques locales. Bien que le tableur soit conçu pour modéliser une période d'un an de la vie de la mine, il est toujours recommandé d'utiliser les années hydrologiques pour obtenir une simulation dynamique de toute la vie de la mine, afin de représenter correctement des processus naturels importants, comme la croissance et l'épuisement de l'enneigement. Au besoin, les données opérationnelles seront mises à zéro pour la partie de la première année hydrologique où la mine n'est pas encore entrée en activité.

Les données opérationnelles concernant la production de minerai et de résidus, les écoulements influant sur le bilan hydrique de l'usine de traitement du minerai, et les autres écoulements influant sur le modèle sont entrées sur la feuille 12.

Aucune entrée de données n'est nécessaire sur les feuilles 13 à 15. Ces feuilles utilisent les données entrées sur la feuille 12 pour estimer les besoins en eau d'appoint et les pertes dans l'usine, et pour calculer les données opérationnelles et les écoulements associés au traitement du minerai. Plus précisément :

- la feuille 13 présente une estimation des besoins en apport d'eau douce de l'usine de traitement du minerai, et des pertes par évaporation et par déversement dans l'usine;
- la feuille 14 calcule les données opérationnelles et les écoulements associés au traitement du minerai, à partir des calculs et des formules figurant sur la feuille;
- la feuille 15 présente le sommaire du bilan hydrique de l'usine de traitement du minerai et des écoulements associés au traitement du minerai. Les écoulements mensuels présentés sur cette feuille servent aux calculs du bilan massique sur les feuilles suivantes.

### **5.2.2 Débits associés aux précipitations**

Les feuilles 16 à 23 présentent les débits associés aux précipitations. À la feuille 16, l'utilisateur doit entrer la surface des bassins-versants et des sous-bassins-versants qui composent le site minier. Ces surfaces peuvent changer à mesure que la mine se développe, et cette feuille doit donc être mise à jour pour refléter les bassins-versants prévus pour l'année minière modélisée. L'information de la feuille 16 est utilisée dans les feuilles subséquentes du modèle pour calculer les débits.



Les feuilles 17 à 23 présentent les débits d'écoulement des précipitations par sous-bassin-versant, pour les composantes présentées dans le schéma logique des écoulements (feuille 8). Aucune entrée de donnée n'est nécessaire car ces feuilles effectuent les calculs à partir des surfaces de bassins-versants entrées à la feuille 16 et des données de précipitations entrées à la feuille 10.

### **5.2.3 Débits d'évaporation, d'infiltration et autres débits**

Les feuilles 24 à 26 présentent les pertes par évaporation, les débits d'infiltration et d'autres débits. La feuille 24 calcule les pertes par évaporation à partir des données d'évaporation-lac entrées à la feuille 10 et des surfaces de bassins pour chaque sous-bassin versant, définies à la feuille 16. Aucune entrée de donnée n'est nécessaire à la feuille 24.

La feuille 25 calcule les débits d'infiltration à partir des estimations journalières entrées par l'utilisateur. Elle calcule les infiltrations mensuelles vers et depuis chaque bassin modélisé. Il est important de noter que selon la définition du REMM, les infiltrations dans l'environnement sont considérées comme des rejets finaux. Il peut donc être nécessaire de contrôler le débit et la qualité des eaux d'infiltration avant leur rejet dans l'environnement.

La feuille 26 calcule d'autres écoulements, comme l'eau pour l'abattage de la poussière, l'eau potable et l'eau usée traitée, d'après l'information de la feuille 12 et les données entrées par l'utilisateur. Le pourcentage mensuel du volume d'eau utilisé comme abat-poussière doit être entré sur la feuille 26.

### **5.2.4 Bilan hydrique – Débits modélisés**

Les feuilles 27 à 35 présentent les écoulements modélisés par sous-bassin versant. Un sommaire des débits mensuels de chaque écoulement de sous-bassin versant formant le schéma logique des écoulements (feuille 8) est présenté sur les feuilles 27 à 33. La feuille 34 présente un sommaire des écoulements/pertes modélisés par mois. La feuille 35 présente un sommaire des principales données d'entrée utilisées dans le modèle de bilan hydrique. Aucune entrée n'est requise de la part de l'utilisateur dans les feuilles 27 à 35.

### **5.2.5 Bilan massique – Qualité des effluents et des eaux réceptrices**

Les feuilles 36 à 47 présentent le module « bilan massique ». Aux feuilles 36 et 37, l'utilisateur entre les concentrations de constituants associés aux écoulements, aux précipitations, aux rejets et aux infiltrations, pour chaque écoulement du schéma logique des écoulements (feuille 8).

La feuille 36 demande l'entrée des concentrations associées aux écoulements de la mine, tandis que la feuille 37 demande l'entrée de données concernant le milieu récepteur en amont de chaque point de contrôle de la conformité. Les valeurs de concentration des constituants entrées dans ces feuilles servent aux feuilles 38 à 44 à calculer les charges massiques d'après les débits calculés dans les feuilles précédentes.

La feuille 45 calcule la qualité de l'eau modélisée aux points de rejets des effluents de la mine. La qualité de l'eau, exprimée en concentration, est établie à partir du débit et de la charge de contaminants des effluents, calculés dans les feuilles précédentes.

La feuille 46 présente les critères de qualité de l'eau selon :



- le *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (EC, 2002);
- les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (CCME, 2007);
- les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (CFPTEP, 2008).

**Il incombe à l'utilisateur de vérifier que la feuille 46 contienne les derniers critères de qualité de l'eau en vigueur pour son projet minier.**

La feuille 47 présente la qualité de l'eau estimée à des points de contrôle de la conformité choisis dans le milieu récepteur, d'après les charges associées aux effluents miniers rejetés, et les charges estimatives associées au milieu récepteur en amont du point de contrôle de la conformité. L'utilisateur doit entrer les critères de qualité de l'eau pour chaque paramètre d'intérêt dans les cellules orange, d'après les valeurs de la feuille 47. La concentration calculée d'un paramètre sera mise en surbrillance mauve si elle dépasse le critère de qualité de l'eau choisi.

## **5.3 Mines avec installations de lixiviation en tas**

### **5.3.1 Données opérationnelles et écoulements associés au traitement du minerai**

Les feuilles 11 à 17 présentent les données opérationnelles et les écoulements associés au traitement du minerai. Le calendrier de production prévu pendant la durée de vie de la mine est entré à la feuille 11 (Calendrier de production détaillé). Ce calendrier peut devoir être modifié pendant la vie de la mine, selon l'exploitation. Il vise à donner un aperçu de la vie de la mine; cela étant, le modèle de bilan hydrique ne considère qu'une année à la fois. L'utilisateur doit donc entrer l'année de production à modéliser au tableau Calendrier de production sommaire.

Le tableur Excel définit l'année minière comme correspondant à une année hydrologique, qui va habituellement du 1<sup>er</sup> octobre au 30 septembre, selon les conditions hydrologiques locales. Bien que le tableur soit conçu pour modéliser une période d'un an dans la vie de la mine, il demeure recommandé d'utiliser les années hydrologiques si on utilise le tableur pour produire une simulation dynamique de toute la vie de la mine, afin de représenter correctement d'importants processus naturels, comme la croissance et l'épuisement de l'enneigement. Au besoin, on donnera une valeur zéro aux données opérationnelles concernant les mois de la première année hydrologique où la mine n'était pas encore entrée en activité.

Les données opérationnelles concernant le minerai soumis à la lixiviation, les écoulements influant sur l'usine de traitement, et les autres écoulements influant sur le modèle sont entrées sur la feuille 12.

Les données opérationnelles concernant le système d'irrigation/de récupération des solutions de lixiviation sont entrées sur la feuille 14. Les données comprennent les taux d'irrigation et les volumes de minerai qui subiront des pertes d'eau en raison de leur saturation, les procédés, et le drainage depuis la saturation jusqu'à la teneur résiduelle en eau du minerai. La feuille est conçue de façon très souple : elle peut être adaptée aux systèmes de lixiviation à fonctionnement continu et à fonctionnement intermittent.

Aucune entrée de donnée n'est nécessaire sur les feuilles 13, 15 et 16. Ces feuilles utilisent les données entrées sur la feuille 12 pour estimer les besoins en eau d'appoint et les pertes dans l'usine de traitement du minerai, et



pour calculer les données opérationnelles et les écoulements associés au traitement du minerai. Plus précisément :

- la feuille 13 présente une estimation des besoins en eau douce d'appoint à l'usine de traitement du minerai, et des pertes par évaporation et par déversement dans l'usine;
- la feuille 15 calcule les données opérationnelles et les écoulements associés au traitement du minerai, à partir des calculs et des formules figurant sur la feuille;
- la feuille 16 présente le sommaire du bilan hydrique de l'usine de traitement du minerai et des écoulements associés au traitement du minerai. Les écoulements mensuels présentés sur cette feuille servent aux calculs des bilans hydrique et massique sur les feuilles suivantes.

### **5.3.2 Débits associés aux précipitations**

Les feuilles 17 à 26 présentent les débits associés aux précipitations. À la feuille 17, l'utilisateur doit entrer la surface du bassin-versant et des sous-bassins-versants qui composent le site minier. Ces surfaces peuvent changer à mesure que la mine se développe, et cette feuille doit donc être mise à jour pour refléter les bassins-versants prévus pour l'année minière modélisée. L'information de la feuille 17 est utilisée dans les feuilles subséquentes du modèle pour calculer les débits.

Les feuilles 18 à 26 présentent les débits d'écoulement des précipitations par sous-bassin-versant, pour les composantes présentées dans le schéma logique des écoulements (feuille 8). Aucune entrée de donnée n'est nécessaire car ces feuilles effectuent les calculs à partir des surfaces de bassins-versants entrées à la feuille 17 et des données de précipitations entrées à la feuille 10.

### **5.3.3 Débits d'évaporation, d'infiltration et autres débits**

Les feuilles 27 à 30 présentent les pertes par évaporation, les débits d'infiltration et d'autres débits. La feuille 27 calcule les pertes par évaporation à partir des données d'évaporation-lac entrées à la feuille 10 et des surfaces de bassins pour chaque sous-bassin-versant, définies à la feuille 17. Aucune entrée de donnée n'est nécessaire à la feuille 27.

La feuille 28 calcule les débits d'infiltration à partir des estimations journalières entrées par l'utilisateur. Elle calcule les infiltrations mensuelles vers et depuis chaque bassin modélisé. Il est important de noter que selon la définition du REMM, les infiltrations dans l'environnement sont considérées comme des rejets finaux. Il peut donc être nécessaire de contrôler le débit et la qualité des eaux d'infiltration avant leur rejet dans l'environnement.

La feuille 29 calcule d'autres écoulements, comme l'eau pour l'abattage de la poussière, l'eau potable et l'eau usée traitée, d'après l'information de la feuille 12 et les données entrées par l'utilisateur. Le pourcentage mensuel du volume d'eau utilisé comme abat-poussière doit être entré sur la feuille 29.

La feuille 30 calcule la distribution mensuelle du volume d'eau et des pertes d'eau dans le système d'application de la solution lixiviante et de récupération du lixiviat, d'après les données des feuilles 12 et 14. Aucune entrée de donnée n'est nécessaire sur la feuille 30.



### 5.3.4 Bilan hydrique – Débits modélisés

Les feuilles 31 à 42 présentent les écoulements modélisés par sous-bassin-versant. Un sommaire des débits mensuels de chaque écoulement du sous-bassin-versant figurant dans le schéma logique des écoulements (feuille 8) est présenté aux feuilles 31 à 40. La feuille 41 présente un sommaire des écoulements/pertes modélisés par mois. La feuille 42 présente un sommaire des principales données d'entrée utilisées dans le modèle de bilan hydrique. Aucune entrée n'est requise de la part de l'utilisateur dans les feuilles 31 à 42.

### 5.3.5 Bilan massique – Qualité des effluents et de l'eau réceptrice

Les feuilles 43 à 53 présentent le module « bilan massique ». Aux feuilles 43 et 44, l'utilisateur entre les concentrations des constituants associés aux écoulements, aux précipitations, aux rejets et aux infiltrations, pour chaque écoulement du schéma logique des écoulements (feuille 8).

La feuille 43 demande l'entrée des concentrations associées aux écoulements de la mine, tandis que la feuille 44 demande l'entrée des données concernant le milieu récepteur en amont de chaque point de contrôle de la conformité. Les valeurs de concentration des constituants entrées dans ces feuilles servent aux feuilles 45 à 53 à calculer les charges massiques d'après les débits calculés dans les feuilles précédentes.

La feuille 54 calcule la qualité de l'eau modélisée aux points de rejets des effluents de la mine. La qualité de l'eau, exprimée en concentration, est établie à partir du débit et de la charge de contaminants des effluents, calculés dans les feuilles précédentes.

La feuille 55 présente les critères de qualité de l'eau selon :

- le *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (EC, 2002);
- les *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique* (CCME, 2007);
- les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada* (CFPTEP, 2008).

**Il incombe à l'utilisateur de vérifier que la feuille 55 contienne les derniers critères de qualité de l'eau en vigueur pour son projet minier.**

La feuille 56 présente la qualité de l'eau estimée à des points de contrôle de la conformité choisis dans le milieu récepteur, d'après les charges associées aux effluents miniers rejetés, et les charges estimatives associées au milieu récepteur en amont du point de contrôle de la conformité. L'utilisateur doit entrer les critères de qualité de l'eau pour chaque paramètre d'intérêt dans les cellules orange, d'après les valeurs de la feuille 47. La concentration calculée d'un paramètre sera mise en surbrillance mauve si elle dépasse le critère de qualité de l'eau choisi.



## **6.0 SIMULATEURS POLYVALENTS POUR LA MODÉLISATION DES BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE**

Il se peut que le modèle déterministe à tableur présenté à la section 5 ne possède pas la souplesse nécessaire pour modéliser les bilans hydrique et massique d'un développement minier donné. Une longue période de simulation, et une infrastructure et des opérations de gestion des eaux particulièrement complexes peuvent rendre un modèle à tableur trop lourd ou laborieux à utiliser.

Cette section présente un éventail de simulateurs polyvalents qui peuvent servir de solutions de remplacement aux modèles déterministes de bilans hydrique et massique à tableur. Comparativement, ces simulateurs comportent généralement une interface utilisateur plus conviviale pour le développement du modèle et utilisent des opérateurs conditionnels plus complexes (p. ex., si, ou, énoncés; distributions de probabilité; etc.). Ils sont donc normalement utilisés pour simuler et évaluer la performance de systèmes de gestion des eaux particulièrement complexes.

### **6.1 Conceptualisation des éléments du modèle**

Le schéma logique du bilan hydrique, avec les écoulements qui le composent (décrit à la section 5.2) est une étape incontournable du développement d'un bilan hydrique et massique, peu importe la plateforme de modélisation utilisée. La première chose à faire, avant de se tourner vers un simulateur quel qu'il soit, est de développer un tel schéma logique, avec les écoulements connexes. Ce schéma aidera à déterminer les éléments de base de la simulation nécessaires pour représenter l'infrastructure et les opérations de gestion des eaux de la mine.

### **6.2 Exemples de simulateurs**

Cette section donne une brève description de simulateurs offerts dans le commerce. Leur description dans ce document d'orientation ne constitue nullement une approbation de ces outils. Les descriptions visent plutôt à illustrer les capacités auxquelles on peut habituellement s'attendre d'un simulateur.

#### **6.2.1 GoldSim**

GoldSim est un simulateur polyvalent qui possède les caractéristiques et la souplesse nécessaires pour simuler la performance de tous les types de systèmes d'ingénierie. Il est souvent utilisé dans l'industrie minière pour étayer les options de gestion des eaux, concevoir les composantes clés de l'infrastructure, évaluer l'incertitude sous-jacente aux scénarios de gestion des eaux, exécuter des analyses de sensibilité et effectuer des simulations de la qualité de l'eau fondée sur le bilan massique. La figure 11 est un instantané d'écran de l'interface utilisateur tiré d'un modèle type de bilan hydrique GoldSim.

Voici quelques avantages du simulateur GoldSim par rapport aux simples modèles déterministes à tableur :

- les modèles GoldSim peuvent être développés pour donner une représentation plus graphique et plus intuitive des processus et composantes de gestion des eaux;



## MODÈLES DE BILANS HYDRIQUE ET MASSIQUE GOUVERNEMENT DU YUKON ET ENVIRONNEMENT CANADA

- capacité de représenter explicitement les incertitudes liées aux systèmes de gestion des eaux;
- capacité d'exécuter des simulations déterministes et probabilistes à partir du même modèle de base;
- capacité d'intégrer la qualité de l'eau et la quantité d'eau au même modèle;
- capacité de faire varier la période de simulation dans le même modèle de base;
- souplesse permettant de modéliser des conditions qui varient dans le temps (p. ex., capacité de l'usine de traitement du minerai; sources d'eau de procédé; fonctionnement des albaques) pendant toute la vie de la mine à partir du même modèle de base;
- capacité d'interagir avec divers formats de fichiers externes (p. ex., Excel, Access, etc.).

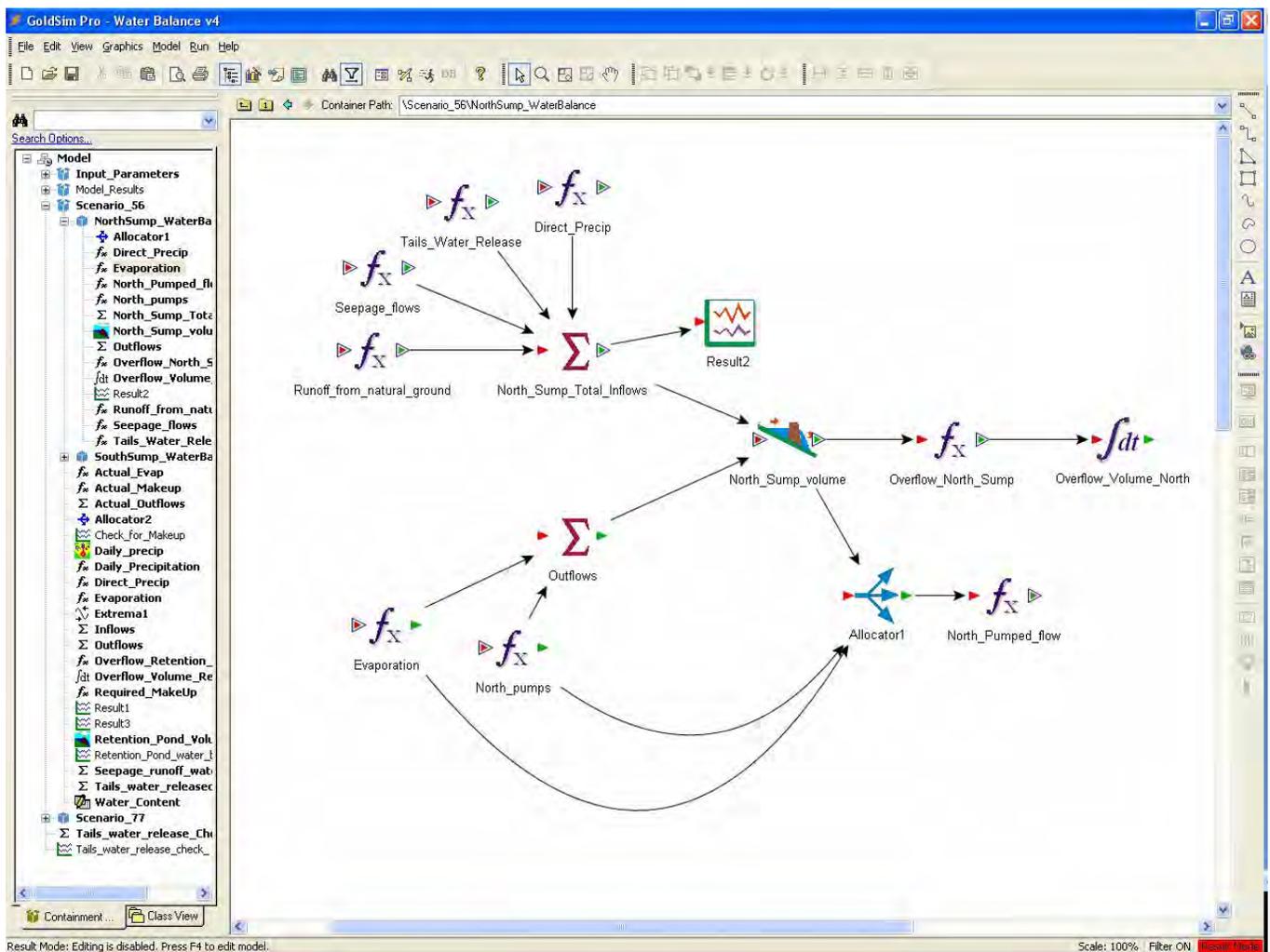


Figure 11 : Instantané d'écran de l'interface utilisateur GoldSim



## 6.2.2 MATLAB Simulink

MATLAB est un environnement de programmation orienté objet pour le calcul scientifique. Habituellement utilisé pour modéliser des systèmes d'ingénierie, il peut réaliser des simulations qui comportent une très grande quantité de calculs et nécessitent un recours intensif à des réseaux, des matrices et des analyses graphiques de données. Simulink est un simulateur polyvalent construit pour l'utilisation des bibliothèques étendues de fonctions de MATLAB. Simulink offre une interface graphique interactive qui permet de modéliser, simuler et analyser des systèmes dynamiques et de tester divers systèmes qui changent dans le temps. Comme Simulink est une partie intégrante de MATLAB, il est facile de passer de l'un à l'autre pendant l'analyse et de tirer parti des caractéristiques offertes par les deux environnements. Dans l'environnement Simulink, les modèles sont hiérarchiques. Cela permet de gérer des aménagements complexes en fractionnant les modèles et en utilisant des approches descendantes. La figure 12 est un instantané d'écran de l'interface utilisateur MATLAB Simulink pour la représentation d'un modèle de système.

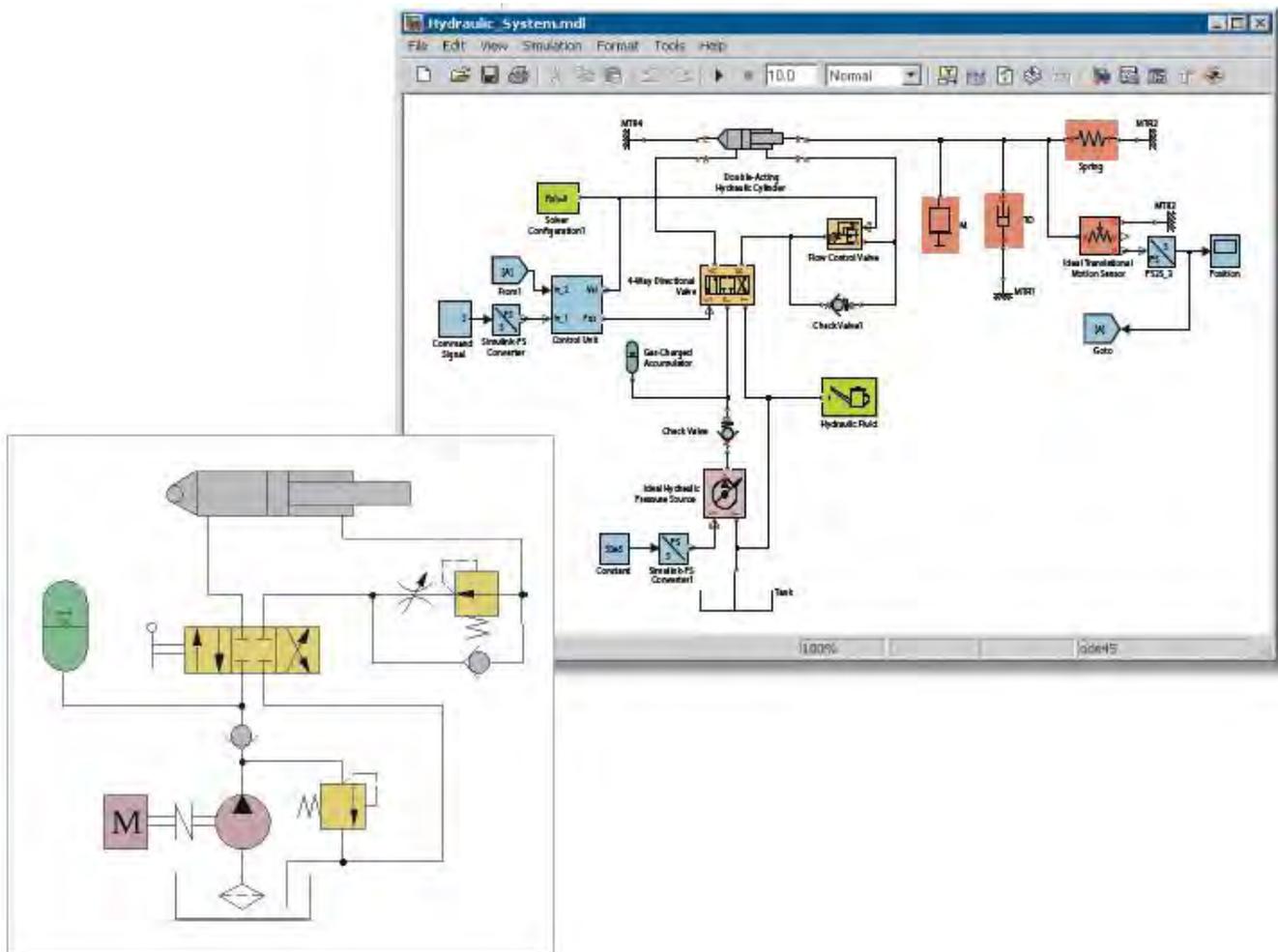


Figure 12 : Instantané d'écran de l'interface utilisateur Simulink (système hydraulique)



### 6.2.3 Stella

Stella est une interface graphique intuitive à icônes, conçue pour simplifier la construction d'un modèle. L'environnement de modélisation du logiciel Stella facilite la cartographie, la modélisation, la simulation et la communication de processus dynamiques. La figure 13 est un instantané d'écran de l'interface utilisateur Stella. Voici quelques-uns des avantages de l'environnement de modélisation Stella par rapport aux simples modèles déterministes à tableur :

- capacité de simuler un système dans le temps;
- les équations du modèle sont générées automatiquement et accessibles au modélisateur;
- permet d'effectuer des analyses de sensibilité;
- permet une exécution partielle des modèles, afin de faire porter l'analyse sur des secteurs, des modules ou des moments précis;
- indique clairement les entrées et les sorties du système et les résultats;
- comporte des liens dynamiques d'importation/exportation de données avec MS Excel.

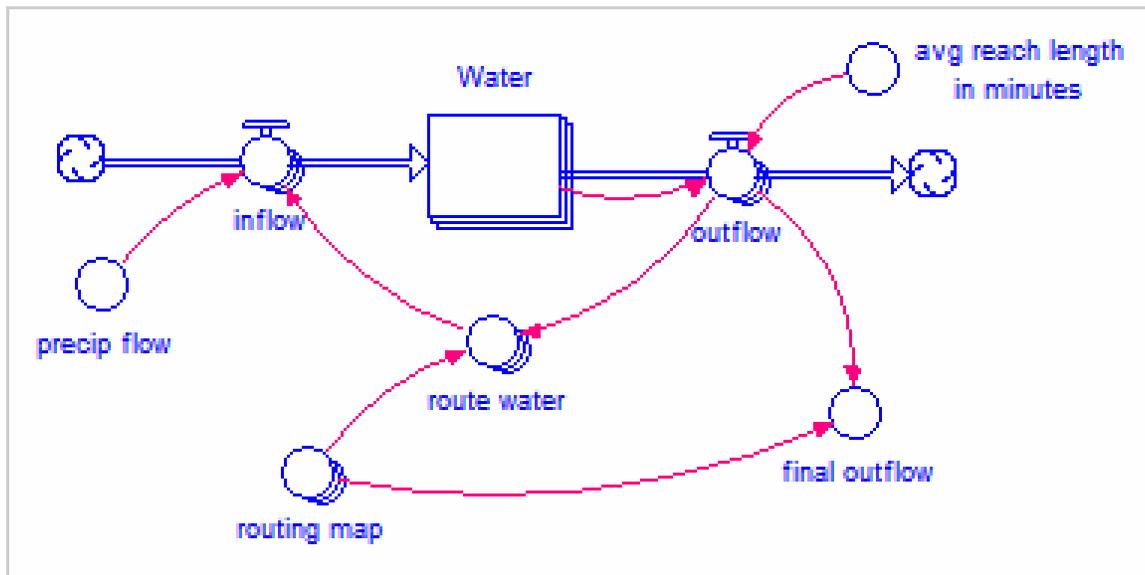


Figure 13 : Instantané d'écran de l'interface utilisateur Stella (modélisation d'un bassin-versant)



## 7.0 MODÈLES SPÉCIALISÉS POUR LES EAUX

Prédire les débits d'effluents miniers et la qualité de l'eau résultante dans le milieu récepteur peut nécessiter le recours à des modèles spécialisés de rejets liquides et d'eaux réceptrices, largement reconnus par les praticiens et testés par les experts. Ces modèles simulent la circulation et l'évolution des polluants dans les lacs, ruisseaux, rivières, estuaires, ou dans les aires à proximité du littoral (EPA, 1997). Ces modèles peuvent aussi être nécessaires pour des composantes de l'infrastructure de gestion des eaux (c.-à-d. bassins de résidus de grande superficie et profonds, lacs miniers) qui ne sont pas toujours faciles à modéliser au moyen de modèles à tableur ou de simulateurs polyvalents.

Cette section décrit brièvement une gamme de modèles de rejets liquides et d'eaux réceptrices; ces modèles ne représentent toutefois **pas** une liste exhaustive des modèles qui existent. De plus, la mention des modèles dans le présent document ne constitue pas une approbation de ceux-ci, mais seulement un énoncé de leurs capacités. L'information présentée ci-après est tirée de *Compendium of Tools for Watershed Assessment and TMDL Development* (EPA, 1997) et du rapport de la Water Environment Research Foundation (WERF) intitulé *Water Quality Models* (WERF, 2001).

Pour plus de détails sur les modèles de rejets liquides et d'eaux réceptrices, les techniques et modèles d'évaluation écologiques, les critères de sélection d'un modèle, et pour un outil de sélection d'un modèle, on se reportera aux ouvrages susmentionnés.

### 7.1 Modèles hydrologiques et modèles de qualité de l'eau

Les modèles hydrologiques et les modèles de qualité de l'eau sont utilisés pour déterminer la charge polluante passant de la surface terrestre d'un bassin-versant à un plan d'eau récepteur (WERF, 2001). Ces modèles servent aussi à évaluer les changements à la quantité et à la qualité des polluants qui résultent de changements dans l'utilisation du sol. Ils simulent en outre les processus chimiques et biologiques à l'œuvre dans un plan d'eau, d'après les apports de l'extérieur et les réactions.

Le recueil de l'EPA (1997) regroupe les modèles hydrologiques et les modèles de qualité de l'eau selon la manière dont ils traitent les changements dans le temps. Certains modèles utilisent des formulations stables et d'autres, des formulations dynamiques (qui varient avec le temps). Les modèles dynamiques permettent une évaluation détaillée de données d'entrée qui varient en fonction du temps, comme les sources diffuses, et d'examiner les réactions à court terme et à long terme des eaux réceptrices. Il faut toutefois consacrer beaucoup de travail à la préparation des fichiers de données d'entrée; au montage, au calage et à la validation du modèle; et au traitement des données de sortie.

Voici un bref aperçu de modèles types, stables et dynamiques, de la qualité de l'eau.

#### **GWLF**

Le modèle Generalized Watershed Loading Functions (GWLF), développé à la Cornell University, sert habituellement à évaluer l'effet de diverses pratiques de gestion des sols et des caractéristiques de la surface terrestre sur les charges aval, ponctuelles et diffuses, de sédiments et de nutriments. Comparativement à ses semblables, il est peu exigeant en données d'entrée, et ses résultats peuvent être utilisés pour déterminer et



classer les sources de pollution, et pour évaluer divers programmes de gestion du bassin-versant et les impacts des utilisations des sols (EPA, 1997). Mais le GWLF comporte une limite importante : il ne tient pas compte des charges de substances toxiques et de métaux.

### **HSPF**

L'Hydrological Simulation Program – FORTRAN (HSPF) est un système complet de modélisation qui permet de simuler l'hydrologie et la qualité de l'eau d'un bassin-versant, pour ce qui est des chargements ponctuels et diffus, et il s'applique aux polluants conventionnels et aux contaminants toxiques organiques. Le modèle est souvent utilisé dans les analyses de la charge quotidienne maximale totale (CQMT), et on peut le télécharger gratuitement en se rendant sur le site Web de l'EPA. Il utilise des données historiques des précipitations, de la température, du rayonnement solaire, des caractéristiques de la surface terrestre et des pratiques de gestion des sols pour simuler les processus qui surviennent dans un bassin-versant. Les résultats concernant la quantité et la qualité de l'eau sont en diagrammes d'évolution et les prévisions du modèle comprennent les débits, la température, les charges de sédiments, les contaminants toxiques, les nutriments et les concentrations d'autres constituants dans la colonne d'eau. Un système expert de gestion préalable des bases de données a été développé pour le HSPF, pour appuyer le traitement de grandes quantités de données d'entrée et de sortie.

## **7.2 Modèles hydrodynamiques**

Les modèles hydrodynamiques sont normalement utilisés pour simuler les processus de circulation, de transport de stratification et de sédimentation dans des plans d'eau récepteurs, comme des réservoirs et des réseaux hydrographiques contrôlés. Ils permettent de simuler une régulation des débits à l'aide de structures hydrauliques et le mouvement des eaux dans des ruisseaux, des lacs, des bassins de résidus et des lacs miniers, d'après la bathymétrie et la géométrie du rivage. Le modèle peut aussi comprendre des processus physiques comme les effets du vent et des marées, le forçage de flottabilité, la vitesse de la turbulence et le transfert de masse (EPA, 1997). Certains modèles hydrodynamiques peuvent être couplés extrinsèquement à des modèles de qualité de l'eau, tandis que d'autres sont couplés intrinsèquement à des programmes de simulation de la qualité (toxicité) de l'eau.

Voici un bref aperçu de trois de ces modèles.

### **EFDC**

L'Environmental Fluid Dynamics Computer Code (EFDC) est un modèle hydrodynamique tridimensionnel numérique polyvalent. L'EFDC est habituellement conjugué au Water Quality Analysis Simulation Program (WASP, présenté ci-dessous). Il peut être appliqué à un large éventail d'écoulements environnementaux de type « couche limite », qui peuvent être considérés comme verticalement hydrostatiques. Le modèle peut simuler ce qui suit :

- circulation influencée par la densité et la géométrie;
- débits dus aux marées et au vent;



- distributions spatiale et temporelle de la salinité, de la température et de la concentration des sédiments;
- noyage et assèchement des zones peu profondes;
- structures de contrôle hydraulique;
- résistance de la végétation dans les milieux humides.

## **WASP**

Le Water Quality Analysis Simulation Program (WASP) est un logiciel polyvalent qui permet de modéliser le devenir et le transport de polluants conventionnels et de substances toxiques dans les eaux de surface. Le caractère modulaire du programme permet à l'utilisateur d'y incorporer ses propres routines. Le WASP peut traiter des problèmes en une, deux et trois dimensions, et il est conçu pour être relié à d'autres modèles hydrodynamiques, comme l'EFDC (présenté ci-dessus). Le modèle comprend des modules sur la qualité de l'eau/l'eutrophisation et sur la caractérisation des substances toxiques. Les utilisateurs doivent entrer des données sur la géométrie, l'advection et la dispersion, les vitesses de sédimentation et les taux de remise en suspension, les conditions limites, les charges extrinsèques (sources ponctuelles et diffuses) et les conditions initiales. Le système de modélisation WASP a été utilisé dans un large éventail d'applications de réglementation et de gestion de la qualité de l'eau, pour les rivières, les lacs et les estuaires (EPA, 1997).

## **CE-QUAL-W2**

Le CE-QUAL-W2 est un modèle bidimensionnel de simulation du comportement hydrodynamique et de la qualité de l'eau, basé sur des moyennes latérales, qui trouve ses meilleures applications dans les nappes d'eau stratifiées, comme les réservoirs et les réservoirs étroits, qui affichent une grande homogénéité transversale. Les routines de simulation de la qualité de l'eau et du comportement hydrodynamique sont directement couplés; toutefois, il est possible de mettre à jour les routines de simulation de la qualité de l'eau moins souvent que les routines de simulation du comportement hydrodynamique, ce qui peut alléger les calculs dans le cas de systèmes complexes. Le modèle simule l'interaction de facteurs physiques comme les régimes d'écoulement et de température, les facteurs chimiques, comme les nutriments et les interactions algales. Les constituants sont classés selon quatre degrés de complexité, ce qui donne une marge de manœuvre dans l'application du modèle. Le premier niveau comprend les matières conservatives et non interactives, ou qui sont sans effet sur les autres matières. Au deuxième niveau, l'utilisateur peut simuler la dynamique interactive de l'oxygène, des phytoplanctons et des nutriments, tandis que le troisième niveau permet de simuler des valeurs de pH et des carbonates, et le quatrième niveau permet la simulation du fer total. Le modèle a été largement appliqué aux rivières, aux lacs réservoirs et aux estuaires.

## **7.3 Modèles de mélange des effluents**

Les modèles de mélange des effluents évaluent le mélange des contaminants à proximité du point de rejet d'un effluent. Ils peuvent servir à modéliser les caractéristiques du mélange, dans le champ proche, d'effluents



miniers rejetés dans un cours d'eau ou dans un plan d'eau par un exutoire de surface ou un diffuseur. On trouvera ci-après une brève description de deux modèles de mélange types, couramment utilisés.

### **CORMIX**

Le système Cornell Mixing Zone Expert System (CORMIX) est un modèle de zone de mélange et un outil d'aide à la décision avalisé par l'EPA (É.-U.) pour l'évaluation des effets sur l'environnement de la réglementation relative aux zones de mélange produites par le rejet continu d'effluents depuis une source ponctuelle. CORMIX accentue le rôle de l'interaction limitrophe pour prévoir un comportement de mélange stable. Le modèle peut servir à évaluer la conformité des rejets aux limites réglementaires; il peut rendre compte de polluants non conservatifs à décomposition de premier ordre et des effets du vent sur la dispersion du panache de l'effluent. Le système CORMIX permet d'analyser les rejets par source ponctuelle immergée, les rejets par diffuseur multiport immergé, et les rejets flottants.

### **VP**

Le modèle VISUAL PLUMES (VP) simule des panaches immergés uniques et multiples dans un écoulement ambiant arbitrairement stratifié. On peut s'en servir pour modéliser des rejets dans de l'eau de mer et de l'eau douce, par plusieurs types et configurations d'exutoires, et des panaches flottants et denses. VP permet de modéliser l'accumulation conservative des polluants de fond présents dans les courants de marée et d'exécuter des analyses de sensibilité. L'interface et le gestionnaire de modèle de VP permettent de préparer des données d'entrée communes pour exécuter deux passes du modèle de dilution initiale du panache (en champ proche). Deux algorithmes en champ lointain sont alors automatiquement lancés qui rendent compte de la zone au-delà de la dilution initiale. Les modèles en champ lointain sont des modèles mathématiques relativement complexes, qui analysent et prédisent le comportement de dilution initiale des panaches aquatiques, tandis que les algorithmes en champ lointain sont des applications relativement simples d'équations de dispersion en champ lointain.



## **8.0 CONCLUSION**

Le présent document vise à guider le développement de modèles intégrés de bilans hydrique et massique pour les projets miniers au Canada. Il s'adresse aux responsables gouvernementaux et industriels et aux consultants du secteur minier et traite des divers aspects du volet « ressources en eau » de la planification d'une mine. Son but est d'appuyer la conception et l'exploitation de la mine tout en protégeant l'environnement. Il donne un aperçu de la réglementation fédérale qui régit les évaluations environnementales reliées à la mise en œuvre de projets miniers au Canada. Il expose aussi brièvement les enjeux liés au cycle de vie et à la gestion des eaux, dans un projet minier.

Ce document d'orientation décrit en gros les données d'entrée et de sortie normalement associées au développement de modèles de bilans hydrique et massique pour des projets miniers. D'autres facteurs à prendre en considération sont aussi abordés, comme les changements climatiques et les analyses de sensibilité et d'incertitude. Deux modèles déterministes à tableur Excel de bilans hydrique et massique, présentés sous forme de matrices, accompagnent le document d'orientation. Les instructions sur l'utilisation des matrices comprennent un bref résumé de la structure et du fonctionnement du modèle.

Il se peut que les matrices fournies ne soient pas suffisamment souples pour modéliser les bilans hydrique et massique d'un développement minier donné. Un modèle plus complexe peut se révéler nécessaire pour simuler et évaluer la performance de systèmes de gestion des eaux et de projets miniers complexes. Des simulateurs polyvalents peuvent être utilisés à la place de la matrice à tableur Excel ci-jointe. On en trouve une brève description dans ce document.

**Il incombe à l'utilisateur de vérifier la validité du modèle pour le projet minier envisagé et d'apporter les changements nécessaires à la structure et aux équations du modèle pour les adapter à son projet. Golder ne peut être tenu responsable d'aucun bilan hydrique et/ou d'aucun résultat de modèle obtenu par quiconque à l'aide des matrices fournies.**

Prévoir les débits d'effluents miniers et la qualité de l'eau dans le milieu récepteur peut nécessiter le recours à des modèles spécialisés, largement reconnus par les praticiens et testés par les experts. Ces modèles peuvent aussi être nécessaires pour des composantes de l'infrastructure de gestion des eaux (c.-à-d., bassins de résidus de grande superficie et profonds, lacs miniers) qui ne sont pas toujours faciles à représenter à l'aide de modèles à tableur ou de simulateurs polyvalents. Le présent document d'orientation offre aussi des exemples de ces modèles spécialisés.



## 9.0 CLÔTURE

Nous espérons que ce rapport répond à tous vos besoins à ce jour. Si vous avez des questions, n'hésitez pas à communiquer avec les soussignés.

### **GOLDER ASSOCIATES LTD.**

Document préparé par :

Revu par :

Nicolas Lauzon, Ph.D., ing. (C.-B., Alb., Québec)  
Associé, Ingénieur en ressources hydriques

John A. Hull, ing. (C.-B., T.N.-O./Nunavut, Yukon)  
Directeur

Mike Paget, ingénieur stagiaire  
Ingénieur en ressources hydriques

Steve Atkin, Ph.D., géoscientifique (C.-B.)  
Géochimiste principal

NL/MLP/JAH/SAA/aw

\\bur1-s-filesrv2\final\2011\1428\11-1428-0024\1114280024-001-r-rev0\1114280024-001-r-rev0-ecguidancewmbm 19dec\_11.docx



## RÉFÉRENCES

- ACB (Association canadienne des barrages). 2007. Directives pour la sécurité des barrages. Association canadienne des barrages, Moose Jaw, Sask.
- AINC (Affaires indiennes et du Nord Canada). 1993. Accord-cadre définitif entre le gouvernement du Canada, le Conseil des Indiens du Yukon et le gouvernement du Yukon, conclu à Whitehorse, 29 mai.
- AINC (Affaires indiennes et du Nord Canada). 2005. *Loi sur l'évaluation environnementale et socioéconomique au Yukon*. Enregistrement DORS/2005-379, publiée dans la Gazette du Canada, Partie II, vol. 139, n° 25 (28 novembre).
- AMC (Association minière du Canada). 1998. Guide de gestion des parcs à résidus miniers. Ottawa, Ontario, septembre.
- ATC (Association des transports du Canada). 2005. Guide national du contrôle de l'érosion et de la sédimentation associées aux projets routiers. Ottawa, Ontario.
- Canada. Ministre de la Justice. 1992. *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale – Codification*.
- Canada. Ministre de la Justice. 2010. *Loi sur les pêches – Codification*. Version en vigueur en janvier 2010.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'Environnement). 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: Protection de la vie aquatique - Tableau sommaire, mise à jour 7.1, décembre 2007. *In* Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. 1999. Conseil canadien des ministres de l'Environnement, Winnipeg.
- CFPTEP (Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable). 2008. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Tableau sommaire. Santé Canada, Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable. Mai.
- DFO (Department of Fisheries and Oceans Canada). 1993. Land Development Guidelines for the Protection of Aquatic Habitat. Compiled and edited by Barry Chilibeck, Department of Fisheries and Oceans Canada, and Geoff Chislett and Gary Nonis, Ministry of Environment, Lands and Parks, second printing, September 1993.
- EC (Environnement Canada). 2002. *Règlement sur les effluents des mines de métaux*. Pris en vertu de la *Loi sur les pêches*. Enregistrement DORS/2002-222, publié dans la Gazette du Canada, Partie II, vol. 136, n° 13 (19 juin).
- EC (Environnement Canada). 2006. Advice on Assessing Potential Impacts of Future Climate Change on PMF and PMP in Yukon Territory, Canada. Letter from Paul H. Whitfield, Meteorological Service of Canada, Environment Canada, to Benoit Godin, Environment Canada, Whitehorse, Yukon, March 8.
- EC (Environnement Canada). 2009. Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux. Section des mines, Division des mines et du traitement, Direction des secteurs publics et des ressources, Direction générale de l'intendance environnementale.



- EPA (Environmental Protection Agency - United States). 1991. Technical Support Document for Water Quality-Based Toxics Control. Report EPA505-2-90-001, Office of Water Enforcement and Permits, Office of Water Regulations and Standards, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- EPA (Environmental Protection Agency- United States). 1997. Compendium of Tools for Watershed Assessment and TMDL Development. Report EPA841-B-97-006, Office of Water, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- GY (Gouvernement du Yukon). 2003. *Loi sur les eaux*. Lois du Yukon, chapitre 19, sanctionnée le 20 mars.
- Imperial (Imperial Oil Resources Ventures Limited). 2005. Kearl Oil Sands Project, Mine Development. Volume 1 to 9, submitted to Alberta Energy and Utilities Board and Alberta Environment, prepared by Imperial Oil Resources Ventures Limited in association with Golder Associates Ltd., Axys Environmental Consulting Ltd., Komex International Inc., and Nichols Applied Management, July 2005, Calgary, Alberta, Canada.
- INAC (Indian and Northern Affairs Canada). 1992. Guidelines for Acid Rock Drainage Prediction in the North. Northern Mine Environment Neutral Drainage Studies No. 1.
- INAP (International Network for Acid Prevention). 2009. Global Acid Rock Drainage Guide (GARD Guide). Accessed from <http://www.gardguide.com/>.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Chapter 11 - Regional Climate Projections. By Christensen, J. H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magana Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Raianasen, A. Rinke, A. Sarr and P. Whetton. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Synthèse en français : [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/fr/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/fr/contents.html)
- LCPE. 1999. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*.
- MAC (Mining Association of Canada). 2005. Developing an Operation, Maintenance and Surveillance Manual for Tailings and Water Management Facilities. Ottawa, ON, December.
- Price, W.A. 1997. Draft Guidelines and Recommended Methods for the prediction of metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites on British Columbia. British Columbia Ministry of Employment and Investment, Energy and Minerals Division.
- Price, W.A. 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. Work performed for MEND Program, by CANMET – Mining and Mineral Sciences Laboratories, Natural Resources Canada, Smithers, BC.
- Price, W.A. and J.C. Errington. 1998. Guidelines for Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia. British Columbia Ministry of Energy and Mines.
- Shell (Shell Canada Limited). 2005. Muskeg River Mine Expansion Project Application and Environmental Impact Assessment. Volume 1, 2, 3 and 4, submitted to Alberta Energy and Utilities Board and Alberta



Environment, prepared by Shell Canada Limited in association with Golder Associates Ltd. And Nichols Applied Management, April 2005, Fort McMurray, AB, Canada.

Shell (Shell Canada Limited). 2007. Jackpine Mine Expansion & Pierre River Mine Project Application and Environmental Impact Assessment. Volumes 1, 2, 3, 4 and 5, submitted to Alberta Energy and Utilities Board and Alberta Environment, December 2007, Calgary, AB, Canada.

Suncor (Suncor Energy Inc.). 2005. Voyageur Project Application and Environmental Impact Assessment. Volumes 1A, 1B, 2, 3, 4, 5 and 6, submitted to Alberta Energy and Utilities Board and Alberta Environment, prepared by Suncor Energy Inc. Oil Sands in association with Golder Associates Ltd. And Nichols Applied Management, March 2005, Fort McMurray, AB, Canada.

Van Zyl, D., I. Hutchison and J. Kiel. 1988. Introduction to Evaluation, Design and Operation of Precious Metal Heap Leach Projects. Society of mining engineers Inc.

WERF (Water Environment Research Foundation). 2001. Water Quality Models: A Survey and Assessment. Project 99-WSM-5, Water Environment Research Foundation, Alexandria, VA, USA.

YWB (Yukon Water Board). 2009. Licensing Guidelines for Type A Quartz Mining Undertakings. Yukon Water Board, May 12.



# **ANNEXE A**

## **Bibliographie annotée**



- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique : Tableau sommaire. Mise à jour : décembre 2007. *In* : Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg. *Ce document est un tableau sommaire des recommandations en matière de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique en milieu dulcicole ou marin. On y donne des lignes directrices pour une vaste gamme de constituants relatifs à la qualité de l'eau, notamment ceux, comme les métaux et les ions majeurs, qui sont habituellement évalués dans les analyses des effluents miniers. Ce document est régulièrement mis à jour.*
- ACB (Association canadienne des barrages). 2007. Les Directives pour la sécurité des barrages. Association canadienne des barrages, Moose Jaw, Saskatchewan. *Ce document décrit les principes et les lignes directrices pour l'élaboration des pratiques en matière de gestion sécuritaire, d'exploitation, d'entretien et de surveillance des structures des barrages. On y donne des recommandations pour l'élaboration de protocoles de préparation aux situations d'urgence, pour la procédure d'examen de sécurité des barrages, et pour la réalisation d'analyses et d'évaluations liées à la construction de barrages. Ce document est habituellement utilisé pour établir les critères de conception de barrages, dont les infrastructures des barrages nécessaires à l'exploitation minière.*
- JUS (Ministère de la Justice Canada). 1992. *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale – Codification. Il s'agit d'une loi fédérale qui exige des ministères fédéraux qu'ils réalisent une évaluation environnementale de toutes les activités et de tous les projets désignés avant d'accorder une autorisation ou une aide financière. La Loi définit quels sont les projets qui doivent être évalués, décrit le processus d'évaluation et énonce les responsabilités des autorités fédérales et des promoteurs des projets au cours du processus d'évaluation.*
- JUS (Ministère de la Justice Canada). 2010. *Loi sur les pêches – Codification. En date de janvier 2010. Il s'agit d'une mesure législative fédérale qui porte sur trois sujets fondamentaux : 1) la gestion et le contrôle adéquats des pêches; 2) la conservation et la protection du poisson et de son habitat; et, 3) la prévention de la pollution. Les principales dispositions visant à conserver et à protéger l'habitat du poisson et à prévenir la pollution des eaux de pêche sont couvertes par les articles 34 à 43 de la Loi. Le paragraphe 34(1) stipule que l'habitat du poisson comprend les frayères, les aires d'alevinage, de croissance et d'alimentation et les routes migratoires dont dépend, directement ou indirectement, la survie des poissons. L'article 35, qui est la principale disposition portant sur la protection de l'habitat, stipule : 1) qu'il est interdit d'exploiter des ouvrages ou entreprises entraînant la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson; et, 2) que le paragraphe (1) ne s'applique pas aux personnes qui détériorent, détruisent ou perturbent l'habitat du poisson avec des moyens ou dans des circonstances autorisés par le ministre ou conformes aux règlements pris par le gouverneur en conseil en application de la présente Loi. La majorité des projets qui touchent l'habitat du poisson sont évalués en regard de l'article 35 de la Loi.*
- LCPE. 1999. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement. La Loi a pour but de contribuer au développement durable (c.-à-d. qui permet de répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs). La Loi : 1) place la prévention de la pollution au cœur des mesures nationales pour la diminution des substances toxiques dans l'environnement; 2) établit des processus d'évaluation des risques pour l'environnement et la santé*



humaine posés par les substances sur le marché; 3) impose des calendriers pour la gestion des substances toxiques; 4) offre une vaste gamme d'outils pour gérer les substances toxiques, les autres sources de pollution et les déchets; 5) s'assure que les substances les plus nuisibles sont éliminées progressivement ou ne sont pas libérées dans l'environnement en quantités mesurables; 6) comprend de nouvelles dispositions visant à réglementer les émissions des véhicules, des moteurs et des équipements; 7) renforce l'application de la Loi et de ses règlements d'application; 8) encourage une plus grande participation des citoyens à la prise de décisions; et 9) permet une coopération et un partenariat plus efficaces avec d'autres gouvernements et les peuples autochtones.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 1993. Land Development Guidelines for the Protection of Aquatic Habitat. Compilé et édité par Barry Chilibeck, ministère des Pêches et des Océans, et par Geoff Chislett et Gary Nonis, du Ministry of Environment, Lands and Parks, (deuxième impression) septembre 1993. Ce document présente les lignes directrices sur les mesures de lutte contre l'érosion et les sédiments et sur la conception des infrastructures liées à la gestion de l'eau. L'objectif de ces lignes directrices est de protéger les populations de poissons et leur habitat des effets néfastes de l'exploitation des terres; elles peuvent être appliquées à une vaste gamme d'activités de développement, dont l'exploitation minière.

EC (Environnement Canada). 2002. Règlement sur les effluents des mines de métaux. Annexe à la Loi sur les pêches, Enregistrement DORS/2002-222, publié dans la Gazette du Canada, Partie II, vol. 136, n° 13. Le Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM) prescrit les concentrations maximales permises de substances nocives dans les effluents miniers qui sont rejetés dans les eaux où vivent des poissons. Les paramètres régis par le règlement sont l'arsenic, le cuivre, le cyanure, le plomb, le nickel, le zinc, le total des solides en suspension (TSS), le radium 226 et le pH. Le REMM s'applique à toutes les mines de métaux canadiennes (à l'exception de l'exploitation des placers) dont le débit d'effluent, à un moment quelconque, est supérieur à 50 m<sup>3</sup> par jour après l'enregistrement du présent règlement. Les mines englobent les installations d'extraction minière ou installations de préparation du minerai et incluent les mines en développement, les nouvelles mines et les mines remises en exploitation. Le REMM s'applique aux effluents de tous les points de rejet final d'un site minier. Le point de rejet final est défini comme le point au-delà duquel la mine n'agit plus sur la qualité de l'effluent. Le REMM décrit aussi les exigences concernant la surveillance du débit d'effluent et de la qualité chimique ainsi que les études de surveillance des effets environnementaux.

EC (Environnement Canada). 2006. Conseils sur l'évaluation des impacts potentiels des changements climatiques futurs sur les PMP et les CMP au Yukon (Canada). Lettre de Paul H. Whitfield, Service météorologique du Canada, Environnement Canada, à Benoit Godin, Environnement Canada, Whitehorse, Yukon, 8 mars. La présente étude se penche sur la façon dont les changements climatiques futurs (température et précipitation) pourraient être pris en compte quand vient le temps de déterminer les précipitations et crues maximales probables (PMP et CMP) futures, à un emplacement donné. À l'aide de modèles couplés climatiques globaux (MCCG) dont les mailles de la grille sont centrées sur les emplacements des stations hydrométriques au Yukon, on a pu se rendre compte que, comparativement à la période de référence 1961-1990, les augmentations maximales de températures pourraient varier de 4,4 °C à 6,8 °C d'ici la fin du siècle, et les augmentations maximales de précipitations, de 5 % à presque 20 %, selon l'emplacement des bassins hydrologiques. On a constaté qu'au Yukon les augmentations maximales des précipitations et des températures affichent un profil spatial net où les plus fortes



*augmentations se produisent au nord et les plus faibles au sud. Ces constatations pourraient avoir d'importantes répercussions pour ce qui est de déterminer les PMP et les CMP au Yukon.*

- EC (Environnement Canada). 2009. Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux. Section des mines, Division des mines et traitement, Direction secteurs publics et des ressources, Direction générale de l'intendance environnementale. *Dans ce document, on décrit les activités d'exploitation et les préoccupations environnementales connexes pour le secteur minier. Le document porte sur l'ensemble du cycle de vie minier et recommande des pratiques de gestion environnementale pour atténuer les problèmes environnementaux répertoriés. Au nombre de ces pratiques, on compte notamment l'élaboration et l'utilisation d'outils de gestion environnementale, la gestion des eaux usées et des résidus miniers, et la prévention et le contrôle des rejets nocifs dans l'atmosphère, l'eau et le sol.*
- EPA (Environmental Protection Agency). 1991. Technical Support Document for Water Quality-Based Toxics Control. Report EPA505-2-90-001, Office of Water Enforcement and Permits, Office of Water Regulations and Standards, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C. *Ce document décrit des lignes directrices sur les procédures à suivre pour le contrôle des polluants toxiques fondé sur la qualité de l'eau et présente des recommandations aux autorités réglementaires qui doivent assumer la tâche de vérifier les rejets ponctuels de polluants toxiques. Plus particulièrement, le document fournit une méthode statistique pour caractériser les échantillons prélevés en vue d'évaluer la qualité de l'eau, notamment l'ajustement des distributions des probabilités sur les concentrations des constituants mesurées dans ces échantillons.*
- EPA (Environmental Protection Agency). 1997. Compendium of Tools for Watershed Assessment and TMDL Development. Report EPA841-B-97-006, Office of Water, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C. *Ce document propose des résumés décrivant des modèles hydrodynamiques et des modèles de la qualité de l'eau et des zones de mélange qui peuvent être utilisés pour prédire les concentrations des constituants dans les cours et plans d'eau. On y fait aussi des recommandations quant au choix des modèles et à leur mise en application. Le contenu de ce document est semblable à celui de la WERF (2001).*
- CFPTEP (Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable). 2008. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement, Santé Canada, mai. *Ce document résume les recommandations sur la qualité de l'eau potable pour la protection de la santé humaine. Ces recommandations couvrent une vaste gamme de constituants de la qualité de l'eau, dont ceux qui sont habituellement examinés dans le cadre des évaluations des effluents miniers, comme les métaux et les ions majeurs. Ce document est mis à jour périodiquement.*
- GY (Gouvernement du Yukon). 2003. *Loi sur les eaux*. Lois du Yukon, Chapitre 19, sanctionnée le 20 mars 2003. *Cette loi régit l'utilisation de l'eau au Yukon; entre autres choses, elle interdit l'élimination des déchets, décrit le processus de délivrance de permis d'utilisation de l'eau et définit le rôle de l'Office des eaux du territoire du Yukon.*
- Imperial (Imperial Oil Resources Ventures Limited). 2005. Kearl Oil Sands Project, Mine Development. *Ce document fait état de l'évaluation des impacts environnementaux réalisée dans le cadre du projet d'exploitation des sables bitumineux Kearl dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca, en Alberta. Cette évaluation utilise une option de modélisation qui permet de prédire les concentrations des*



*constituants de la qualité de l'eau pour des périodes choisies de la vie de la mine, à l'aide d'une longue série chronologique de concentrations générées de façon aléatoire pour les sources d'eau.*

AADNC (Affaires autochtones et Développement du Nord Canada). 1992. Guidelines for Acid Rock Drainage Prediction in the North. Northern Mine Environment Neutral Drainage Studies No. 1. *Ce document propose une série de lignes directrices pour prédire le drainage rocheux acide (DRA) dans le nord du Canada. Les objectifs de ce document sont de : 1) fournir un bref résumé des processus à la base du DRA; 2) répertorier les aspects liés au climat, à la géologie, à la topographie et aux pratiques d'exploitation minière propres au nord du pays qui ont des répercussions sur le DRA; 3) décrire les principaux aspects techniques des essais de prévision et de l'interprétation des résultats; et, 4) présenter les lignes directrices relativement à l'échantillonnage et aux programmes d'essais pour la prévision de DRA dans des conditions nordiques.*

AADNC (Affaires autochtones et Développement du Nord Canada). 1993. Accord-cadre définitif – Le Conseil des Indiens du Yukon. Accord entre le gouvernement du Canada, le conseil des Indiens du Yukon et le gouvernement du Yukon, signé à Whitehorse le 29 mai. *Cet accord est un document de politiques établi entre le gouvernement du Canada, le gouvernement du Yukon et les Premières nations du Yukon représentées par le Conseil des Premières nations du Yukon (CPNY). Cet accord sert de mécanisme commun pour les négociations d'accords finaux des Premières nations. Il est important de souligner que, en lui-même, l'Accord-cadre définitif n'est pas un document juridiquement exécutoire parce que toutes ses dispositions sont contenues dans chacune des ententes définitives des Premières nations; cependant, ces dispositions sont légalement applicables.*

AADNC (Affaires autochtones et Développement du Nord Canada). 2005. *Loi sur l'évaluation environnementale et socioéconomique au Yukon.* Enregistrement DORS/2005-379, paru dans la Gazette du Canada, Partie II, Vol. 139, n° 25. *Cette loi vise les objectifs suivants : 1) instaurer un processus complet et impartial d'évaluation applicable au Yukon; 2) subordonner la réalisation des projets de développement à la prise en compte des effets éventuels sur l'environnement ou la vie socioéconomique; 3) protéger la qualité de l'environnement et les ressources patrimoniales; 4) protéger et favoriser tant le bien-être des Indiens du Yukon, de leurs collectivités et des autres résidents du Yukon que les intérêts des autres Canadiens; 5) faire en sorte que les projets de développement soient réalisés de façon à favoriser l'avancement dans le domaine socioéconomique sans mettre en péril les systèmes sociaux et écologiques dont dépendent, d'une part, les localités et leurs résidents et, d'autre part, les collectivités de façon générale; 6) reconnaître l'existence de l'économie traditionnelle des Indiens du Yukon et d'une relation particulière entre eux et l'environnement dans son état sauvage, et valoriser l'une et l'autre dans la mesure du possible; 7) assurer aux Indiens du Yukon la possibilité de participer au processus d'évaluation et, dans le cadre de celui-ci, faire appel à leurs connaissances et à leur expérience; 8) offrir au public la possibilité de participer au processus d'évaluation; 9) faire en sorte que le processus d'évaluation se déroule avec célérité et efficacité, et de manière à éviter le double emploi; et, 10) préciser, dans la mesure du possible, les divers aspects de la procédure à suivre, notamment les obligations en matière d'information, les délais et les coûts.*

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2007. Regional Climate Projections. Christensen, J. H., B. Hewitson, A. Busuioac, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magana Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Raiasanen, A. Rinke, A. Sarr et P. Whetton.



*In* : Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor et H. L. Miller (éd.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis. *Ce document présente un résumé des prévisions des changements potentiels de température et de précipitation pour les périodes de climat type et pour de vastes régions couvrant toutes les masses terrestres de la planète.*

AMC (Association minière du Canada). 1998. Un guide de gestion des parcs miniers à résidus miniers. Ottawa, Ontario, septembre. *Ce guide présente un plan directeur pour la gestion sécuritaire et écologique des parcs à résidus tout au long du cycle de vie des éléments de la mine : du choix du site et sa conception, en passant par la construction et l'opération, jusqu'à la cessation des opérations et à sa fermeture éventuelle. Il est conçu pour s'adapter aux particularités des sites, aux diverses politiques des sociétés minières ainsi qu'aux réglementations locales et aux exigences de la collectivité.*

AMC (Association minière du Canada). 2005. Comment rédiger un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux. Ottawa, Ontario, décembre. *Ce document sert de guide à l'élaboration de manuels portant sur les méthodes et pratiques sécuritaires d'exploitation, d'entretien et de surveillance (EES) de parcs à résidus miniers et d'installations de gestion des eaux, dans le cadre d'un plan directeur global de gestion des sites. Le document fait état des principes, de la structure et du contenu qui sous-tendent tout manuel d'ESS ainsi que des procédures à suivre.*

Price, W.A. 1997. Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia. British Columbia Ministry of Employment and Investment, Energy and Minerals Division. *Ces lignes directrices portent sur les questions courantes concernant chaque phase de prévision du drainage rocheux acide (DRA) et de la lixiviation des métaux et abordent l'aspect des matériaux et des méthodes appropriées à chacune des phases. On y traite notamment des points suivants : 1) connaissances de base de l'exploitation minière, de la géologie, de l'altération et de la chimie environnementale; 2) choix des matériaux d'essai et des méthodes; 3) interprétation des résultats des essais; 4) compréhension des limites et des possibles défaillances des procédures d'essai; 5) caractérisation adéquate de l'échantillonnage; et, 6) constance dans les procédures d'essai.*

Price, W.A. 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. Travail réalisé dans le cadre du programme NEMED, des Laboratoires des mines et des sciences minérales (LMSM) de CANMET, Ressources naturelles Canada, Smithers, Colombie-Britannique. *L'objectif de ce manuel est de fournir des lignes directrices sur la façon de caractériser la chimie actuelle des eaux de drainage existantes et de prédire la chimie future avec suffisamment de précision pour prévenir les impacts environnementaux importants. Le manuel se penche sur les procédures à suivre et sur les facteurs à prendre en considération dans les programmes de planification, la collecte d'échantillon, le choix des matériaux d'essai, la réalisation des essais statiques et cinétiques, la présentation des données et l'interprétation des résultats.*

Price, W.A. et J.C. Errington. 1998. Guidelines for Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia. British Columbia Ministry of Energy and Mines. *Ce document est un complément à celui*



de Price paru en 1997; il a pour objectif de décrire les exigences globales et de décrire les erreurs courantes, les omissions et les contraintes liées à l'évaluation du drainage rocheux acide (DRA) et à la lixiviation des métaux.

- Shell (Shell Canada Limited). 2005. Muskeg River Mine Expansion Project Application and Environmental Impact Assessment. *Ce document fait état de l'évaluation des impacts environnementaux réalisée dans le cadre du projet d'expansion de la mine de la rivière Muskeg dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca, en Alberta. Cette évaluation utilise une option de modélisation qui permet de prédire les concentrations des constituants de la qualité de l'eau pour des périodes choisies de la vie de la mine, à l'aide d'une longue série chronologique de concentrations générées de façon aléatoire pour les sources d'eau.*
- Shell (Shell Canada Limited). 2007. Jackpine Mine Expansion & Pierre River Mine Project Application and Environmental Impact Assessment. *Ce document fait état de l'évaluation des impacts environnementaux réalisée dans le cadre du projet d'expansion de la mine Jackpine et du projet d'exploitation minière de la rivière Pierre dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca, en Alberta. Cette évaluation utilise une option de modélisation qui permet de prédire les concentrations des constituants de la qualité de l'eau pour des périodes choisies de la vie de la mine, à l'aide d'une longue série chronologique de concentrations générées de façon aléatoire pour les sources d'eau.*
- Suncor (Suncor Energy Inc.). 2005. Voyageur Project Application and Environmental Impact Assessment. *Ce document fait état de l'évaluation des impacts environnementaux réalisée dans le cadre du projet Voyageur dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca, en Alberta. Cette évaluation utilise une option de modélisation qui permet de prédire les concentrations des constituants de la qualité de l'eau pour des périodes choisies de la vie de la mine, à l'aide d'une longue série chronologique de concentrations générées de façon aléatoire pour les sources d'eau.*
- ATC (Association des transports du Canada). 2005. Guide national du contrôle de l'érosion et de la sédimentation associées aux projets routiers. Ottawa, Ontario. *Ce guide a pour but d'aider à l'évaluation des risques inhérents aux projets, à la définition des niveaux d'effort appropriés et à l'identification des mesures adéquates de contrôle de l'érosion et de la sédimentation afin de protéger de manière économique l'environnement pendant toute la durée du projet, tout en respectant les exigences législatives et réglementaires.*
- WERF (Water Environment Research Foundation). 2001. Water Quality Models: A Survey and Assessment. Project 99-WSM-5, Water Environment Research Foundation, Alexandria, VA, USA. *Ce document présente des résumés de divers modèles hydrodynamiques et de la qualité de l'eau qui peuvent être utilisés pour prédire les concentrations des constituants dans les cours et les plans d'eau. On y fait aussi des recommandations pour le choix des modèles et leur mise en application. Le contenu de ce document est semblable à celui de l'EPA (1997).*
- OEY (Office des eaux du Yukon). 2009. Licensing Guidelines for Type A Quartz Mining Undertakings. Office des eaux du Yukon, mai. *L'objectif de ces lignes directrices est de faire connaître les critères concernant les délibérations de l'Office au regard de la concession de permis de type A aux mines d'extraction de quartz et de clarifier les attentes de l'Office quant à ces applications. Les lignes directrices sont destinées à établir un plan directeur des principes et politiques que l'Office peut mettre en application lors des*



---

## ANNEXE A

### Bibliographie commentée

---

*délibérations concernant la concession de permis. Le document stipule que l'Office peut s'écarter de ces lignes directrices ou les compléter et qu'il peut imposer des conditions spécifiques pour l'obtention d'un permis pour des projets d'extraction particuliers, au cas par cas.*

\\bur1-s-filesrv2\final\2009\1428\09-1428-5015\rep 0126\_11 ec guidance document on wmbm - final\appendix a-final.doc



# **ANNEXE B**

**Feuilles d'entrée et de sortie de données des modèles de bilans hydrique et massique à tableur Excel pour mines avec bassins de résidus**

# Document d'orientation - Matrices Modèles de bilans hydrique et massique

## Données opérationnelles et modèle déterministe des débits et de la qualité des eaux pour un projet minier

**Golder ne peut être tenu responsable d'aucun bilan hydrique et massique produit par d'autres à l'aide de la présente matrice. Il incombe à l'utilisateur de vérifier la validité du modèle, compte tenu de son ou de ses projet(s) minier(s), et d'adapter la structure et les équations du modèle aux besoins de son ou de ses projet(s).**

Mine	Indiquer le nom de la mine
Propriétaire(s)	Indiquer le nom du ou des propriétaire(s) de la mine
Exploitant	Indiquer le nom de l'exploitant de la mine
Emplacement	Indiquer l'emplacement de la mine
Produit	Indiquer le minerai extrait
Révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
Date	Indiquer la date
Niveau de l'étude	Indiquer le niveau de l'étude (p. ex., faisabilité, conception détaillée)
Année de la modélisation minière	Indiquer l'année de la modélisation minière
Numéro du projet ou nom	Indiquer le numéro du projet

L'utilisateur doit entrer des données dans les cellules orange. Les données pertinentes se transféreront automatiquement aux autres feuilles.

# Feuille 2

## Table des matières

### Feuille

		<b>INTRODUCTION</b>
1	Données à entrer	Page couverture
2		Table des matières
3	Données à entrer	Caractéristiques du projet et du site
4		Unités, symboles et abréviations couramment utilisés
		<b>DESCRIPTION DU MODÈLE DE BILAN HYDRIQUE</b>
5		Philosophie de modélisation
6		Montage du modèle
7		Écoulements et hypothèses à la base du modèle
8		Schéma logique des écoulements
9		Liste des écoulements
		<b>PARAMÈTRES CLIMATIQUES D'ENTRÉE</b>
10	Données à entrer	Précipitations, écoulements et évaporation
		<b>DONNÉES OPÉRATIONNELLES ET ÉCOULEMENTS ASSOCIÉS AU TRAITEMENT DU MINÉRAI</b>
11	Données à entrer	Calendrier de production
12	Données à entrer	Données opérationnelles
13		Estimation des besoins de l'usine de traitement en eau de procédé d'appoint, des pertes par évaporation et déversement dans l'usine de traitement
14		Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai
15		Sommaire des écoulements associés au traitement du minerai
		<b>ÉCOULEMENTS ASSOCIÉS AU RUISSELLEMENT DÛ AUX PRÉCIPITATIONS</b>
16	Données à entrer	Bassins-versants
17		Sous-bassin-versant: Usine de traitement et campement
18		Sous-bassin-versant: Installations des résidus miniers
19		Sous-bassin-versant : chantiers miniers (installations à ciel ouvert et souterraines)
20		Sous-bassin-versant : amas de stériles et de mort-terrain
21		Sous-bassin-versant : installation de traitement de l'eau
22		Sous-bassin-versant : aire restaurée
23		Sous-bassin-versant : aire de construction
		<b>ÉVAPORATION, INFILTRATIONS ET ÉCOULEMENTS DIVERS</b>
24		Pertes par évaporation
25	Données à entrer	Débits d'infiltration
26	Données à entrer	Écoulements divers
		<b>BILAN HYDRIQUE - DÉBITS CUMULATIFS</b>
27		Basin versant de l'usine de traitement du minerai et campement
28		Basin versant des installations de résidus miniers
29		Basin-versant des chantiers miniers
30		Basin-versant des amas de stériles et de mort-terrain
31		Basin-versant de l'installation de traitement de l'eau
32		Basin-versant de l'aire restaurée
33		Basin-versant de l'aire de construction
34		Bilan hydrique - Sommaire des écoulements et débits
35		Sommaire des données d'entrée clés utilisées dans ce module
		<b>MODULE BILAN MASSIQUE - QUALITÉ DES EFFLUENTS</b>
36	Données à entrer	Module Bilan massique - Données d'entrée : concentrations
37	Données à entrer	Module Bilan massique - Données d'entrée : concentrations et débits associés au milieu récepteur en amont des points de contrôle de la conformité
38		Charges calculées - Bassin versant de l'usine de traitement du minerai et campement
39		Charges calculées - Bassin versant des installations de résidus miniers
40		Charges calculées - Bassin-versant des chantiers miniers
41		Charges calculées - Bassin versant des amas de stériles et de mort-terrain
42		Charges calculées - Bassin versant de l'installation de traitement de l'eau
43		Charges calculées - Bassin versant de l'aire restaurée
44		Charges calculées - Bassin versant de l'aire de construction
45		Concentrations au point de rejet
46	Données à entrer	Critères de qualité de l'eau - Référence
47	Données à entrer	Qualité de l'eau aux points de contrôle de la conformité

Mettre à jour cette page  
afin de refléter le  
modèle de  
l'organisation

## Feuille 3

# Projet et caractéristiques du site (Brèves explications)

<b>Données de base</b>	
Mine	Indiquer le nom de la mine
Emplacement	Indiquer l'emplacement de la mine
Produit	Indiquer le minerai extrait
Révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
Date	Indiquer la date
Numéro de projet	Indiquer le numéro du projet

<b>Projet</b>	
Type de mine	Mine à ciel ouvert et/ou souterraine
Type de gisement	Indiquer le type de gisement
Réserve de minerai	Indiquer la réserve de minerai
Taux de production	Indiquer le taux de production estimatif
Procédé d'extraction	Indiquer le procédé d'extraction
Enjeux géochimiques	Indiquer les enjeux géochimiques connus

<b>Site</b>	
Élévation	Indiquer l'élévation approximative du site
Topographie	Décrire la topographie générale du site
Végétation	Décrire la végétation généralement présente sur le site
Précipitation (moyennes annuelles)	Indiquer les moyennes annuelles de précipitation
Évaporation (Moyenne- bac ou lac)	Indiquer l'évaporation moyenne; préciser "bac" or " lac"
Fourchette de température	Indiquer la fourchette de températures moyennes
Géologie des roches en place	Décrire brièvement la géologie de la roche en place
Géologie des formations en surface	Décrire brièvement la géologie des formations en surface
Risque sismique (élevé, moyen, faible)	Indiquer le risque sismique
Bassin-versant	Indiquer la superficie totale du bassin-versant
Bassin récepteur	Indiquer le nom du bassin hydrographique récepteur
Population locale	Indiquer le nombre approximatif de personnes faisant partie de la population locale
Besoins des utilisateurs en aval	Indiquer les besoins en eau des utilisateurs en aval
Contraintes sociales	Décrire brièvement les contraintes sociales
Contraintes archéologiques	Décrire brièvement les contraintes archéologiques
Contraintes environnementales	Décrire brièvement les contraintes environnementales

- Note:**
1. Il est suggéré que l'utilisateur entre ses données d'entrée dans les cases ombrées orange de cette
  2. L'information présentée sur cette feuille est pour les besoins de l'utilisateur seulement et n'est pas utilisée ailleurs dans le modèle.

## Feuille 4

### Unités, symboles et abréviations couramment utilisés

**FACTEURS**

G	giga (milliard $10^9$ )
M	méga (million $10^6$ )
k	kilo (millier $10^3$ )
c	centime (centième $10^{-2}$ )
m	milli (millième $10^{-3}$ )
$\mu$	micro (millionième $10^{-6}$ )

**LONGUEUR**

m	mètre (unité de base)
km	kilomètre (1,000 m)
cm	centimètre (1/100 m)
mm	millimètre (1/1,000 m)
$\mu\text{m}$ or $\mu\text{m}$	micromètre (1/1,000,000 m)

**VOLUME**

V	volume ( $V_v$ - vides, $V_s$ - solides, $V_w$ - eau, $V_t$ - total)
L	litre (1,000 $\text{cm}^3$ )
$\text{m}^3$	mètre cube
$\text{cm}^3$	centimètre cube
gal	gallon (US ou impérial comme indiqué)
$\text{M-m}^3$	million de mètres cube

**MASS (Note 1)**

g of gm	gramme ("g" est aussi utilisé pour exprimer l'accélération de la pesanteur)
kg	kilogramme (1,000 g - basic unit)
t	tonne (1,000 kg - métrique sauf indication contraire)

**TEMPS**

s	seconde
min	minute
h	heure
a	année
j	jour
mo	mois

**SURFACE**

ha	hectare (10,000 $\text{m}^2$ )
$\text{km}^2$	kilomètre carré (1,000,000 $\text{m}^2$ )
$\text{m}^2$	mètre carré
$\text{cm}^2$	centimètre carré

**PROPRIÉTÉS DES SOLS (RÉSIDUS)**

e	indice des vides (volume des vides / volume des solides)
n	porosité (volume des vides / volume total)
$\omega$	contenu en eau par la masse des solides (masse en eau / masse des solides sèches - <b>Note 2</b> )
$\omega_t$	contenu en eau par la masse totale (masse en eau / masse totale - <b>Note 2</b> )
$\omega_v$	contenu en eau par le volume total (volume en eau / volume total)
S ou $C_w$	densité de boues (masse des solides / masse totale - <b>Note 3</b> )
$C_v$	contenu en solide par le volume total (volume des solides / volume total - <b>Note 3</b> )
s	degré de saturation (volume de l'eau / volume des vides)
$\rho$	densité (masse / volume - <b>Note 4</b> )
$\rho_s$	densité des particules solides (masse des solides / volume of solides)
$\rho_d$	densité sèche (masse sèche des solides / volume total)
$\rho_t$	densité totale ou de masse (masse totale / volume total)
$\rho_w$	densité de l'eau (liquide surageant) (masse de l'eau / volume de l'eau)
$\rho'$	densité bouyant ( $\rho_t$ (saturé) - $\rho_w$ )
$G_s$	masse volumétrique des particules solides ( $\rho_s / \rho_w$ ) ( <b>Note 5</b> )
$\sigma$	contrainte

**NOTES:**

- « Masse » et « poids » sont souvent confondus. La masse (ou inertie) d'un objet est constante, peu importe où il se trouve dans l'univers. C'est une mesure de la quantité de matière que contient un objet et elle régit la réponse d'un objet à une force qui lui est appliquée. Le poids est la force gravitationnelle qui entraîne une accélération vers le bas. Il s'agit de la deuxième loi de Newton ( $F=Ma$ ), où le poids=masse x g (accélération de la pesanteur).
- En mécanique des sols, la teneur en eau  $\omega$  est exprimée en pourcentage de la masse d'eau par rapport à la masse sèche des solides. En génie des procédés, la teneur en eau  $\omega_t$  est normalement exprimée comme la masse d'eau sur la masse totale (solides et eau).
- Dans la terminologie du pompage, le symbole de la densité des boues est  $C_w$  et celui de la concentration des solides en volume est  $C_v$ .
- On confond souvent « poids volumique » et « poids spécifique ». Le symbole  $\gamma$  était autrefois utilisé pour exprimer le poids spécifique (en unités impériales). Il est maintenant réservé au poids volumique.
- Dans le système métrique, la densité de l'eau ( $\rho_w$ ) est égale à 1; il s'ensuit que  $G_s$ , pour les particules solides, et  $\rho_s$  ont la même valeur.
- Le modèle de bilan massique admet l'hypothèse de conservation de la masse. Pour les paramètres s'appuyant sur l'hypothèse contraire, il est recommandé de recourir à un logiciel de calcul d'équilibre thermodynamique, comme PHREEQC.

## Feuille 5

# Philosophie de modélisation

La gestion de l'eau est une composante essentielle des opérations minières. En effet, il faut prévenir les infiltrations d'eau pour avoir accès aux chantiers miniers, et les procédés d'extraction du minerai nécessitent généralement de l'eau. Il faut aussi gérer la quantité et la qualité chimique des effluents miniers rejetés, car cette source d'eau peut avoir un effet néfaste sur le milieu récepteur et sur les utilisateurs d'eau en aval. Pendant toute la vie d'une mine, les précipitations et l'eau des procédés doivent passer dans une installation pour être évacuées. Le défi est de faire en sorte que cela se fasse en toute sécurité, dans une large gamme de conditions opérationnelles et climatiques, et dans une installation dont la taille augmente constamment.

Les modèles de bilans hydrique et massique sont des outils d'aide à la décision destinés aux projets miniers. Ils sont conçus pour aider les exploitants de mines à gérer l'eau de leur site minier, et les organismes de réglementation à surveiller la conformité à la réglementation. Dans l'industrie minière, les modèles servent souvent à étayer diverses options de gestion des eaux, à concevoir des éléments d'infrastructure clés et à mesurer l'incertitude inhérente à des scénarios actuels et futurs de gestion des eaux. Ils permettent de soupeser diverses options concernant le plan de la mine, et d'évaluer les impacts environnementaux de celle-ci pendant toute sa durée de vie, ainsi que les effets et les risques cumulatifs qu'elle engendrera au fil du temps.

Il peut suffire d'un simple modèle déterministe de bilans hydrique et massique utilisant des feuilles de tableur Excel interreliées, et d'un jugement technique sûr, pour produire un tableau élémentaire des débits et de la qualité des effluents, dans une gamme donnée de conditions climatiques et opérationnelles. Ce modèle déterministe de bilan hydrique et massique présente un résumé des composantes nécessaires pour calculer les mouvements de l'eau dans l'aire de développement minier et il peut servir à prévoir la qualité chimique de l'exhaure. Le modèle se fonde sur des hypothèses simplifiées. Des modèles plus complexes peuvent être nécessaires pour évaluer la performance de systèmes avancés de gestion des eaux, et dans le cas de projets miniers complexes.

En dernier ressort, un logiciel de simulation (p. ex., GoldSim ou un autre) doit être utilisé pour développer des modèles dynamiques d'écoulement et prévoir les charges de contaminants à long terme ainsi que la performance environnementale de la mine pendant toute sa durée de vie, à l'aide des données de précipitations antérieures. Les paramètres chimiques de l'eau, les charges de contaminants et les taux de décomposition des contaminants peuvent servir de données d'entrée à de tels modèles.

L'utilisation d'un modèle déterministe à tableur peut limiter la capacité de modéliser le bilan hydrique et massique d'un développement minier. La longue période de simulation et la complexité accrue de l'infrastructure et des opérations de gestion des eaux feront en sorte qu'un jour ou l'autre, les modèles à tableur seront trop lourds à exploiter. Des simulateurs polyvalents peuvent être utilisés en lieu et place des modèles à tableur. On se reportera au document d'orientation pour en savoir plus sur les limites des modèles déterministes à tableur ainsi que sur les simulateurs polyvalents et sur les modèles complexes de charges et de milieux récepteurs.

## Feuille 6

# Préparation du modèle

### APPROCHE

Comme indiqué à la feuille précédente, un modèle déterministe de bilan hydrique et massique est un outil prévisionnel utilisé pour prévoir des débits, des charges massiques et/ou des concentrations, et pour élaborer un plan de gestion des eaux dans une large gamme de conditions opérationnelles et climatiques, pour un site minier en croissance constante, sur un horizon de plusieurs années. On doit prendre garde à ne pas rendre le modèle plus complexe qu'il n'est nécessaire. Le modèle doit être un outil évolutif, capable de s'adapter au développement de la mine. Voici les qualités que doit posséder un bon modèle déterministe de bilan hydrique et massique :

- simple à utiliser, avec des données d'entrée facilement repérables;
- transparent (facile à comprendre, à décortiquer et à critiquer - chaque écoulement est facile à vérifier);
- données d'entrée faciles à modifier lorsque des changements sont apportés aux opérations minières;
- possibilité d'effectuer des analyses de sensibilité pour déterminer si les divers écoulements sont significatifs;
- utilisable par les concepteurs, le personnel d'exploitation et les organismes de réglementation pendant les phases de conception et d'exploitation de la mine.

### NOTES

- Le modèle est essentiellement un recueil des données nécessaires pour élaborer le plan de gestion des eaux d'un site minier potentiel.
- Ce modèle a été développé au moyen de feuilles Excel interreliées. Seules les cellules orange doivent recevoir des données d'entrée. Les calculs se font automatiquement et sont reproduits dans les cellules pertinentes des autres feuilles.
- La feuille 7 décrit les écoulements et les hypothèses à la base du modèle. Les données de cette feuille doivent être modifiées dès que des changements sont apportés au modèle.
- Les feuilles 8 et 9 présentent l'organigramme du bilan hydrique et la liste connexe des écoulements qui composent le bilan. L'utilisateur doit adapter les feuilles 8 et 9 aux conditions propres à son projet.
- Les données sur les précipitations, les écoulements et l'évaporation sont entrées à la feuille 10. Ces données peuvent facilement être modifiées pour modéliser l'effet de diverses conditions climatiques.
- L'information sur le calendrier de production, à la feuille 11, est essentielle pour pouvoir prévoir les débits, à mesure que la mine se développera. Toutefois, ce modèle est conçu pour tenir compte d'une seule année minière à la fois.
- Certains paramètres d'entrée sont exigés pour le calcul des écoulements associés au traitement du minerai. Ceux-ci sont énumérés à la feuille 12, « Données opérationnelles ». De plus, tous les écoulements susceptibles d'influer sur la gestion des eaux du site doivent figurer sur cette feuille.
- Les propriétés de base des résidus et des stériles doivent être connues. C'est à la feuille 12 que ces propriétés de base peuvent être résumées.
- En l'absence de données sur la quantité d'eau douce à fournir à l'usine de traitement et sur les pertes par évaporation et par déversement dans cette usine, on peut simplement estimer celles-ci en déterminant un pourcentage de l'écoulement total dans l'usine de traitement, puis en calculant le volume d'eau par tonne de minerai traité à la feuille 13, « Estimation des besoins de l'usine de traitement en eau de procédé d'appoint et des pertes par évaporation et déversement dans l'usine de traitement ».
- Les données obtenues par calcul (dérivées) et les écoulements mensuels associés au traitement du minerai sont automatiquement calculés à la feuille 14, « Sommaire des écoulements associés au traitement du minerai ».
- L'utilisateur doit entrer les données sur les bassins-versants et les sous-bassins-versants du site minier à la feuille 16. Ces données sont utilisées dans les autres feuilles pour calculer les débits.
- La feuille 46 présente les critères de référence de la qualité de l'eau tirés du Règlement sur les effluents des mines de métaux (EC, 2002), les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (CCME, 2007) et les Recommandations sur la qualité de l'eau potable au Canada (CFPTEP, 2008).
- Les feuilles restantes servent aux calculs et aux résultats du modèle de bilan hydrique et massique, soit : les feuilles 17 à 23, « Écoulements associés aux précipitations », la feuille 24, « Pertes par évaporation », la feuille 25, « Débits d'infiltrations », la feuille 26, « Écoulements divers », les feuilles 27 à 33, « Débits cumulatifs », la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits », la feuille 35, « Sommaire des données d'entrée clés utilisées dans ce module » et les feuilles 38 à 44, « Charges calculées ». Les feuilles 45 et 47 présentent respectivement les concentrations estimatives de contaminants dans les effluents et les données de qualité de l'eau aux points de contrôle de la conformité.

# Feuille 7

## Écoulements et hypothèses à la base du modèle

<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

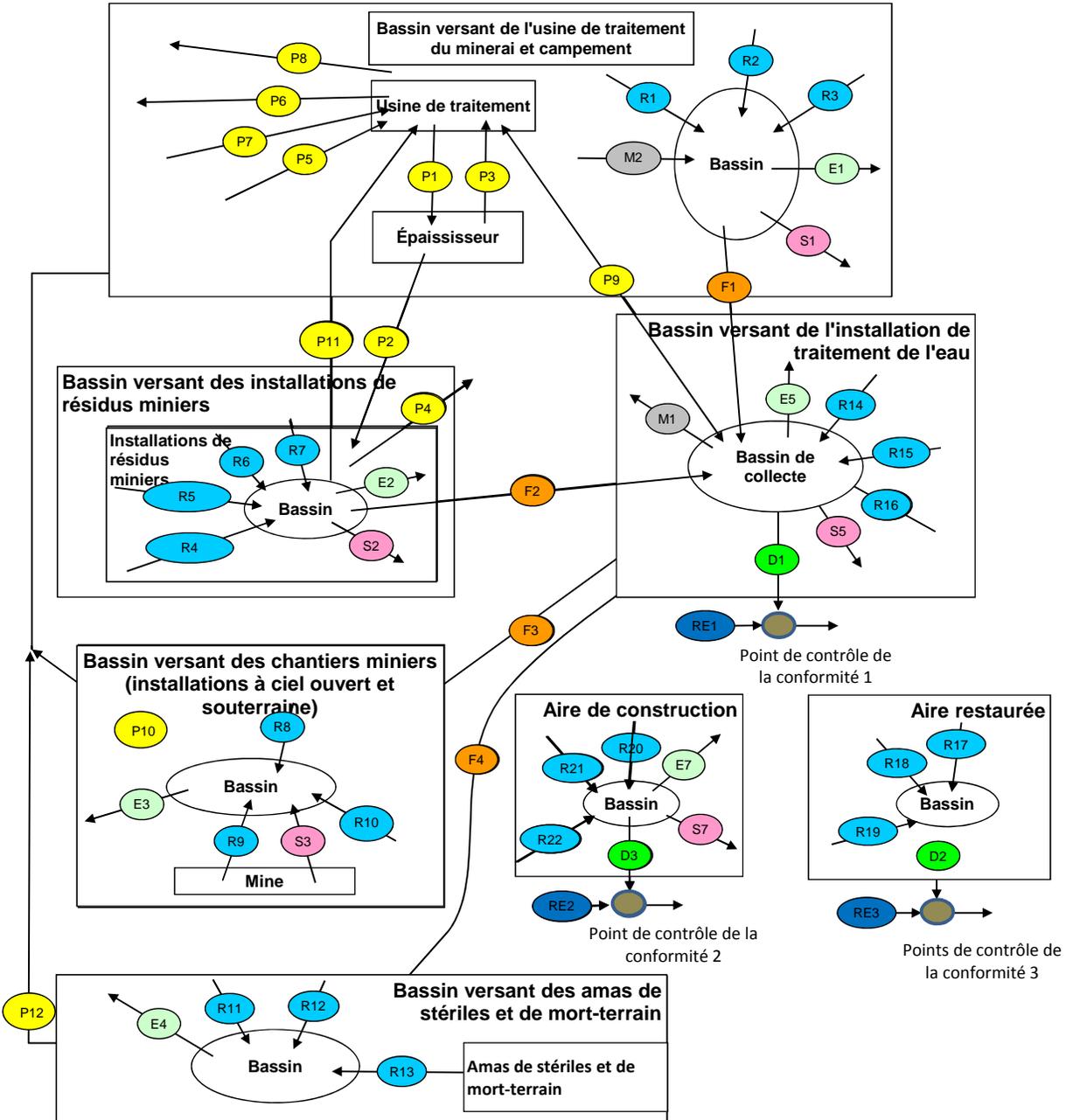
- 1 Chaque bassin collecteur de sous-bassin versant est équipé de pompes ou d'un dispositif d'évacuation capable d'évacuer, chaque mois, toutes les eaux recueillies pendant le mois (il n'y a aucune accumulation nette dans les bassins de mois en mois).
- 2 Les données d'exploitation des bassins collecteurs supposent que ceux-ci sont vides, pour que les précipitations associées à des événements pluvio-hydrologiques ou l'écoulement printanier total puissent être amplement recueillis, analysés et traités, au besoin, avant d'être rejetés dans l'environnement.
- 3 On pose l'hypothèse que le site est situé dans l'hémisphère nord, où les hivers sont froids, où il n'y a aucun écoulement pendant les mois de décembre à mars (de fait, l'écoulement mensuel est retenu puis évacué pendant la crue nivale qui suit), où, en novembre et en avril, 50 % de l'écoulement mensuel calculé est évacué (le reste est retenu et évacué pendant la crue nivale qui suit), et où, pendant tous les autres mois, 100 % de l'écoulement est évacué (cette hypothèse doit être modifiée, au besoin, par l'utilisateur, selon les besoins du site).
- 4 Les données d'exploitation des bassins collecteurs supposent que ceux-ci sont vides, pour que les précipitations associées à des événements pluvio-hydrologiques ou l'écoulement printanier total puissent être amplement recueillis, analysés et traités, au besoin, avant d'être rejetés dans l'environnement.
- 5 Le modèle couvre une année entière, afin de tenir compte des écoulements de toute une année. Le mois de départ doit être précisé par l'utilisateur (l'année va habituellement d'octobre à septembre).
- 6 Le mois de départ doit être un mois pendant lequel 100 % de l'écoulement est évacué - et non un mois où le gel entraîne un écoulement partiel ou nul.
- 7 Les années de développement minier doivent être définies de la même façon que les années du modèle (c.-à-d. d'après l'année hydrologique). Autrement, il faut élaborer un calendrier décrivant la relation entre l'année hydrologique et l'année minière et l'insérer dans le modèle.
- 8 Les bassins versants de l'usine de traitement du minerai et du camp sont reliés au même bassin collecteur.
- 9 L'eau recueillie dans la mine à ciel ouvert, le bassin à résidus et la halde de stériles est rejetée (pompée) dans le bassin collecteur du bassin versant de l'installation de traitement de l'eau. Le modèle ne tient pas compte de la présence d'une installation de traitement de l'eau (cette hypothèse doit être modifiée, au besoin, par l'utilisateur).
- 10 On pose l'hypothèse que les débits entrants pourront répondre à tous les besoins d'eau, principalement ceux de l'usine de traitement du minerai (le modèle mettra en surbrillance les valeurs négatives lorsque les débits entrants seront insuffisants).
- 11 L'eau douce d'appoint provient d'une source hors site, comme une nappe d'eau souterraine ou de surface.
- 12 L'eau potable provient d'une source externe hors site. Le volume d'eaux usées est présumé être un pourcentage de l'eau potable et il sera traité séparément avant d'être rejeté dans le bassin de l'installation de traitement de l'eau.
- 13 D'autre eau d'appoint pour l'usine (autre que l'eau douce) provient des bassins de résidus, bassins collecteurs reliés aux chantiers miniers, aux amas de stériles et de mort-terrain.
- 14 Ce modèle prévoit trois points de rejet dans l'environnement (voir le schéma logique des écoulements à la feuille 8). Il doit être modifié pour représenter au mieux l'exploitation minière prévue.
- 15 On pose l'hypothèse que dans chaque bassin, l'infiltration effluente (exfiltration) constitue une perte et n'est pas récupérée. Toutefois, s'il est nécessaire de recueillir et traiter l'eau, les écoulements nécessaires au calcul des systèmes de collecte et de pompage sont pris en compte par le modèle.

# Feuille 8

## Schéma logique des écoulements

**Example**

<b>Mine:</b>	Entrer le nom de la mine		
<b>N° du Projet:</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de Révision:</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>Date:</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée</b>	Entrer l'année minière modélisée



## Feuille 9 Liste des écoulements

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Aire	Identification du point de rejet	Description
------	----------------------------------	-------------

<b>Écoulements associés à la production du minerai et des résidus miniers (P)</b>	P1	Rejet de l'usine de traitement du minerai vers l'épaisseur
	P2	Rejet de l'épaisseur vers l'installation d'entreposage des résidus miniers
	P3	Surverse de l'épaisseur recyclée vers l'usine de traitement du minerai
	P4	Eau retenue dans la masse de résidus consolidés
	P5	Humidité entrant dans l'usine de traitement avec le minerai
	P6	Humidité quittant l'usine de traitement du minerai avec le concentré
	P7	Eau douce d'appoint nécessaire à l'usine de traitement
	P8	Pertes par évaporation, déversement etc. dans l'usine de traitement
	P9	L'eau qui est soit requise pour faire fonctionner l'usine de traitement du minerai en provenance des installations de résidus, bassins collecteurs ou de source externe ( la flèche pointe vers l'usine de traitement), ou l'excédentaire des eaux de procédé qui ne peuvent pas être recyclées de l'épaisseur et qui doit être rejeté vers le bassin de l'installation de traitement de l'eau (la flèche pointe vers le bassin de l'installation de traitement de l'eau).
	P10	Eau d'appoint en provenance des chantiers miniers
	P11	Eau récupérée du bassin de résidus vers l'usine de traitement du minerai
	P12	Eau d'appoint en provenance des amas de stériles et de mort-terrain

<b>Écoulements associés aux précipitations(R)</b>	R1	<b>Usine de traitement du minerai et campement</b>	Précipitations s'écoulant du terrain naturel
	R2		Précipitations s'écoulant du terrain préparé
	R3		Précipitations directes dans le bassin
	R4	<b>Installations des résidus miniers</b>	Précipitations s'écoulant du terrain naturel
	R5		Précipitations s'écoulant du terrain préparé
	R6		Précipitations directes dans le bassin des résidus mouillés
	R7		Précipitations s'écoulant de la plage des résidus secs
	R8	<b>Chantiers miniers</b>	Précipitations s'écoulant du terrain naturel
	R9		Précipitations s'écoulant des murs de la mine à ciel ouvert
	R10		Précipitations directes dans le bassin
	R11	<b>Amas de stériles et mort-terrain</b>	Précipitations s'écoulant du terrain naturel
	R12		Précipitations s'écoulant des amas de stériles et mort-terrain
	R13		Précipitations directes dans le bassin
	R14	<b>Installation de Traitement de l'eau</b>	Précipitations s'écoulant du terrain naturel
	R15		Précipitation s'écoulant du terrain préparé
	R16		Précipitations directes dans le bassin
	R17		Précipitations s'écoulant du terrain naturel
	R18	<b>Aire Restaurée</b>	Précipitations s'écoulant de l'aire restaurée
	R19		Précipitations directes dans le bassin
	R20	<b>Aire de construction</b>	Précipitations s'écoulant du terrain naturel
	R21		Précipitations s'écoulant de l'aire de construction
	R22		Précipitations directes dans le bassin

<b>Évaporation depuis les bassins(E)</b>	E1	Depuis le bassin collecteur de l'usine de traitement du minerai
	E2	Depuis le bassin collecteur des installations de résidus
	E3	Depuis le bassin collecteur relié aux chantiers miniers
	E4	Depuis le bassin collecteur relié aux amas de stériles et de mort-terrain
	E5	Depuis le bassin collecteur relié à l'installation de traitement de l'eau
	E6	Depuis le bassin de l'aire restaurée
	E7	Depuis le bassin de l'aire de construction

<b>Eaux d'exfiltration (S)</b>	S1	Depuis l'usine de traitement du minerai et campement
	S2	Depuis les installations de résidus miniers
	S3	Depuis les chantiers miniers
	S4	Depuis les amas de stériles et de mort-terrain
	S5	Depuis le bassin collecteur relié à l'installation de traitement de l'eau
	S6	Depuis le bassin de l'aire restaurée
	S7	Depuis le bassin de l'aire de construction

<b>Écoulements divers (M)</b>	M1	Eau pour l'abatage de la poussière (depuis le bassin collecteur relié à l'installation de traitement de l'eau)
	M2	Eaux usées traitées acheminées vers l'installation de traitement de l'eau

<b>Écoulements entre différents bassins-versants(F)</b>	F1	Depuis le bassin de l'usine de traitement du minerai et campement vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau
	F2	Depuis le bassin des installations de résidus vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau
	F3	Depuis le bassin des chantiers miniers vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau
	F4	Depuis le bassin des amas de stériles et de mort-terrain vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau

<b>Rejet dans l'environnement(D)</b>	D1	Depuis le bassin de polissage de l'installation de traitement de l'eau
	D2	Depuis le bassin de l'aire restaurée
	D3	Depuis le bassin de l'aire de construction

<b>Milieux récepteurs (RE)</b>	RE1	Milieu récepteur en amont de D1
	RE2	Milieu récepteur en amont de D2
	RE3	Milieu récepteur en amont de D3

Feuille 10

Données reliées aux précipitations, écoulements et évaporation

Exemple

<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév.)	<b>Année minière modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière
<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>Date:</b>	Indiquer la date		

<b>Station(s) météorologique(s)</b>	- Emplacement			
	- Élévation (m)			
	- Distance par rapport au site (km)			

Précipitations																						
Mois	Précipitations annuelles choisies pour la modélisation (mm/a)			Depuis le terrain naturel		Depuis le terrain préparé (autour de l'usine de traitement du minéral, etc.)		Depuis les bassins et le résidus miniers mouillés		Depuis les plages de résidus miniers secs		Depuis les dépôts de stériles, et de mort-terrain		Depuis les chantiers miniers		Depuis l'aire restaurée		Depuis l'aire de construction		Écoulement mensuel (note 3)		
	Moyenne	Répartition mensuelle (note 2)	Précipitations	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle	Exprimé en % de l'accumulation
	(mm)	(% du total)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)
Oct.	102.0	11.3	102.0	0.70	71.4	0.80	81.6	1.00	102.0	0.40	40.8	0.70	71.4	0.80	81.6	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	100
Nov.	88.0	9.8	88.0	0.70	61.6	0.80	70.4	1.00	88.0	0.40	35.2	0.70	61.6	0.80	70.4	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	50
Dec.	74.0	8.2	74.0	0.70	51.8	0.80	59.2	1.00	74.0	0.40	29.6	0.70	51.8	0.80	59.2	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0
Jan.	59.0	6.6	59.0	0.70	41.3	0.80	47.2	1.00	59.0	0.40	23.6	0.70	41.3	0.80	47.2	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0
Fév.	44.0	4.9	44.0	0.60	26.4	0.70	30.8	1.00	44.0	0.40	17.6	0.70	30.8	0.80	35.2	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0
Mars	58.0	6.4	58.0	0.60	34.8	0.70	40.6	1.00	58.0	0.40	23.2	0.70	40.6	0.80	46.4	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0
Avril	62.0	6.9	62.0	0.60	37.2	0.70	43.4	1.00	62.0	0.40	24.8	0.70	43.4	0.80	49.6	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	50
Mai	81.0	9.0	81.0	0.70	56.7	0.80	64.8	1.00	81.0	0.40	32.4	0.70	56.7	0.80	64.8	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	100
Juin	78.0	8.7	78.0	0.70	54.6	0.80	62.4	1.00	78.0	0.40	31.2	0.70	54.6	0.80	62.4	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	100
Juillet	77.0	8.6	77.0	0.70	53.9	0.80	61.6	1.00	77.0	0.40	30.8	0.70	53.9	0.80	61.6	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	100
Août	85.0	9.4	85.0	0.70	59.5	0.80	68.0	1.00	85.0	0.40	34.0	0.70	59.5	0.80	68.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	100
Sept.	92.0	10.2	92.0	0.70	64.4	0.80	73.6	1.00	92.0	0.40	36.8	0.70	64.4	0.80	73.6	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	100
<b>TOTAL</b>	<b>900.0</b>	<b>100.0</b>	<b>900.0</b>	<b>0.68</b>	<b>613.6</b>	<b>0.78</b>	<b>703.6</b>	<b>1.00</b>	<b>900.0</b>	<b>0.40</b>	<b>360.0</b>	<b>0.70</b>	<b>630.0</b>	<b>0.80</b>	<b>720.0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0</b>	

Mois	Évaporation annuelle choisie pour la modélisation (mm/a)			Évaporation-lac assignée au modèle	
	Moyenne	Répartition mensuelle	Valeur à laquelle le facteur est appliqué	Facteur bac/lac (note 5)	Assigné au modèle
	(mm)	(% du total)	(mm)	(mm)	(mm)
Oct.	45.0	6.00	45.0	0.70	31.5
Nov.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0
Dec.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0
Jan.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0
Fév.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0
Mars	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0
Avril	26.0	3.33	26.0	0.70	17.5
Mai	130.0	17.33	130.0	0.70	91.0
Juin	155.0	20.67	155.0	0.70	108.5
Juillet	180.0	24.00	180.0	0.70	126.0
Août	135.0	18.00	135.0	0.70	94.5
Sept.	80.0	10.67	80.0	0.70	56.0
<b>TOTAL</b>	<b>750.0</b>	<b>100.00</b>	<b>750.0</b>	<b>0.70</b>	<b>525.0</b>

Période de retour	Précipitation		Évaporation	
	Année humide	Année sèche	Année humide	Année sèche
	(mm/a)	(mm/a)	(mm/a)	(mm/a)
Années	900	750		
moyenne	900	750		
5				
10				
25				
50				
100	1,200	625	500	900
1000				

NOTES:

- Le coefficient d'écoulement est le pourcentage de précipitation qui s'écoule et aboutit dans le(s) bassin(s), compte tenu de l'évapotranspiration et de l'infiltration. Depuis un terrain naturel, ce coefficient peut être de l'ordre de 20 à 70 %, selon le degré de saturation du sol, l'importance de la chute de pluie et le moment de l'année. Le coefficient d'écoulement sera plus élevé sur des surfaces revêtues et les parois de la mine. Aux fins de la modélisation, on peut poser l'hypothèse que 100 % des précipitations qui tombent au-dessus du bassin et sur les plages de résidus mouillés aboutissent dans le bassin. L'écoulement des résidus miniers est considéré moins important que le degré de saturation des résidus miniers. Rarement dispose-t-on de mesures d'écoulement à corréler avec les précipitations pour établir les coefficients d'écoulement à un nouveau site minier.
- Faute de données, il est parfois nécessaire de poser l'hypothèse que la répartition mensuelle des précipitations est la même pendant les années humides et sèches que pendant l'année moyenne.
- Un modèle d'écoulement doit permettre d'entrer une répartition de l'écoulement en pourcentage de la neige totale accumulée jusque-là, pour pouvoir tenir compte de l'accumulation de la neige en hiver. Par exemple, s'il n'y a aucune écoulement en janvier, février et mars, et un écoulement de 100 % en avril, l'accumulation totale pour les trois mois de l'hiver sera entrée du côté des débits entrants du bilan hydrique d'avril. Pour que le modèle d'écoulement fonctionne correctement, les données de précipitations et d'évaporation entrées dans le tableau doivent concerner une période qui commence et se termine un mois où 100 % de l'écoulement pondéré est évacué.
- L'« évaporation-bac » est une valeur mesurée. On appelle « évaporation-lac » l'évaporation réelle qui se produit depuis la surface d'une nappe d'eau. L'évaporation-lac correspond habituellement à 70 % de l'évaporation mesurée au bac, mais ce facteur peut varier selon les conditions climatiques et le moment de l'année. Il est également possible de calculer l'évaporation à partir des conditions climatiques.
- Si on utilise une valeur d'évaporation calculée (lac), on doit indiquer zéro (0) pour le facteur évaporation-bac/évaporation-lac pour chaque mois.
- Les valeurs de précipitation et d'évaporation contenues dans cette table sont fournies par l'utilisateur par bonne garde (c'est-à-dire, ils n'ont aucune effets sur le modèle). L'utilisateur doit sélectionner les valeurs de précipitation et d'évaporation désirées, et entrer ces données dans les cellules D12 et D30, de sorte que ces valeurs prennent effet dans le modèle.

7 Données à entrer (cellules d'entrée de données).

Valeurs assignées au modèle.

# Feuille 11

## Calendrier de production

Exemple

<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>No du projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>Date:</b>	Indiquer la date
<b>Année minière modélisée :</b>	5		

### Calendrier de production sommaire

Année	Minerai			Stériles			Rapport stériles / minerai	Minerai à basse teneur mis en dépôt  (t/a)
	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)		
5	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	

Indiquer l'année de production à modéliser

### Calendrier de production détaillé

Année	Minerai			Stériles			Rapport stériles / minerai	Minerai à basse teneur mis en dépôt  (t/a)
	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)		
-3			0	1,000,000		1,000,000		
-2			0	3,000,000		3,000,000		
-1			0	3,000,000		3,000,000		
1	2,000,000		2,000,000	8,000,000		8,000,000	4.00	
2	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
3	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
4	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
5	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
6	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
7	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
8	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
9	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
10	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
11	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
12	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
13	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
14	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
15	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
16	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
17	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
18	5,000,000		5,000,000	15,000,000	300,000	15,300,000	3.06	
19	5,000,000	500,000	5,500,000	15,000,000	50,000	15,050,000	2.74	
20	5,000,000	600,000	5,600,000	2,000,000	50,000	2,050,000	0.37	
21		700,000	700,000		30,000	30,000	0.04	
22		600,000	600,000		30,000	30,000	0.05	
23		400,000	400,000		20,000	20,000	0.05	
24		200,000	200,000		0	0	0.00	
			0			0		
			0			0		
TOTAL	97,000,000	3,000,000	100,000,000	287,000,000	480,000	#####	2.87	0

**Note:**

- 1 Le calendrier de production variera d'une mine à l'autre. Le calendrier présenté ici vise à donner un aperçu de la vie d'une mine. **Le modèle de bilan hydrique, toutefois, ne tiendra compte que d'une année à la fois.** L'année modélisée est choisie à l'étape du calendrier de production sommaire.
- 2 Le tableau Calendrier de production détaillé doit être développé, au besoin, pour faire état de l'ensemble de la vie de la mine. L'utilisateur doit vérifier que les liens avec le Calendrier de production sommaire fassent aussi la mise à jour de ce dernier en fonction du tableau Calendrier de production détaillé.
- 3 L'année minière doit correspondre à l'année hydrologique choisie car les calculs relatifs à la boue sont fondés sur l'année minière. Une année hydrologique court normalement d'octobre à septembre.



Des données doivent être entrées dans les cellules orange

# Feuille 12

## Données opérationnelles

Exemple

**Valeurs nominales et valeurs de conception:** Les valeurs nominales sont basées sur l'alimentation annuelle prévue de l'usine de traitement moyenne sur une période de 365 jours par an. Les valeurs nominales sont utilisées pour dimensionner l'installation des résidus miniers ainsi que pour la modélisation des écoulements (bilan hydrique). Les valeurs de conception sont plus importantes et prennent en considération la disponibilité de l'usine de traitement (% de l'année où l'usine de traitement peut fonctionner) en y incluant un facteur de sécurité approprié. Les valeurs de conception sont utilisées pour dimensionner et concevoir les installations de procédés, les canalisations et les systèmes de pompage. Mise en garde - quelques fois les concepteurs de procédés définissent les valeurs nominales et de conception différemment.

Mine:	Indiquer le nom de la mine	Symbole	Source (note 1)	Production de résidus miniers			Unités (métriques)
				1	2	Total	
No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)			Déposition en surface	Déposition souterraine		
Date:	Indiquer la date						
No de projet	Indiquer le numéro du projet						

Production de minerai							
- Réserve de minerai (tonnage de calcul)				-	-	100.00	Mt
- Production annuelle prévue de l'usine de traitement (taux de production nominal)				-	-	5,000,000	t/a
- Temps de disponibilité de l'usine de traitement (% de l'année pendant lequel l'usine peut être exploitée - habituellement de 90 à 95 %)				-	-	90.0	%
- Marge de sécurité ajoutée à la valeur de calcul				-	-	1.00	-

Production de résidus							
- Rapport résidus / minerai ( <i>La différence est le concentré</i> )				-	-	0.975	-
ou Masse de résidus si le tonnage est plus élevé que celui du minerai (fortes précipitations)				-	-		t/j
- % de résidus pour déposition en surface et souterraine				100.0	0.0	100	%
- Masse volumique du minerai	$G_s$			3.00	3.00		-
- Poids spécifique du liquide surnageant	$\rho_w$			1.00	1.00		t/m <sup>3</sup>
- Rejet des résidus en pulpe dense de l'usine de traitement vers l'épaisseur	$S_1$			-	-	40.0	% solides
- Rejet des résidus en pulpe dense de l'épaisseur vers l'installation de	$S_2$			40.0	40.0	-	% solides
- Coefficient de vide assumé (Volume des vides / volume total)	$e$			0.90	0.85	-	-

Écoulements influant sur le bilan hydrique de l'usine de traitement							
- Contenu en eau du minerai allant à l'usine de traitement (% of total mass of ore)	$\omega_2$			-	-	4.0	%
- Eau sortant de l'usine de traitement du minerai dans le concentré (Note 2)	Contenu en humidité si transporté par camion (% de la masse totale du concentré)	$\omega_3$		-	-	10.0	%
	OU densité de la boue si transporté par canalisation	$S_3$		-	-	0.0	% solides
- Minimum d'eau douce (propre) d'appoint nécessaire à l'usine de traitement (% de l'eau totale dans les résidus)				-	-	10.00	%
- Eau perdue par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement (% de l'eau totale dans les résidus)				-	-	2.00	%

Écoulements divers influant sur le modèle hydrique							
- Eau utilisée pour l'abattage de la poussière (puisée dans l'un des bassins)	M1			-	-	500	m <sup>3</sup> /j
- Eau potable de source externe (n travailleurs x vol./travailleur/jour)				-	-	150	m <sup>3</sup> /j
- Eaux usées (en % de l'eau potable)	M2			-	-	85	%
- Eau d'appoint depuis les chantiers miniers	P10			-	-	0	m <sup>3</sup> /mo
- Eau d'appoint des installations de résidus miniers	P11			-	-	0	m <sup>3</sup> /mo
- Eau d'appoint depuis les amas de stériles et de mort-terrain	P12			-	-	0	m <sup>3</sup> /mo

### Masse de résidus si le tonnage est plus élevé que celui du minerai (fortes précipitations)

Stériles							
- Masse volumique	$G_s$			-	-	2.80	-

- Notes:**
- 1 L'information peut être obtenue auprès du propriétaire/exploitant, des entrepreneurs ou des consultants.
  - 2 Les volumes d'eau établis à partir de la teneur en eau et de la densité des boues sont additionnés pour déterminer la valeur de P6. Habituellement, un seul des deux est utilisé (il faut alors indiquer zéro pour l'option non retenue).

L'information doit être entrée dans les cellules orange. Les valeurs sont alors automatiquement reliées aux deux feuilles suivantes, où les calculs pertinents sont exécutés.

## Feuille 13 Estimation des

Exemple

### besoins de l'usine de traitement en eau de procédé d'appoint et des pertes par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement

Données préliminaires d'opération pour la modélisation des écoulements et le dimensionnement de l'installation de rejet de l'usine de traitement

<b>Mine:</b>		Indiquer le nom de la mine	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>No de projet</b>		Indiquer le numéro du projet	<b>Date:</b>	Indiquer la date

Les besoins en eau d'appoint et les pertes par évaporation et déversement sont normalement fournis par le concepteur de procédés. Si tel n'est pas le cas, ces valeurs peuvent être estimées en mètres cubes d'eau par tonne métrique de minerai traité (m<sup>3</sup>/t), au moyen des simples procédures exposées ci-après. Il s'agit habituellement de volumes relativement faibles.

- Les résidus sont transformés typiquement dans l'usine de traitement du minerai à une densité de pulpe (S) approximativement de 30% à 40% solides par masse. Le total des eaux de transformation par tonne métrique de résidus secs produit par le traitement de minerai est donc (1/S - 1).
- L'eau de procédé d'appoint (douce) dans l'usine de traitement représente habituellement de 3 à 10 % de l'eau totale utilisée par l'usine de traitement.
- On peut poser l'hypothèse que les pertes par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement sont de 0,5 à 2,0 % de l'eau totale circulant dans l'usine de traitement.

#### Eau d'appoint nécessaire dans l'usine de traitement (mélange des réactifs, eau d'étanchéité, etc.)

Densité des boues de résidus de l'usine de traitement à l'épaississeur S	Besoins en eau douce (P7)	
	%	m <sup>3</sup> /t de minerai traité (1/S - 1) × %
40.00	10.0	0.150

#### Perte d'eau par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement

Densité des boues de résidus de l'usine de traitement à l'épaississeur S	Perte d'eau par évaporation et déversement (P8)	
	%	m <sup>3</sup> /t de minerai traité (1/S - 1) × %
40.00	2.00	0.030

**Notes:** 1

Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. La densité des résidus en pulpe et le % de ce volume sont automatiquement transférés depuis les feuilles « Données opérationnelles ». Les calculs sont exécutés sur la présente feuille et les résultats sont automatiquement transférés à la feuille 14, « Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai ».

## Feuille 14

**Exemple**

# Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai

**Valeurs nominales et valeurs de conception:** Les valeurs nominales sont basées sur l'alimentation annuelle prévue de l'usine de traitement moyenne sur une période de 365 jours par an. Les valeurs nominales sont utilisées pour dimensionner l'installation des résidus miniers ainsi que pour la modélisation des écoulements (bilan hydrique). Les valeurs de conception sont plus importantes et prennent en considération la disponibilité de l'usine de traitement (% de l'année où l'usine de traitement peut fonctionner) en y incluant un facteur de sécurité approprié. Les valeurs de conception sont utilisées pour dimensionner et concevoir les installations de procédés, les canalisations et les systèmes de pompage. Mise en garde - quelques fois les concepteurs de procédés définissent les valeurs nominales et de conception différemment.

Mine:	Indiquer le nom de la mine	Date:	Indiquer la date	Indicateur	No de l'écoulement (Note 1)	Source ou calcul	Production de résidus miniers			Unités (métriques)	
No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex. 01)	No du projet	Indiquer le numéro du projet	Lettre	Symbole		Déposition en surface	Déposition souterraine	Total		
<b>Production de minerai</b>											
-	Réserve de minerai			A		Feuille 12	-	-	100,00	Mt	
-	Production nominale de minerai		Annuelle prévue	B		Feuille 12	-	-	5,000,000	t/a	
			Mensuelle	C		B / 12	-	-	416,667	t/mo	
			Journalière	D		B / 365	-	-	13,699	t/j	
-	Vie de la mine			E		A / B	-	-	20,0	années	
-	Disponibilité de l'usine de traitement (% de l'année pendant laquelle l'usine peut être exploitée)			F		Feuille 12	-	-	90,0	%	
-	Marge de sécurité comprise dans la valeur de calcul			G		Feuille 12	-	-	1,00	-	
-	Taux de traitement journalier de calcul			H		D / F x G	-	-	15,221	t/j	
<b>Résidus miniers</b>											
-	Rapport résidus/ minerai			I		Feuille 12	-	-	0,975	-	
-	Masse du concentré par mois			J		C - C x I	-	-	10,417	t/mo	
-	% des résidus pour déposition en surface et souterraine			K		Feuille 12	100	0	100	%	
-	Production nominal de résidus		Total	L		A x I x K	97,50	0,00	97,50	Mt	
			Annuelle	M		B x I x K	4,875,000	0	4,875,000	t/a	
			Mensuelle	N		C x I x K	406,250	0	406,250	t/mo	
			Journalière	O		D x I x K	13,356	0	13,356	t/j	
-	Taux de production planifié des résidus			P		O x / F x G	14,840	0	14,840	t/j	
-	Densité spécifique du minerai			G <sub>s</sub>		Feuille 12	3,00	3,00	-	-	
-	Poids spécifique de la liqueur (surnageant)			ρ <sub>m</sub>		Feuille 12	1,00	1,00	-	t/m <sup>3</sup>	
-	Taux de vide assumé des résidus rejetés			e		Feuille 12	0,90	0,85	-	-	
-	Densité des résidus sec rejetés			ρ <sub>d</sub>		G <sub>s</sub> x ρ <sub>m</sub> / (1 + e)	1,58	1,62	-	t/m <sup>3</sup>	
-	Volume de résidus déposés (basé sur les valeurs nominales)		Total	Q		L / ρ <sub>d</sub>	61,75	0,00	61,75	M-m <sup>3</sup>	
			Annuel	R		M / ρ <sub>d</sub>	3,087,500	0	3,087,500	m <sup>3</sup> /a	
			Mensuel	S		N / ρ <sub>d</sub>	257,292	0	257,292	m <sup>3</sup> /mo	
			Journalier	T		O / ρ <sub>d</sub>	8,459	0	8,459	m <sup>3</sup> /j	
<b>Écoulements mensuels nominaux associés à la production de minerai (notes 2 et 3)</b>											
<b>Eaux dans les résidus rejetés de l'usine de traitement vers l'épaisseur de résidus</b>											
-	Volume rejeté			U	S <sub>1</sub>	feuille 12	-	-	40,0	% solides	
-	Volume rejeté			U	S <sub>1</sub>	P1	N / S <sub>1</sub> - N	-	-	609,375	m <sup>3</sup> /mo
<b>Eaux dans les résidus rejetés de l'épaisseur de résidus vers les installations de résidus</b>											
-	Volume rejeté			V	S <sub>2</sub>	Feuille 12	40,0	40,0	-	% solides	
-	Volume rejeté			V	S <sub>2</sub>	P2	N / S <sub>2</sub> - N	609,375	0	609,375	m <sup>3</sup> /mo
<b>Trop-plein de l'épaisseur recyclé vers l'usine de traitement</b>											
<b>Eau retenue dans les résidus consolidés rejetés en assumant saturation</b>											
-	Volume retenu dans les résidus			X	ω <sub>1</sub>	e <sub>v</sub> /G <sub>s</sub>	30,0	28,3	-	%	
-	Volume retenu dans les résidus			X	ω <sub>1</sub>	P4	N x ω <sub>1</sub>	121,875	0	121,875	m <sup>3</sup> /mo
<b>Humidité dans le minerai vers l'usine de traitement</b>											
-	Volume acheminé vers l'usine de traitement			Y	ω <sub>2</sub>	feuille 12	-	-	4,0	%	
-	Volume acheminé vers l'usine de traitement			Y	ω <sub>2</sub>	P5	C x ω <sub>2</sub>	-	-	16,667	m <sup>3</sup> /mo
<b>Eau en partance de l'usine de traitement avec le concentré</b>											
-	Contenu en eau si acheminé par camion (% de la masse totale du concentré)				ω <sub>3</sub>	Feuille 12	-	-	10,0	%	
-	Densité des boues si acheminé par conduite (% solide par masse)				S <sub>3</sub>	Feuille 12	-	-	0,0	% solides	
-	Volume d'eau si acheminé de l'usine par camion			Z		P6	J x ω <sub>3</sub>	-	-	1,042	m <sup>3</sup> /mo
OU	Volume d'eau si acheminé par pipeline						J x / S <sub>3</sub> - J	-	-	0	m <sup>3</sup> /mo
<b>Besoins de l'usine de traitement en eau douce (propre) d'appoint de source externe</b>											
-	Volume nominal d'eau par tonne de minerai traité			AA		Feuille 13	-	-	0,150	m <sup>3</sup> /t	
-	Volume acheminé vers l'usine			BB		P7	C x BB	-	-	62,500	m <sup>3</sup> /mo
<b>Pertes d'eau par évaporation et déversement dans l'usine de traitement</b>											
-	Volume par tonne nominale de minerai traité			CC		Feuille 13	-	-	0,030	m <sup>3</sup> /t	
-	Volume perdu à l'usine de traitement			DD		P8	C x DD	-	-	12,500	m <sup>3</sup> /mo
<b>Eau récupérée et eau d'appoint acheminées vers l'usine de traitement depuis des structures de stockage de l'eau sur le site</b>											
-	Eau d'appoint acheminé à l'usine de traitement depuis les chantiers miniers			EE		P10	Feuille 12	-	-	0	m <sup>3</sup> /mo
-	Eau recyclé vers l'usine de traitement depuis l'installation de résidus			FF		P11	Feuille 12	-	-	0	m <sup>3</sup> /mo
-	Eau d'appoint acheminée à l'usine de traitement depuis les amas de stériles et de mort-terrain			GG		P12	Feuille 12	-	-	0	m <sup>3</sup> /mo
<b>Eau qui est soit nécessaire au fonctionnement de l'usine de traitement provenant de l'usine de traitement, des bassins collecteurs du site ou d'une source externe (valeur positive), ou eau de procédé excédentaire qui ne peut être recyclée et doit être rejetée dans le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau (valeur négative).</b>											
-	Volume d'eau			HH		+P9A or -P9B	P1 + P6 + P8 - P5 - P7 - P10 - P11 - P12 - P3	-	-	543,750	m <sup>3</sup> /mo

- Notes:**
- 1 Le modèle utilise des écoulements mensuels. Aux fins des calculs, la densité de l'eau est présumée équivalente à 1.
  - 2 **Aucune entrée de donnée n'est nécessaire sur cette feuille. Les données sont automatiquement transférées des feuilles antérieures. Les calculs sont effectués sur cette feuille et transférés vers les autres feuilles pertinentes.**

622,917  
622,917

Écoulements vers l'usine de traitement } doit être égal  
Écoulements depuis l'usine de traitement }

## Feuille 15

**Exemple**

### Sommaire des écoulements associés au traitement du minerai

<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
<b>No du projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Données opérationnelles pertinentes pour l'exécution du modèle		
Taux de production nominal	13,699	t/a
Densité des rejets de résidus en pulpe provenant de l'usine	40.0	% solides
Densité des rejets de résidus en pulpe provenant de l'épaississeur	40.0	% solides
Besoins minimaux de l'usine de traitement en eau d'appoint propre	10.00	% de toute la quantité d'eau consommée par l'usine de traitement

Écoulement		Volume mensuel (m <sup>3</sup> /mois)	
P1	Volume d'eau rejeté de l'usine de traitement vers l'épaississeur	609,375	
P2	Volume d'eau rejeté de l'épaississeur vers les installation de résidus	609,375	
P3	Trop-plein de l'épaississeur recyclé vers l'usine de traitement	0	
P4	Volume d'eau retenu dans les résidus consolidés	121,875	
-	Volume d'eau rejeté de la masse de résidus consolidés (P2 - P4)	487,500	
P5	Humidité dans le minerai vers l'usine de traitement	16,667	
P6	Volume d'eau acheminé dans le concentré de l'usine	Par camion	1,042
		Par pipeline	0
P7	Besoin minimum d'eau d'appoint requis pour l'usine de traitement	62,500	
P8	Pertes d'eau par évaporation et déversement dans l'usine de traitement	12,500	
P9A or P9B	Eau qui est nécessaire au fonctionnement de l'usine de traitement, des bassins collecteurs du site ou d'une source externe (P9A-valeur positive), ou de l'eau de procédé excédentaire qui ne peut être recyclée et doit être rejetée dans le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau ( P9B-valeur négative).	543,750	
P10	Eau d'appoint acheminée à l'usine de traitement depuis les chantiers miniers	0	
P11	Eau recyclée vers l'usine de traitement depuis l'installation de résidus	0	
P12	Eau recyclée vers l'usine de traitement depuis les amas de stériles et de mort-terrain	0	
Eau totale nécessaire à l'exploitation de l'usine de traitement (P7 propre + P9 autre)		606,250	

**Notes:**

- Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille, qui constitue seulement un sommaire. Les valeurs sont automatiquement transférées de la feuille 14, « Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai ».
- Les numéros et les couleurs des écoulements correspondent aux numéros et couleurs de la feuille 14, « Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai ».

622,917	Écoulements vers l'usine de traitement Écoulements depuis l'usine de traitement	} doit être égal
622,917		

## Feuille 16 Bassins versants

Exemple

<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Bassins-versants		Sous-bassins-versants <sup>1</sup>			Indicatif de l'écoulement
		Aire drainée	% du total	(m <sup>2</sup> )	
Usine de traitement du minerai et campement	1500.00	Terrain naturel	40	6,000,000	R1
		Terrain préparé <sup>2</sup>	50	7,500,000	R2
		Bassin collecteur	10	1,500,000	R3, E1
		<b>TOTAL</b>	100	15,000,000	-
Installations des résidus miniers	2500.00	Terrain naturel	50	12,500,000	R4
		Terrain préparé <sup>2</sup>	5	1,250,000	R5
		Bassin et résidus miniers humides	25	6,250,000	R6, E2
		plage de résidus miniers secs	20	5,000,000	R7
		<b>TOTAL</b>	100	25,000,000	-
Chantiers miniers	1000.00	Terrain naturel	75	7,500,000	R8
		Terrain préparé <sup>2</sup>	15	1,500,000	R9
		Bassin collecteur	10	1,000,000	R10, E3
		<b>TOTAL</b>	100	10,000,000	-
Amas de stériles et mort-terrain	200.00	Terrain naturel	40	800,000	R11
		Amas de stériles et de mort-terrain	55	1,100,000	R12
		Bassin collecteur	5	100,000	R13, E4
		<b>TOTAL</b>	100	2,000,000	-
Installation de traitement de l'eau	100.00	Terrain naturel	45	450,000	R14
		Terrain préparé <sup>2</sup>	40	400,000	R15
		Bassin collecteur	15	150,000	R16, E5
		<b>TOTAL</b>	100	1,000,000	-
Aire restaurée	0.00	Terrain naturel	45	0	R17
		Aire restaurée	45	0	R18
		Bassin collecteur	10	0	R19, E6
		<b>TOTAL</b>	100	0	-
Aire de construction	0.00	Terrain naturel	45	0	R20
		Aire de construction	45	0	R21
		Bassin collecteur	10	0	R22, E7
		<b>TOTAL</b>	100	0	-
<b>TOTAL</b>	<b>5,300.00</b>	-	-	53,000,000	-

**Note:**

- 1 Les sous-bassins-versants sont subdivisés en pourcentages qui sont appelés à changer avec le développement de la mine.
- 2 Un terrain préparé s'entend d'un terrain revêtu, de routes, d'aires industrielles ou d'un terrain peu perméable.

Des données doivent être entrées dans les cellules orange. Les calculs sont exécutés dans les autres cellules et les données pertinentes sont automatiquement transférées à d'autres feuilles.

# Feuille 17

## Écoulements associés aux précipitations

### Sous-bassin-versant: usine de traitement et campement

Exemple

Données de la page couverture	Mine:	Indiquer le nom de la mine	Produit:	Indiquer le minerai extrait
	No du projet	Indiquer le numéro du projet	No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date:	Indiquer la date	Année modélisée:	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Précipitation pondérée (à partir de la feuille 10) (mm)								Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale ( si moins de 100% = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins et résidus miniers humides	Des plages de résidus miniers secs	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restauré	De l'aire de construction	
Oct.	71.4	81.6	102.0	40.8	71.4	81.6	0.0	0.0	100
Nov.	61.6	70.4	88.0	35.2	61.6	70.4	0.0	0.0	50
Déc.	51.8	59.2	74.0	29.6	51.8	59.2	0.0	0.0	0
Jan.	41.3	47.2	59.0	23.6	41.3	47.2	0.0	0.0	0
Fév.	26.4	30.8	44.0	17.6	30.8	35.2	0.0	0.0	0
Mars	34.8	40.6	58.0	23.2	40.6	46.4	0.0	0.0	0
Avril	37.2	43.4	62.0	24.8	43.4	49.6	0.0	0.0	50
Mai	56.7	64.8	81.0	32.4	56.7	64.8	0.0	0.0	100
Juin	54.6	62.4	78.0	31.2	54.6	62.4	0.0	0.0	100
Juillet	53.9	61.6	77.0	30.8	53.9	61.6	0.0	0.0	100
Août	59.5	68.0	85.0	34.0	59.5	68.0	0.0	0.0	100
Sept.	64.4	73.6	92.0	36.8	64.4	73.6	0.0	0.0	100
<b>TOTAL</b>	<b>613.6</b>	<b>703.6</b>	<b>900.0</b>	<b>360.0</b>	<b>630.0</b>	<b>720.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

Écoulement de ruissellement (m <sup>3</sup> / mois)																
No de ruissellement	R1 - Terrain naturel				R2 - Terrain préparé				R3 - Bassin collecteur							
Aire (m2) (à partir de la feuille 16)	6,000,000				7,500,000				1,500,000							
Mois	Ruisselleme nt disponible (aire x ruisselleme nt pondéré)	Ruisselleme nt total disponible (disponible plus ruisselleme nt non déversé du mois précédent)	R1 - Ruisselle ment réel (total disponible x % ruisselleme nt)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruisselle ment réel)	Ruisselle ment disponible (aire x ruisselleme nt pondéré)	Ruisselleme nt total disponible (disponible plus ruisselleme nt non déversé du mois précédent)	R2 - Ruisselle ment réel (total disponible x % ruisselleme nt)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruisselle ment réel)	Ruisselle ment disponible (aire x ruisselleme nt pondéré)	Ruisselleme nt total disponible (disponible plus ruisselleme nt non déversé du mois précédent)	R3 - Ruisselle ment réel (total disponible x % ruisselleme nt)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruisselle ment réel)	Ruisselle ment disponible (aire x ruisselleme nt pondéré)	Ruisselleme nt total disponible (disponible plus ruisselleme nt non déversé du mois précédent)	Ruisselle ment mensuel réel (total disponible x % ruisselleme nt)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruisselle ment réel)
Oct.	428,400	428,400	428,400	0	612,000	612,000	612,000	0	153,000	153,000	153,000	0	0	0	0	0
Nov.	369,600	369,600	184,800	184,800	528,000	528,000	264,000	264,000	132,000	132,000	66,000	66,000	0	0	0	0
Déc.	310,800	495,600	0	495,600	444,000	708,000	0	708,000	111,000	177,000	0	177,000	0	0	0	0
Jan.	247,800	743,400	0	743,400	354,000	1,062,000	0	1,062,000	88,500	265,500	0	265,500	0	0	0	0
Fév.	158,400	901,800	0	901,800	231,000	1,293,000	0	1,293,000	66,000	331,500	0	331,500	0	0	0	0
Mars	208,800	1,110,600	0	1,110,600	304,500	1,597,500	0	1,597,500	87,000	418,500	0	418,500	0	0	0	0
Avril	223,200	1,333,800	666,900	666,900	325,500	1,923,000	961,500	961,500	93,000	511,500	255,750	255,750	0	0	0	0
Mai	340,200	1,007,100	1,007,100	0	486,000	1,447,500	1,447,500	0	121,500	377,250	377,250	0	0	0	0	0
Juin	327,600	327,600	327,600	0	468,000	468,000	468,000	0	117,000	117,000	117,000	0	0	0	0	0
Juillet	323,400	323,400	323,400	0	462,000	462,000	462,000	0	115,500	115,500	115,500	0	0	0	0	0
Août	357,000	357,000	357,000	0	510,000	510,000	510,000	0	127,500	127,500	127,500	0	0	0	0	0
Sept.	386,400	386,400	386,400	0	552,000	552,000	552,000	0	138,000	138,000	138,000	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>3,681,600</b>		<b>3,681,600</b>	<b>0</b>	<b>5,277,000</b>		<b>5,277,000</b>	<b>0</b>	<b>1,350,000</b>		<b>1,350,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes:
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 18

**Exemple**

## Écoulements associés au ruissellement dû aux précipitations Sous-bassin-versant: installations des résidus miniers

Données de la page couverture	Mine:	Indiquer le nom de la mine	Produit:	Indiquer le minerai extrait
	No du projet	Indiquer le numéro du projet	No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date:	Indiquer la date	Année modélisée:	Indiquer l'année de la modélisation minière

Précipitation pondérée (à partir de la feuille 10) (mm)									Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100% = gel)
Mois	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins et résidus minier humides	Des plages de résidus miniers secs	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	71.4	81.6	102.0	40.8	71.4	81.6	0.0	0.0	100
Nov.	61.6	70.4	88.0	35.2	61.6	70.4	0.0	0.0	50
Déc.	51.8	59.2	74.0	29.6	51.8	59.2	0.0	0.0	0
Jan.	41.3	47.2	59.0	23.6	41.3	47.2	0.0	0.0	0
Fév.	26.4	30.8	44.0	17.6	30.8	35.2	0.0	0.0	0
Mars	34.8	40.6	58.0	23.2	40.6	46.4	0.0	0.0	0
Avril	37.2	43.4	62.0	24.8	43.4	49.6	0.0	0.0	50
Mai	56.7	64.8	81.0	32.4	56.7	64.8	0.0	0.0	100
Juin	54.6	62.4	78.0	31.2	54.6	62.4	0.0	0.0	100
Juillet	53.9	61.6	77.0	30.8	53.9	61.6	0.0	0.0	100
Août	59.5	68.0	85.0	34.0	59.5	68.0	0.0	0.0	100
Sept.	64.4	73.6	92.0	36.8	64.4	73.6	0.0	0.0	100
<b>TOTAL</b>	<b>613.6</b>	<b>703.6</b>	<b>900.0</b>	<b>360.0</b>	<b>630.0</b>	<b>720.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

Écoulement de ruissellement (m <sup>3</sup> / mois)																
No de ruissellement	R4 - Terrain naturel				R5 - Terrain préparé			R6 - Plage et résidus humides			R7 - Plage de résidus secs					
Aire (m <sup>2</sup> ) (à partir de la feuille 16)	12,500,000				1,250,000			6,250,000			5,000,000					
Mois	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R4 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R5 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R6 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R7 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)
Oct.	892,500	892,500	892,500	0	102,000	102,000	102,000	0	637,500	637,500	637,500	0	204,000	204,000	204,000	0
Nov.	770,000	770,000	385,000	385,000	88,000	88,000	44,000	44,000	550,000	550,000	275,000	275,000	176,000	176,000	88,000	88,000
Déc.	647,500	1,032,500	0	1,032,500	74,000	118,000	0	118,000	462,500	737,500	0	737,500	148,000	236,000	0	236,000
Jan.	516,250	1,548,750	0	1,548,750	59,000	177,000	0	177,000	368,750	1,106,250	0	1,106,250	118,000	354,000	0	354,000
Fév.	330,000	1,878,750	0	1,878,750	38,500	215,500	0	215,500	275,000	1,381,250	0	1,381,250	88,000	442,000	0	442,000
Mars	435,000	2,313,750	0	2,313,750	50,750	266,250	0	266,250	362,500	1,743,750	0	1,743,750	116,000	558,000	0	558,000
Avril	465,000	2,778,750	1,389,375	1,389,375	54,250	320,500	160,250	160,250	387,500	2,131,250	1,065,625	1,065,625	124,000	682,000	341,000	341,000
Mai	708,750	2,098,125	2,098,125	0	81,000	241,250	241,250	0	506,250	1,571,875	1,571,875	0	162,000	503,000	503,000	0
Juin	682,500	2,098,125	682,500	0	78,000	78,000	78,000	0	487,500	1,571,875	487,500	0	156,000	156,000	156,000	0
Juillet	673,750	673,750	673,750	0	77,000	77,000	77,000	0	481,250	481,250	481,250	0	154,000	154,000	154,000	0
Août	743,750	743,750	743,750	0	85,000	85,000	85,000	0	531,250	531,250	531,250	0	170,000	170,000	170,000	0
Sept.	805,000	805,000	805,000	0	92,000	92,000	92,000	0	575,000	575,000	575,000	0	184,000	184,000	184,000	0
<b>TOTAL</b>	<b>7,670,000</b>	<b>7,670,000</b>	<b>7,670,000</b>	<b>0</b>	<b>879,500</b>	<b>879,500</b>	<b>879,500</b>	<b>0</b>	<b>5,625,000</b>	<b>5,625,000</b>	<b>5,625,000</b>	<b>0</b>	<b>1,800,000</b>	<b>1,800,000</b>	<b>1,800,000</b>	<b>0</b>

- Notes:
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 19

## Écoulements de ruissellement associés aux précipitations

Sous-bassin-versant: chantiers miniers ( installations à ciel ouvert et souterraines)

**Exemple**

Données de la page couverture	Mine:	Indiquer le nom de la mine	Produit:	Indiquer le minerai extrait
	No de projet	Indiquer le numéro du projet	No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date:	Indiquer la date	Année modélisée:	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Précipitation pondérée (à partir de la feuille 10) (mm)								Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100% = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins et résidus miniers humides	Des plages de résidus miniers secs	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	71.4	81.6	102.0	40.8	71.4	81.6	0.0	0.0	100
Nov.	61.6	70.4	88.0	35.2	61.6	70.4	0.0	0.0	50
Déc.	51.8	59.2	74.0	29.6	51.8	59.2	0.0	0.0	0
Jan.	41.3	47.2	59.0	23.6	41.3	47.2	0.0	0.0	0
Fév.	26.4	30.8	44.0	17.6	30.8	35.2	0.0	0.0	0
Mars	34.8	40.6	58.0	23.2	40.6	46.4	0.0	0.0	0
Avril	37.2	43.4	62.0	24.8	43.4	49.6	0.0	0.0	50
Mai	56.7	64.8	81.0	32.4	56.7	64.8	0.0	0.0	100
Juin	54.6	62.4	78.0	31.2	54.6	62.4	0.0	0.0	100
Juillet	53.9	61.6	77.0	30.8	53.9	61.6	0.0	0.0	100
Août	59.5	68.0	85.0	34.0	59.5	68.0	0.0	0.0	100
Sept.	64.4	73.6	92.0	36.8	64.4	73.6	0.0	0.0	100
<b>TOTAL</b>	<b>613.6</b>	<b>703.6</b>	<b>900.0</b>	<b>360.0</b>	<b>630.0</b>	<b>720.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

No de ruissellement	Écoulement de ruissellement (m <sup>3</sup> / mois)											
	R8 - Terrain naturel				R9 - Paroi de la mine à ciel ouvert				R10 - Bassin			
Aire (m2) (à partir de la feuille 16)	7,500,000				1,500,000				1,000,000			
Mois	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent	R8 - Ruissellement mensuel réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent	R9 - Ruissellement mensuel réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent	R10 - Ruissellement mensuel réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)
Oct.	535,500	535,500	535,500	0	122,400	122,400	122,400	0	102,000	102,000	102,000	0
Nov.	462,000	462,000	231,000	231,000	105,600	105,600	52,800	52,800	88,000	88,000	44,000	44,000
Déc.	388,500	619,500	0	619,500	88,800	141,600	0	141,600	74,000	118,000	0	118,000
Jan.	309,750	929,250	0	929,250	70,800	212,400	0	212,400	59,000	177,000	0	177,000
Fév.	198,000	1,127,250	0	1,127,250	52,800	265,200	0	265,200	44,000	221,000	0	221,000
Mars	261,000	1,388,250	0	1,388,250	69,600	334,800	0	334,800	58,000	279,000	0	279,000
Avril	279,000	1,667,250	833,625	833,625	74,400	409,200	204,600	204,600	62,000	341,000	170,500	170,500
Mai	425,250	1,258,875	1,258,875	0	97,200	301,800	301,800	0	81,000	251,500	251,500	0
Juin	409,500	409,500	409,500	0	93,600	93,600	93,600	0	78,000	78,000	78,000	0
Juillet	446,250	446,250	446,250	0	92,400	92,400	92,400	0	77,000	77,000	77,000	0
Août	404,250	446,250	446,250	0	102,000	102,000	102,000	0	85,000	85,000	85,000	0
Sept.	483,000	483,000	483,000	0	110,400	110,400	110,400	0	92,000	92,000	92,000	0
<b>TOTAL</b>	<b>4,602,000</b>	<b>4,602,000</b>	<b>4,602,000</b>	<b>0</b>	<b>1,080,000</b>	<b>1,080,000</b>	<b>1,080,000</b>	<b>0</b>	<b>900,000</b>	<b>900,000</b>	<b>900,000</b>	<b>0</b>

- Notes:
- Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 20

## Écoulements associés aux précipitations

### Sous-bassin-versant: amas de stériles et de mort-terrain

Exemple

Données de la page couverture	Mine:	Indiquer le nom de la mine	Produit:	Indiquer le minerai extrait
	No de projet	Indiquer le numéro du projet	No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date:	Indiquer la date	Année modélisée	Indiquer l'année de la modélisation minière

Précipitation pondérée (à partir de la feuille 10) (mm)										Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100% = gel)
<b>Mois</b>	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins et résidus miniers humides	Des plages de résidus miniers secs	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction		
<b>Oct.</b>	71.4	81.6	102.0	40.8	71.4	81.6	0.0	0.0	100	
<b>Nov.</b>	61.6	70.4	88.0	35.2	61.6	70.4	0.0	0.0	50	
<b>Déc.</b>	51.8	59.2	74.0	29.6	51.8	59.2	0.0	0.0	0	
<b>Jan.</b>	41.3	47.2	59.0	23.6	41.3	47.2	0.0	0.0	0	
<b>Fév.</b>	26.4	30.8	44.0	17.6	30.8	35.2	0.0	0.0	0	
<b>Mars</b>	34.8	40.6	58.0	23.2	40.6	46.4	0.0	0.0	0	
<b>Avril</b>	37.2	43.4	62.0	24.8	43.4	49.6	0.0	0.0	50	
<b>Mai</b>	56.7	64.8	81.0	32.4	56.7	64.8	0.0	0.0	100	
<b>Juin</b>	54.6	62.4	78.0	31.2	54.6	62.4	0.0	0.0	100	
<b>Juillet</b>	53.9	61.6	77.0	30.8	53.9	61.6	0.0	0.0	100	
<b>Août</b>	59.5	68.0	85.0	34.0	59.5	68.0	0.0	0.0	100	
<b>Sept.</b>	64.4	73.6	92.0	36.8	64.4	73.6	0.0	0.0	100	
<b>TOTAL</b>	613.6	703.6	900.0	360.0	630.0	720.0	0.0	0.0		

<b>Écoulement de ruissellement (m<sup>3</sup> / mois)</b>														
	<b>No de ruissellement</b>	<b>R11 - Terrain préparé</b>				<b>R12 - amas de stérile et mort-terrain</b>				<b>R13 - Bassin</b>				
	<b>Aire (m2) (à partir de la feuille 16)</b>	800,000				1,100,000				100,000				
<b>Mois</b>	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R11 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R12 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R13 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)		
<b>Oct.</b>	57,120	57,120	57,120	0	78,540	78,540	78,540	0	10,200	10,200	10,200	0	0	0
<b>Nov.</b>	49,280	49,280	24,640	24,640	67,760	67,760	33,880	33,880	8,800	8,800	4,400	4,400	0	0
<b>Déc.</b>	41,440	66,080	0	66,080	56,980	90,860	0	90,860	7,400	11,800	0	11,800	0	0
<b>Jan.</b>	33,040	99,120	0	99,120	45,430	136,290	0	136,290	5,900	17,700	0	17,700	0	0
<b>Fév.</b>	21,120	120,240	0	120,240	33,880	170,170	0	170,170	4,400	22,100	0	22,100	0	0
<b>Mars</b>	27,840	148,080	0	148,080	44,660	214,830	0	214,830	5,800	27,900	0	27,900	0	0
<b>Avril</b>	29,760	177,840	88,920	88,920	47,740	262,570	131,285	131,285	6,200	34,100	17,050	17,050	0	0
<b>Mai</b>	45,360	134,280	134,280	0	62,370	193,655	193,655	0	8,100	25,150	25,150	0	0	0
<b>Juin</b>	43,680	43,680	43,680	0	60,060	60,060	60,060	0	7,800	7,800	7,800	0	0	0
<b>Juillet</b>	43,120	43,120	43,120	0	59,290	59,290	59,290	0	7,700	7,700	7,700	0	0	0
<b>Août</b>	47,600	47,600	47,600	0	65,450	65,450	65,450	0	8,500	8,500	8,500	0	0	0
<b>Sept.</b>	51,520	51,520	51,520	0	70,840	70,840	70,840	0	9,200	9,200	9,200	0	0	0
<b>TOTAL</b>	490,880	490,880	490,880	0	693,000	693,000	693,000	0	90,000	90,000	90,000	0	0	0

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 21

## Écoulements associés aux précipitations

### Sous-bassin-versant: installation de traitement de l'eau

Exemple

Données de la page couverte	Mine:	Indiquer le nom de la mine	Produit:	Indiquer le minerai extrait
	No de projet:	Indiquer le numéro du projet	No de révision:	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date:	Indiquer la date	Année modélisée:	Indiquer l'année de la modélisation minière

<p><b>Précipitation pondérée (à partir de la feuille 10) (mm)</b></p>									Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100% = gel)
<b>Mois</b>	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins et résidus humides	Des plages de résidus miniers secs	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
<b>Oct.</b>	71.4	81.6	102.0	40.8	71.4	81.6	0.0	0.0	100
<b>Nov.</b>	61.6	70.4	88.0	35.2	61.6	70.4	0.0	0.0	50
<b>Déc.</b>	51.8	59.2	74.0	29.6	51.8	59.2	0.0	0.0	0
<b>Jan.</b>	41.3	47.2	59.0	23.6	41.3	47.2	0.0	0.0	0
<b>Fév.</b>	26.4	30.8	44.0	17.6	30.8	35.2	0.0	0.0	0
<b>Mars</b>	34.8	40.6	58.0	23.2	40.6	46.4	0.0	0.0	0
<b>Avril</b>	37.2	43.4	62.0	24.8	43.4	49.6	0.0	0.0	50
<b>Mai</b>	56.7	64.8	81.0	32.4	56.7	64.8	0.0	0.0	100
<b>Juin</b>	54.6	62.4	78.0	31.2	54.6	62.4	0.0	0.0	100
<b>Juillet</b>	53.9	61.6	77.0	30.8	53.9	61.6	0.0	0.0	100
<b>Août</b>	59.5	68.0	85.0	34.0	59.5	68.0	0.0	0.0	100
<b>Sept.</b>	64.4	73.6	92.0	36.8	64.4	73.6	0.0	0.0	100
<b>TOTAL</b>	<b>613.6</b>	<b>703.6</b>	<b>900.0</b>	<b>360.0</b>	<b>630.0</b>	<b>720.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

<b>Écoulement de ruissellement (m<sup>3</sup> / mois)</b>																
	No de ruissellement	R14 - Terrain naturel					R15 - Terrain préparé					R16 - Bassin collecteur				
	Aire (m2) (à partir de la feuille 16)	450,000					400,000					150,000				
<b>Mois</b>	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R14 - Ruissellement mensuel réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R15 - Ruissellement mensuel réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R16 - Ruissellement mensuel réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	
<b>Oct.</b>	32,130	32,130	32,130	0	32,640	32,640	32,640	0	15,300	15,300	15,300	0	0	0	0	
<b>Nov.</b>	27,720	27,720	13,860	13,860	28,160	28,160	14,080	14,080	13,200	13,200	6,600	6,600	0	0	0	
<b>Déc.</b>	23,310	37,170	0	37,170	23,680	37,760	0	37,760	11,100	17,700	0	17,700	0	0	0	
<b>Jan.</b>	18,585	55,755	0	55,755	18,880	56,640	0	56,640	8,850	26,550	0	26,550	0	0	0	
<b>Fév.</b>	11,880	67,635	0	67,635	12,320	68,960	0	68,960	6,600	33,150	0	33,150	0	0	0	
<b>Mars</b>	15,660	83,295	0	83,295	16,240	85,200	0	85,200	8,700	41,850	0	41,850	0	0	0	
<b>Avril</b>	16,740	100,035	50,018	50,018	17,360	102,560	51,280	51,280	9,300	51,150	25,575	25,575	0	0	0	
<b>Mai</b>	25,515	75,533	75,533	0	25,920	77,200	77,200	0	12,150	37,725	37,725	0	0	0	0	
<b>Juin</b>	24,570	24,570	24,570	0	24,960	24,960	24,960	0	11,700	11,700	11,700	0	0	0	0	
<b>Juillet</b>	24,255	24,255	24,255	0	24,640	24,640	24,640	0	11,550	11,550	11,550	0	0	0	0	
<b>Août</b>	26,775	26,775	26,775	0	27,200	27,200	27,200	0	12,750	12,750	12,750	0	0	0	0	
<b>Sept.</b>	28,980	28,980	28,980	0	29,440	29,440	29,440	0	13,800	13,800	13,800	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>276,120</b>	<b>276,120</b>	<b>276,120</b>	<b>0</b>	<b>281,440</b>	<b>281,440</b>	<b>281,440</b>	<b>0</b>	<b>135,000</b>	<b>135,000</b>	<b>135,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100% - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

## Feuille 22

### Écoulements associés aux précipitations

#### Sous-bassin-versant: aire restaurée

**Exemple**

Données de la page couverture	Mine:	Indiquer le nom de la mine	Produit:	Indiquer le minerai extrait
	No de projet	Indiquer le numéro du projet	No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date:	Indiquer la date	Année modélisée	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Précipitation pondérée (à partir de la feuille 10) (mm)								Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100% = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins et résidus miniers humides	Des plages de résidus miniers secs	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	71.4	81.6	102.0	40.8	71.4	81.6	0.0	0.0	100
Nov.	61.6	70.4	88.0	35.2	61.6	70.4	0.0	0.0	50
Déc.	51.8	59.2	74.0	29.6	51.8	59.2	0.0	0.0	0
Jan.	41.3	47.2	59.0	23.6	41.3	47.2	0.0	0.0	0
Fév.	26.4	30.8	44.0	17.6	30.8	35.2	0.0	0.0	0
Mars	34.8	40.6	58.0	23.2	40.6	46.4	0.0	0.0	0
Avril	37.2	43.4	62.0	24.8	43.4	49.6	0.0	0.0	50
Mai	56.7	64.8	81.0	32.4	56.7	64.8	0.0	0.0	100
Juin	54.6	62.4	78.0	31.2	54.6	62.4	0.0	0.0	100
Juillet	53.9	61.6	77.0	30.8	53.9	61.6	0.0	0.0	100
Août	59.5	68.0	85.0	34.0	59.5	68.0	0.0	0.0	100
Sept.	64.4	73.6	92.0	36.8	64.4	73.6	0.0	0.0	100
<b>TOTAL</b>	<b>613.6</b>	<b>703.6</b>	<b>900.0</b>	<b>360.0</b>	<b>630.0</b>	<b>720.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

Écoulement de ruissellement (m <sup>3</sup> / mois)															
No de ruissellement	R17 - Terrain naturel				R18 - aire restaurée				R19 - Bassin						
	Aire (m <sup>2</sup> ) (à partir de la feuille 16)														
0															
Mois	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R17 - Ruissellement réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R18 - Ruissellement réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	R19 - Ruissellement réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible (disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100% - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 23

## Écoulements associés aux précipitations

### Sous-bassin-versant: aire de construction

Exemple

Données de la page couverte	Mine:	Indiquer le nom de la mine	Produit:	Indiquer le minerai extrait
	No de projet	Indiquer le numéro du projet	No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date:	Indiquer la date	Année modélisée	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Précipitation pondérée (à partir de la feuille 10) (mm)								Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100% = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins et résidus minier humides	Des plages de résidus miniers secs	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	71.4	81.6	102.0	40.8	71.4	81.6	0.0	0.0	100
Nov.	61.6	70.4	88.0	35.2	61.6	70.4	0.0	0.0	50
Déc.	51.8	59.2	74.0	29.6	51.8	59.2	0.0	0.0	0
Jan.	41.3	47.2	59.0	23.6	41.3	47.2	0.0	0.0	0
Fév.	26.4	30.8	44.0	17.6	30.8	35.2	0.0	0.0	0
Mars	34.8	40.6	58.0	23.2	40.6	46.4	0.0	0.0	0
Avril	37.2	43.4	62.0	24.8	43.4	49.6	0.0	0.0	50
Mai	56.7	64.8	81.0	32.4	56.7	64.8	0.0	0.0	100
Juin	54.6	62.4	78.0	31.2	54.6	62.4	0.0	0.0	100
Juillet	53.9	61.6	77.0	30.8	53.9	61.6	0.0	0.0	100
Août	59.5	68.0	85.0	34.0	59.5	68.0	0.0	0.0	100
Sept.	64.4	73.6	92.0	36.8	64.4	73.6	0.0	0.0	100
<b>TOTAL</b>	<b>613.6</b>	<b>703.6</b>	<b>900.0</b>	<b>360.0</b>	<b>630.0</b>	<b>720.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

Écoulement de ruissellement (m <sup>3</sup> / mois)																
No de ruissellement	R20 - Terrain naturel					R21 - Aire de construction					R22 - Bassin					
	Aire (m <sup>2</sup> ) (à partir de la feuille 16)															
	0					0					0					
Mois	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent	R20 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent	R21 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent	R22 - Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)	Ruissellement disponible (aire x ruissellement pondéré)	Ruissellement total disponible plus ruissellement non déversé du mois précédent	- Ruissellement mensuelle réel (total disponible x % ruissellement)	Résiduel de chaque mois (total disponible - ruissellement réel)
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 24

## Pertes par évaporation

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Évaporation du lac (à partir de la feuille 10) (mm)	Pertes par évaporation (m <sup>3</sup> / mois)									
	Emplacement	Bassin de l'usine de traitement du minerai et campement	Bassin de résidus miniers humides	Bassin des chantiers miniers	Bassin des amas de stériles et de mort-terrain	Bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau	Bassin de l'aire restaurée	Bassin de l'aire de construction		Total
	Ind. écoul.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7		
Aire (m <sup>2</sup> ) (à partir de la feuille 16)	1,500,000	6,250,000	1,000,000	100,000	150,000	0	0	0	0	
31.5	Oct.	47,250	196,875	31,500	3,150	4,725	0	0	0	283,500
0.0	Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.5	Avril	26,250	109,375	17,500	1,750	2,625	0	0	0	157,500
91.0	Mai	136,500	568,750	91,000	9,100	13,650	0	0	0	819,000
108.5	Juin	162,750	678,125	108,500	10,850	16,275	0	0	0	976,500
126.0	Juillet	189,000	787,500	126,000	12,600	18,900	0	0	0	1,134,000
94.5	Août	141,750	590,625	94,500	9,450	14,175	0	0	0	850,500
56.0	Sept.	84,000	350,000	56,000	5,600	8,400	0	0	0	504,000
<b>525.0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>787,500</b>	<b>3,281,250</b>	<b>525,000</b>	<b>52,500</b>	<b>78,750</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4,725,000</b>

**Notes:**

- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
- 2 Les valeurs dans les colonnes sont les débits d'évaporation calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
- 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.

# Feuille 25

## Débits d'infiltration

**Exemple**

Données de la page couverture	<b>Mine:</b> Indiquer le nom de la mine		
	<b>Project #:</b> Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b> Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Installation		Depuis l'usine de traitement du minerai et campement	Depuis les installations de résidus miniers	Depuis les chantiers miniers	Depuis le bassin des amas de stériles et de mort-terrain	Depuis le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau	Depuis le bassin de l'aire restaurée	Depuis le bassin de l'aire de construction			Total	
Indicatif d'infiltration		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7				
Estimation de l'infiltration (m3/jour)		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0	0		
Jours/mois	Mois	Infiltration (m <sup>3</sup> / mois)										
31	Oct.	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	0	0	217,000
30	Nov.	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	0	0	210,000
31	Déc.	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	0	0	217,000
31	Jan.	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	0	0	217,000
28	Fév.	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	0	0	196,000
31	Mars	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	0	0	217,000
30	Avril	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	0	0	210,000
31	Mai	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	0	0	217,000
30	Juin	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	0	0	210,000
31	Juillet	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	0	0	217,000
31	Août	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	0	0	217,000
30	Sept.	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	0	0	210,000
365	TOTAL	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	0	0	2,555,000

- Notes:**
- 1 Les estimations des infiltrations sont entrées par l'utilisateur. Les données sont entrées dans les cellules orange. Les calculs sont exécutés dans les autres cellules et les données pertinentes sont automatiquement transférées aux autres feuilles.
  - 2 L'information est automatiquement transférée des autres feuilles ou est calculée sur la présente feuille, sauf pour ce qui est des estimations des infiltrations.
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 Les infiltrations directes dans l'environnement sont considérées au même titre qu'un effluent en vertu du REMM et elles sont assujetties aux exigences de contrôle.

# Feuille 26

## Écoulements divers

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

<b>Écoulement</b> →	<b>Eau pour l'abattage de la poussière</b>			<b>Eau potable</b>	<b>Eaux usées traitées</b>			
<b>Indicatif de l'écoulement</b> →	<b>M1</b>				<b>M2</b>			
<b>À partir de la feuille 12 (M<sup>3</sup>/jour)</b> →	Maximum d'eau possible pour l'abattage de la poussière (m <sup>3</sup> /jour)	Pourcentage utilisé chaque mois ↓	Volume ↓	(m <sup>3</sup> /jour)	% d'eau potable devenant eau usée			
	500	(%) ↓	(m <sup>3</sup> ) ↓	150	85			

jours/ mois	Mois	Débit (m3/mois)						
		31	<b>Oct.</b>	15,500	100	15,500	4650	3,953
30	<b>Nov.</b>	15,000	50	7,500	4500	3,825		
31	<b>Déc.</b>	15,500	0	0	4650	3,953		
31	<b>Jan.</b>	15,500	0	0	4650	3,953		
28	<b>Fév.</b>	14,000	0	0	4200	3,570		
31	<b>Mars</b>	15,500	0	0	4650	3,953		
30	<b>Avril</b>	15,000	50	7,500	4500	3,825		
31	<b>Mai</b>	15,500	100	15,500	4650	3,953		
30	<b>Juin</b>	15,000	100	15,000	4500	3,825		
31	<b>Juillet</b>	15,500	100	15,500	4650	3,953		
31	<b>Août</b>	15,500	100	15,500	4650	3,953		
30	<b>Sept.</b>	15,000	100	15,000	4500	3,825		
365	<b>TOTAL</b>	<b>182,500</b>		<b>107,000</b>	<b>54,750</b>	<b>46,538</b>		

**Notes:**

- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
- 2 Les valeurs dans les colonnes sont les écoulements divers calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
- 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.

# Feuille 27

## Débits cumulatifs

**Exemple**

### Bassin versant de l'usine de traitement du minerai et campement

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)							Écoulement total F1 vers le bassin de traitement de l'eau (m <sup>3</sup> /mois)	
	+R1	+R2	+R3	+M2	-E1	-S1			
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de la feuille 17)	Précipitations s'écoulant du terrain préparé (de la feuille 17)	Précipitations sur le bassin (de la feuille 17)	Eaux usées traitées (de la feuille 26)	Évaporation du bassin (de la feuille 24)	Infiltrations (de la feuille 25)			
<b>Oct.</b>	428,400	612,000	153,000	3,953	-47,250	-31,000		1,119,103	
<b>Nov.</b>	184,800	264,000	66,000	3,825	0	-30,000		488,625	
<b>Déc.</b>	0	0	0	3,953	0	-31,000		0	
<b>Jan.</b>	0	0	0	3,953	0	-31,000		0	
<b>Fév.</b>	0	0	0	3,570	0	-28,000		0	
<b>Mars</b>	0	0	0	3,953	0	-31,000		0	
<b>Avril</b>	666,900	961,500	255,750	3,825	-26,250	-30,000		1,831,725	
<b>Mai</b>	1,007,100	1,447,500	377,250	3,953	-136,500	-31,000		2,668,303	
<b>Juin</b>	327,600	468,000	117,000	3,825	-162,750	-30,000		723,675	
<b>Juillet</b>	323,400	462,000	115,500	3,953	-189,000	-31,000		684,853	
<b>Août</b>	357,000	510,000	127,500	3,953	-141,750	-31,000		825,703	
<b>Sept.</b>	386,400	552,000	138,000	3,825	-84,000	-30,000		966,225	
<b>TOTAL</b>	<b>3,681,600</b>	<b>5,277,000</b>	<b>1,350,000</b>	<b>42,585</b>	<b>-740,250</b>	<b>-365,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9,308,210</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F1 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuillet 28

## Débits cumulatifs

Exemple

### Bassin versant des installations de résidus miniers

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

	Débits (m <sup>3</sup> /mois)								Débit total F2 vers le bassin collecteur de traitement de l'eau  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R4	+R5	+R6	+R7	+P2	-P4	-E2	-S2	
Mois	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de la feuille 18)	Précipitations s'écoulant du terrain préparé (de la feuille 18)	Précipitations sur le bassin (de la feuille 18)	Précipitations sur les plages de résidus secs ( de la feuille 18) (de la feuille 18)	Volume rejeté de l'épaisseur ( de la feuille 15)	Volume retenu dans les résidus consolidés ( de la feuille 15)	Évaporation du bassin (de la feuille 24)	Infiltrations (de la feuille 25)	
<b>Oct.</b>	892,500	102,000	637,500	204,000	609,375	-121,875	-196,875	-31,000	2,095,625
<b>Nov.</b>	385,000	44,000	275,000	88,000	609,375	-121,875	0	-30,000	1,249,500
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	609,375	-121,875	0	-31,000	456,500
<b>Jan.</b>	0	0	0	0	609,375	-121,875	0	-31,000	456,500
<b>Fév.</b>	0	0	0	0	609,375	-121,875	0	-28,000	459,500
<b>Mars</b>	0	0	0	0	609,375	-121,875	0	-31,000	456,500
<b>Avril</b>	1,389,375	160,250	1,065,625	341,000	609,375	-121,875	-109,375	-30,000	3,304,375
<b>Mai</b>	2,098,125	241,250	1,571,875	503,000	609,375	-121,875	-568,750	-31,000	4,302,000
<b>Juin</b>	682,500	78,000	487,500	156,000	609,375	-121,875	-678,125	-30,000	1,183,375
<b>Juillet</b>	673,750	77,000	481,250	154,000	609,375	-121,875	-787,500	-31,000	1,055,000
<b>Août</b>	743,750	85,000	531,250	170,000	609,375	-121,875	-590,625	-31,000	1,395,875
<b>Sept.</b>	805,000	92,000	575,000	184,000	609,375	-121,875	-350,000	-30,000	1,763,500
<b>TOTAL</b>	<b>7,670,000</b>	<b>879,500</b>	<b>5,625,000</b>	<b>1,800,000</b>	<b>7,312,500</b>	<b>-1,462,500</b>	<b>-3,281,250</b>	<b>-365,000</b>	<b>18,178,250</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F2 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 29

## Débits cumulatifs

### Bassin versant des chantiers miniers

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

	Débits (m <sup>3</sup> /mois)							Débit total	
	+R8	+R9	+R10	-E3	+S3			F3 vers le bassin collecteur de traitement de l'eau	
Mois	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de la feuille 19)	Précipitations s'écoulant des parois de la mine à ciel ouvert (de la feuille 19)	Précipitations sur le bassin (de la feuille 19)	Évaporation du bassin (de la feuille 24)	Infiltrations de la mine à ciel ouvert (de la feuille 15)			(m <sup>3</sup> /mois)	
<b>Oct.</b>	535,500	122,400	102,000	-31,500	31,000			759,400	
<b>Nov.</b>	231,000	52,800	44,000	0	30,000			357,800	
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	31,000			31,000	
<b>Jan.</b>	0	0	0	0	31,000			31,000	
<b>Fév.</b>	0	0	0	0	28,000			28,000	
<b>Mars</b>	0	0	0	0	31,000			31,000	
<b>Avril</b>	833,625	204,600	170,500	-17,500	30,000			1,221,225	
<b>Mai</b>	1,258,875	301,800	251,500	-91,000	31,000			1,752,175	
<b>Juin</b>	409,500	93,600	78,000	-108,500	30,000			502,600	
<b>Juillet</b>	404,250	92,400	77,000	-126,000	31,000			478,650	
<b>Août</b>	446,250	102,000	85,000	-94,500	31,000			569,750	
<b>Sept.</b>	483,000	110,400	92,000	-56,000	30,000			659,400	
<b>TOTAL</b>	<b>4,602,000</b>	<b>1,080,000</b>	<b>900,000</b>	<b>-525,000</b>	<b>365,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6,422,000</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F3 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 30

## Débits cumulatifs

**Exemple**

### Bassin versant des amas de stériles et mort-terrain

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

	Débits (m <sup>3</sup> /mois)						Débit total F4 vers le bassin collecteur de traitement de l'eau  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R11	+R12	+R13	-E4	-S4		
Mois	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de la feuille 20)	Précipitations s'écoulant des amas de stériles (de la feuille 20)	Précipitations sur le bassin (de la feuille 20)	Évaporation du bassin (de la feuille 24)	Infiltrations (de la feuille 25)		
<b>Oct.</b>	57,120	78,540	10,200	-3,150	-31,000		111,710
<b>Nov.</b>	24,640	33,880	4,400	0	-30,000		32,920
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Jan.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Fév.</b>	0	0	0	0	-28,000		0
<b>Mars</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Avril</b>	88,920	131,285	17,050	-1,750	-30,000		205,505
<b>Mai</b>	134,280	193,655	25,150	-9,100	-31,000		312,985
<b>Juin</b>	43,680	60,060	7,800	-10,850	-30,000		70,690
<b>Juillet</b>	43,120	59,290	7,700	-12,600	-31,000		66,510
<b>Août</b>	47,600	65,450	8,500	-9,450	-31,000		81,100
<b>Sept.</b>	51,520	70,840	9,200	-5,600	-30,000		95,960
<b>TOTAL</b>	<b>490,880</b>	<b>693,000</b>	<b>90,000</b>	<b>-52,500</b>	<b>-365,000</b>		<b>977,380</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F4 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 31

## Débits cumulatifs

### Bassin versant des installations de traitement de l'eau

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)											Débit total  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R14	+R15	+R16	-E5	-S5	-M1	+F1	+F2	+F3	+F4	-P9	
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de la feuille 21)	Précipitations s'écoulant du terrain préparé (de la feuille 21)	Précipitations sur le bassin (de la feuille 21)	Évaporation du bassin (de la feuille 24)	Infiltrations (de la feuille 25)	Eaux pour l'abatage de la poussière (de la feuille 26)	Débits du bassin de l'usine de traitement du minerai et campement (de la feuille 27)	Débits du bassin des installations de résidus miniers (de la feuille 28)	Débits du chantier minier (de la feuille 29)	Débits du bassin des résidus stériles et mort-terrain (de la feuille 30)	Volume d'eau d'appoint pour les besoins de l'usine de traitement du minerai (de la feuille 14)	
<b>Oct.</b>	32,130	32,640	15,300	-4,725	-31,000	-15,500	1,119,103	2,095,625	759,400	111,710	-543,750	3,570,933
<b>Nov.</b>	13,860	14,080	6,600	0	-30,000	-7,500	488,625	1,249,500	357,800	32,920	-543,750	1,582,135
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-31,000	0	0	456,500	31,000	0	-543,750	0
<b>Jan.</b>	0	0	0	0	-31,000	0	0	456,500	31,000	0	-543,750	0
<b>Fév.</b>	0	0	0	0	-28,000	0	0	459,500	28,000	0	-543,750	0
<b>Mars</b>	0	0	0	0	-31,000	0	0	456,500	31,000	0	-543,750	0
<b>Avril</b>	50,018	51,280	25,575	-2,625	-30,000	-7,500	1,831,725	3,304,375	1,221,225	205,505	-543,750	6,105,828
<b>Mai</b>	75,533	77,200	37,725	-13,650	-31,000	-15,500	2,668,303	4,302,000	1,752,175	312,985	-543,750	8,622,020
<b>Juin</b>	24,570	24,960	11,700	-16,275	-30,000	-15,000	723,675	1,183,375	502,600	70,690	-543,750	1,936,545
<b>Juillet</b>	24,255	24,640	11,550	-18,900	-31,000	-15,500	684,853	1,055,000	478,650	66,510	-543,750	1,736,308
<b>Août</b>	26,775	27,200	12,750	-14,175	-31,000	-15,500	825,703	1,395,875	569,750	81,100	-543,750	2,334,728
<b>Sept.</b>	28,980	29,440	13,800	-8,400	-30,000	-15,000	966,225	1,763,500	659,400	95,960	-543,750	2,960,155
<b>TOTAL</b>	<b>276,120</b>	<b>281,440</b>	<b>135,000</b>	<b>-78,750</b>	<b>-365,000</b>	<b>-107,000</b>	<b>9,308,210</b>	<b>18,178,250</b>	<b>6,422,000</b>	<b>977,380</b>	<b>-6,525,000</b>	<b>28,848,650</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total D1 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.
  - 5 L'utilisateur doit savoir que les volumes d'appoint provenant du bassin collecteur (écoulements P9) ne sont pas des écoulements réels, mais qu'ils représentent la demande en eau d'appoint. Il doit vérifier à la feuille 31 que les besoins en eau d'appoint sont satisfaits (aucune cellule ne doit être colorée en rose). L'utilisateur doit trouver une autre source d'eau d'appoint si les écoulements P9 sont insuffisants.

# Feuille 32

## Débits cumulatifs

### Bassin versant de l'aire restaurée

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)						Débit total D2 vers l'environnement  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R17	+R18	+R19	-E6	-S6		
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de la feuille 22)	Précipitations s'écoulant du terrain restauré (de la feuille 22)	Précipitations sur le bassin (de la feuille 22)	Évaporation du bassin (de la feuille 24)	Infiltrations (de la feuille 25)		
<b>Oct.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Nov.</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Jan.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Fév.</b>	0	0	0	0	-28,000		0
<b>Mars</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Avril</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>Mai</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Juin</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>Juillet</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Août</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Sept.</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-365,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total D2 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 33

## Débits cumulatifs

**Exemple**

### Bassin versant de l'aire de construction

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)						Débit total D3 vers l'environnement  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R20	+R21	+R22	-E7	-S7		
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de la feuille 23)	Précipitations s'écoulant du terrain de construction ( de la feuille 23)	Précipitations sur le bassin (de la feuille 23)	Évaporation du bassin (de la feuille 24)	Infiltrations (de la feuille 25)		
<b>Oct.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Nov.</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Jan.</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Fév.</b>	0	0	0	0	-28,000		0
<b>Mars</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Avril</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>Mai</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Juin</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>Juillet</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Août</b>	0	0	0	0	-31,000		0
<b>Sept.</b>	0	0	0	0	-30,000		0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-365,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 34, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total D3 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.



# Feuille 35

## Sommaire des données d'entrée clés utilisées dans ce module

Exemple

Données de base (de la page couverture)	
Mine	Indiquer le nom de la mine
Produit	Indiquer le minerai extrait
No de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
Date	Indiquer la date
Niveau de l'étude	Indiquer le niveau de l'étude (p. ex., faisabilité, conception détaillée)
Année modélisée:	Indiquer l'année de la modélisation minière
No de projet	Indiquer le numéro du projet

Données opérationnelles (de la feuille 12)		
Réserve de minerai	100.00	Mt
Taux de production	5,000,000	t/a
Disponibilité de l'usine de traitement	90	%
Marge de sécurité	1.00	-
Proportion résidu minier / minerai	0.975	-

Apports d'eau (de feuille 12)		
Teneur en humidité du minerai	4.0	% de la masse totale
Eau sortant de l'usine avec le concentré	10.0	% de la masse totale
Besoin minimal en eau propre dans l'usine de traitement	10.0	% de l'eau totale utilisé dans les résidus miniers
Perte d'eau par évaporation et déversement dans l'usine de traitement	2.0	% de l'eau totale utilisé dans les résidus miniers
Eau nécessaire pour l'abattage de la poussière	500	m <sup>3</sup> /j
Besoin en eau potable	150	m <sup>3</sup> /j
Proportion de l'eau potable devenue eau usée	85	%

Précipitations et évaporation (de la feuille 10)		
Précipitations min. - période de retour de 100 ans	625	mm/a
Précipitations moyennes	900	mm/a
Précipitations max. - période de retour de 100 ans	1,200	mm/a
Valeur de précipitations utilisée	900	mm/a
Coefficient d'écoulement - terrain naturel	68	%
Coefficient d'écoulement - terrain préparé	78	%
Coefficient d'écoulement - bassins et résidus miniers	100	%
Coefficient d'écoulement - résidus miniers secs	40	%
Coefficient d'écoulement - amas de stériles et de mort-terrain	70	%
Coefficient d'écoulement - parois de mine à ciel ouvert	80	%
Coefficient d'écoulement - aires restaurées	0	%
Coefficient d'écoulement - aires de construction	0	%
Évaporation-bac - période de retour de 100 ans, précip. min.	900	mm/a
Évaporation-bac moyenne	750	mm/a
Évaporation-bac - période de retour de 100 ans, précip. max.	500	mm/a
Méthode d'évaporation-bac utilisée	750	mm/a
Facteur - évaporation-bac à évaporation-lac	0.70	%

Aires des bassins-versants (de feuille 16)		
Site de l'usine de traitement et du camp	15,000,000	m <sup>2</sup>
Installation de résidus miniers	25,000,000	m <sup>2</sup>
Mine à ciel ouvert	10,000,000	m <sup>2</sup>
Amas de stériles et de mort-terrain	2,000,000	m <sup>2</sup>
Bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau	1,000,000	m <sup>2</sup>
Aire restaurée	0	m <sup>2</sup>
Aire de construction	0	m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>53,000,000</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**Notes:** 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est automatiquement importée de la page couverture et des feuilles 10, 12 et 16.

## Feuille 36 (1 de 6) Module Bilan massique

Données d'entrée : concentrations

Exemple

<b>Données de la page couverture</b>	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet	
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	
	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)	
	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière	

<b>Description</b>	Concentrations associées à l'écoulement depuis le terrain naturel		Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R1, R4, R8, R11, R14, R17, R20																								
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlore	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

<b>Description</b>	Concentrations associées à l'écoulement depuis le terrain préparé		Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R2, R5, R15																								
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlore	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

<b>Description</b>	Concentrations associées aux précipitations directes sur les bassins		Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R3, R6, R10, R13, R16, R19, R22																								
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlore	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

<b>Description</b>	Concentrations associées au ruissellement des résidus miniers secs		Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R7																								
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlore	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

<b>Description</b>	Concentrations associées aux écoulements depuis les parois des mines		Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R9																								
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlore	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

**Note:** Les tableaux de concentrations n'acceptent que des valeurs numériques positives. Des mentions comme s.o., -, <, etc. » engendreront des erreurs dans Excel. Les valeurs de concentration entrées dans cette feuille seront utilisées dans les feuilles subséquentes pour les calculs des charges massiques.



## Feuille 36 (3 de 6) Module Bilan massique

Données d'entrée : concentrations

Exemple

<b>Données de la page couverture</b>	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	
	<b>No de proj</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b> Indiquer l'année de la modélisation minière

Description	Concentrations associées aux eaux usées traitées du camp minier										Ces concentrations seront assignées aux écoulements : M2																
	Concentration (mg/l)																										
Mois	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlore	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Barium	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

**Note:** Les tableaux de concentrations n'acceptent que des valeurs numériques positives. Des mentions comme s.o., -, <, etc. > engendreront des erreurs dans Excel. Les valeurs de concentration entrées dans cette feuille seront utilisées dans les feuilles subséquentes pour les calculs des charges massiques.



## Feuille 36 (5 de 6) Module Bilan massique

Données d'entrée : concentrations

**Exemple**

<b>Données de la page couverture</b>	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine																											
	<b>No de projet</b>	Indiquer le numéro du projet										<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)																
	<b>Date:</b>	Indiquer la date										<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière																

<b>Description</b>	Concentrations associées à l'écoulement depuis les dépôts de stériles et de mort-terrain										Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R12																	
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																											
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr. 39	Pmtr. 40	Pmtr. 41	Pmtr. 42	Pmtr. 43	Pmtr. 44	Pmtr. 45	Pmtr. 46	Pmtr. 47	Pmtr. 48	Pmtr. 49	Pmtr. 50			
Oct.																												
Nov.																												
Déc.																												
Jan.																												
Fév.																												
Mars																												
Avril																												
Mai																												
Juin																												
Juillet																												
Août																												
Sept.																												

<b>Description</b>	Concentrations associées aux rejets de l'épaisseur à l'installation des résidus										Ces concentrations seront assignées aux écoulements : P2																	
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																											
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr. 39	Pmtr. 40	Pmtr. 41	Pmtr. 42	Pmtr. 43	Pmtr. 44	Pmtr. 45	Pmtr. 46	Pmtr. 47	Pmtr. 48	Pmtr. 49	Pmtr. 50			
Oct.																												
Nov.																												
Déc.																												
Jan.																												
Fév.																												
Mars																												
Avril																												
Mai																												
Juin																												
Juillet																												
Août																												
Sept.																												

<b>Description</b>	Concentrations associées aux infiltrations dans les chantiers miniers										Ces concentrations seront assignées aux écoulements : S3																	
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																											
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr. 39	Pmtr. 40	Pmtr. 41	Pmtr. 42	Pmtr. 43	Pmtr. 44	Pmtr. 45	Pmtr. 46	Pmtr. 47	Pmtr. 48	Pmtr. 49	Pmtr. 50			
Oct.																												
Nov.																												
Déc.																												
Jan.																												
Fév.																												
Mars																												
Avril																												
Mai																												
Juin																												
Juillet																												
Août																												
Sept.																												

<b>Description</b>	Concentrations associées à l'écoulement depuis le terrain restauré										Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R18																	
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																											
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr. 39	Pmtr. 40	Pmtr. 41	Pmtr. 42	Pmtr. 43	Pmtr. 44	Pmtr. 45	Pmtr. 46	Pmtr. 47	Pmtr. 48	Pmtr. 49	Pmtr. 50			
Oct.																												
Nov.																												
Déc.																												
Jan.																												
Fév.																												
Mars																												
Avril																												
Mai																												
Juin																												
Juillet																												
Août																												
Sept.																												

<b>Description</b>	Concentrations associées à l'écoulement depuis le terrain de construction										Ces concentrations seront assignées aux écoulements : R21																	
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																											
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr. 39	Pmtr. 40	Pmtr. 41	Pmtr. 42	Pmtr. 43	Pmtr. 44	Pmtr. 45	Pmtr. 46	Pmtr. 47	Pmtr. 48	Pmtr. 49	Pmtr. 50			
Oct.																												
Nov.																												
Déc.																												
Jan.																												
Fév.																												
Mars																												
Avril																												
Mai																												
Juin																												
Juillet																												
Août																												
Sept.																												

**Note:** Les tableaux de concentrations n'acceptent que des valeurs numériques positives. Des mentions comme s.o., -, <, etc. > engendreront des erreurs dans Excel. Les valeurs de concentration entrées dans cette feuille seront utilisées dans les feuilles subséquentes pour les calculs des charges massiques.

## Feuille 36 (6 de 6) Module Bilan massique

Données d'entrée : concentrations

Exemple

<b>Données de la page couverture</b>	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine									
		Indiquer le numéro du projet					Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)				
	<b>Date:</b>	Indiquer la date					<b>Année modélisée:</b> Indiquer l'année de la modélisation minière				

Description	Concentrations associées aux eaux usées traitées du camp minier										Ces concentrations seront assignées aux écoulements : M2																
Mois	Concentration (mg/l)																										
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr. 39	Pmtr. 40	Pmtr. 41	Pmtr. 42	Pmtr. 43	Pmtr. 44	Pmtr. 45	Pmtr. 46	Pmtr. 47	Pmtr. 48	Pmtr. 49	Pmtr. 50		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

**Note:** Les tableaux de concentrations n'acceptent que des valeurs numériques positives. Des mentions comme s.o., -, <, etc. > engendreront des erreurs dans Excel. Les valeurs de concentration entrées dans cette feuille seront utilisées dans les feuilles subséquentes pour les calculs des charges massiques.

# Feuille 37 (1 de 2) Module Bilan massique

Exemple

Données d'entrée : concentrations et débits depuis le milieu récepteur en amont des points de contrôle de la conformité

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine										
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet					<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)				
	<b>Date:</b>	Indiquer la date					<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière				

**Description** Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 1

Mois	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	phosphore té	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

**Description** Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 2

Mois	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	phosphore té	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

**Description** Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 3

Mois	Concentration (mg/l)																										
	Matières dissoutes totales	Total des solides en suspension	Carbone organique dissous	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	phosphore té	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

**Note:** Les tableaux de concentrations n'acceptent que des valeurs numériques positives. Des mentions comme s.o., -, <, etc. » engendreront des erreurs dans Excel. Les valeurs de concentration entrées dans cette feuille seront utilisées dans les feuilles subséquentes pour les calculs des charges massiques.

Les usagés doivent prendre en note que les cellules colorées orange requiert des entrées de données de débits. Elles représentent les débits qui sont mesurés ou estimés en amont du point de conformité.

# Feuille 37 (2 de 2)

## Module Bilan massique

Exemple

Données d'entrée : concentrations et débits depuis le milieu récepteur en amont des points de contrôle de la conformité

<b>Données de la page couverture</b>	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine																				
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet										<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)									
	<b>Date:</b>	Indiquer la date										<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière									

<b>Description</b>	Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 1																										
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

<b>Description</b>	Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 2																										
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

<b>Description</b>	Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 3																										
<b>Mois</b>	Concentration (mg/l)																										
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50		
Oct.																											
Nov.																											
Déc.																											
Jan.																											
Fév.																											
Mars																											
Avril																											
Mai																											
Juin																											
Juillet																											
Août																											
Sept.																											

**Note:** Les tableaux de concentrations n'acceptent que des valeurs numériques positives. Des mentions comme s.o., -, <, etc. » engendreront des erreurs dans Excel. Les valeurs de concentration entrées dans cette feuille seront utilisées dans les feuilles subséquentes pour les calculs des charges massiques.





# Feuille 39 (1 de 4) Charges calculées

**Exemple**

Bassin versant des installations de résidus miniers

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b> Indiquer l'année de la modélisation minière

Charges calculées - R4 ( débit de feuille 28\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R5 ( débit de feuille 28\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R6 ( débit de feuille 28\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R7 ( débit de feuille 28\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Notes:** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.

# Feuille 39 (2 de 4) Charges calculées

Exemple

Bassin versant des installations de résidus miniers

Données de la page	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	
ouverture	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b> Indiquer l'année de la modélisation minière

Charges calculées - P2 ( débit de feuille 28\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - F2

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	zote glob	Phosphate	phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Notes:** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.



# Feuille 39 (4 de 4) Charges calculées

Exemple

Bassin versant des installations de résidus miniers

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine																				
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet										<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)									
	<b>Date:</b>	Indiquer la date										<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière									

Charges calculées - P2 ( débit de feuille 28\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																										
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganès	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50		
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - F2

Mois	Charge (mg/mois)																											
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganès	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50			
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Notes:** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.



# Feuille 40 (2 de 4) Charges calculées

## Bassin versant du chantier minier

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b> Indiquer l'année de la modélisation minière

**Charges calculées pour F3**

Mois	Charge (mg/mois)																							
	Matières dissoutes	solides en organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote glob	Phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Notes:** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.



# Feuille 40 (4 de 4) Charges calculées Bassin versant du chantier minier

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine		
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière

**Charges calculées pour F3**

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganès	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Notes:** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.

# Feuille 41 (1 de 2) Charges calculées

Exemple

## Bassin-versant des amas de stériles et de mort-terrain

Données de la page couverture	<b>Mine:</b> Indiquer le nom de la mine
	<b>No de</b> Indiquer le numéro du projet
	<b>Date:</b> Indiquer la date
	<b>No de révision</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Année modélisée:</b> Indiquer l'année de la modélisation minière

Charges calculées - R11 ( débit de feuille 30° concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R12 ( débit de feuille 30° concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R13 ( débit de feuille 30° concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées pour F4

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob	Phosphate	osphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Notes: Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.



# Feuille 42 (1 de 4) Charges calculées

Exemple

## Bassin-versant de l'installation de traitement de l'eau

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine											
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet					<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)					
	<b>Date:</b>	Indiquer la date		<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière								

Charges calculées - R14 (débit de feuille 31\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob.	Phosphate	phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R15 (débit de feuille 31\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob.	Phosphate	phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R16 (débit de feuille 31\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob.	Phosphate	phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées à F1 ( feuille 38)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Matières dissoutes	solides en	organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	azote glob.	Phosphate	phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Notes: 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.





# Feuille 42 (4 de 4) Charges calculées

Exemple

Bassin-versant de l'installation de traitement de l'eau

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine																			
	<b>No de</b>	Indiquer le numéro du projet										<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)								
	<b>Date:</b>	Indiquer la date										<b>Année modélisée:</b>	Indiquer l'année de la modélisation minière								

Charges calculées à F2 ( feuille 39)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganès	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées à F3 ( feuille 40)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganès	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées à F4 ( feuille 41)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganès	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées pour D1

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganès	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50	
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Notes:** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.



# Feuille 43 (2 de 2)

## Charges calculées

### Bassin-versant des aires restaurées

**Exemple**

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine	
	<b>No de révision</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)	
	<b>Date:</b>	Indiquer la date	<b>Année modélisée:</b>

Charges calculées - R17 ( débit de feuille 32\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganés	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R18 ( débit de feuille 32\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganés	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées - R19( débit de feuille 32\* concentrations de feuille 36)

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganés	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Charges calculées pour D2

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganés	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sept.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Notes:** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.









# Feuille 46

## Critères de qualité de l'eau – Référence

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine:</b>	Indiquer le nom de la mine																						
	<b>No de projet:</b>	Indiquer le numéro du projet											<b>No de révision:</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)											
	<b>Date:</b>	Indiquer la date											<b>Année modélisée:</b> Indiquer l'année de la modélisation minière											

**Les critères de qualité de l'eau présentés ici le sont à titre de référence et ils ne constituent aucunement une liste exhaustive des critères de qualité de l'eau applicables à un site minier. Cette liste doit être modifiée en fonction des opérations minières.**  
**Si un paramètre d'intérêt est absent de la liste, on consultera les ouvrages de référence et on mettra à jour ce tableau en conséquence.**

Paramètres		Sulphate	Chlorure	Cyanure	Ammoniac total	Nitrate	Nitrite	Sodium	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Baryum	Bore	Cadmium	Chrome	Cuivre	Fer	Plomb	Magnésium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Thallium	Tin	Uranium	Zinc
Unité		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg nitrate/L	mg nitrite nitrogène/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
REMM <sup>(1)</sup>	Moyenne mensuelle maximale <sup>(2)</sup>			1							0.5					0.3	0.2						0.5						0.5
	MAX échantillon instantané <sup>(3)</sup>			2							1					0.6	0.4						1						1
Recommandations du CCME sur l'eau	Recommandations pour l'eau potable des collectivités	CMA		0.2		45 <sup>(4)</sup>	3.2 <sup>(4)</sup>			0.006	0.01	1	5	0.005	0.05			0.01			0.001			0.01				0.02	
		OE/VOR	≤500	≤250					≤200	0.1/0.2 <sup>(5)</sup>						≤1	<0.3			≤0.05									≤5
	Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux pour la protection de la vie aquatique	Eau douce			0.005 (cyanure libre)	0.019 (ionisé)	13 <sup>(6)</sup>	0.06 <sup>(6)</sup>		0.005 - 0.1 <sup>(6)</sup>		0.005				0.0089 (Cr(III)) 0.001 (Cr(VI))	0.002 - 0.004 <sup>(6)</sup>	0.3	0.001 - 0.007 <sup>(6)</sup>			0.000026 (Inorganique) 0.000004 (Méthylmercure)	0.073	0.025 - 0.150 <sup>(6)</sup>	0.001	0.0001	0.0008		0.03

- Notes:**
- 1 Toutes les concentrations sont des valeurs totales (REMM, 2002)
  - 2 Concentration mensuelle moyenne maximale admissible dans un échantillon composite
  - 3 Concentration maximale admissible dans un échantillon instantané
  - 4 À moins d'indication contraire, les valeurs recommandées s'appliquent à la concentration totale de l'élément ou de la substance dans un échantillon non filtré (CCME, 2006)
  - 5 Paramètre dépendant du pH
  - 6 Paramètre dépendant de la durée
  - 7 Paramètre dépendant de la valence
  - 8 La valeur recommandée est exprimée en mg de nitrate/L. Cette valeur équivaut à 2,9 mg d'azote des nitrates/L pour la vie aquatique en eau douce
  - 9 Les recommandations sont exprimées en mg d'azote des nitrites/L. Cette valeur équivaut à 0,197 mg de nitrite/L
  - 10 Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (Santé Canada, 2008)
  - 11 Il s'agit d'une valeur opérationnelle recommandée, applicable uniquement aux installations de traitement de l'eau potable qui utilisent des coagulants à base d'aluminium. Les valeurs opérationnelles recommandées de 0,1 mg/L s'appliquent aux installations de traitement classiques et la valeur de 0,2 mg/L, aux autres systèmes de traitement
  - 12 Les valeurs recommandées sont exprimées en mg/L et elles équivalent à 10 mg/L d'azote des nitrates. Lorsque les nitrates et les nitrites sont mesurés séparément, les concentrations de nitrite ne doivent pas dépasser 3,2 mg/L
- CMA Concentration maximale admissible  
 OE Objectif esthétique  
 VOR Valeurs opérationnelles recommandées







# **ANNEXE C**

**Feuilles d'entrée et de sortie de données des modèles de bilans hydrique et massique à tableur Excel pour mines avec installations de lixiviation en tas**

# Document d'orientation - Matrices Modèles de bilans hydrique et massique

## Données opérationnelles et modèle déterministe des débits et de la qualité des eaux pour un projet minier

Golder ne peut être tenu responsable d'aucun bilan hydrique et massique produit par d'autres à l'aide de la présente matrice. Il incombe à l'utilisateur de vérifier la validité du modèle, compte tenu de son ou de ses projet(s) minier(s), et d'adapter la structure et les équations du modèle aux besoins de son ou de ses projet(s).

Mine	Entrer le nom de la mine
Propriétaire(s)	Entrer le nom du ou des propriétaire(s) de la mine
Exploitant	Entrer le nom de l'exploitant de la mine
Emplacement	Indiquer l'emplacement de la mine
Produit	Indiquer le minerai extrait
N° de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
Date	Entrer la date
Niveau de l'étude	Entrer le niveau de l'étude (p. ex., faisabilité, conception détaillée)
Année minière modélisée	Entrer l'année minière modélisée
N° ou titre du projet	Entrer le numéro du projet

L'utilisateur doit entrer des données dans les cellules orange. Les données pertinentes se transféreront automatiquement aux autres feuilles.

## Feuille 2

### Table des matières

Feuille

**Modifier la table  
selon la structure  
du modèle**

	<b>INTRODUCTION</b>
1	<b>Données à entrer</b> Page couverture
2	Table des matières
3	<b>Données à entrer</b> Caractéristiques du projet et du site
4	Unités, symboles et abréviations courants
	<b>DESCRIPTION DU MODÈLE DE BILAN HYDRIQUE</b>
5	Philosophie de modélisation
6	Montage du modèle
7	Écoulements et hypothèses à la base du modèle
8	Schéma logique des écoulements
9	Liste des écoulements
	<b>PARAMÈTRES CLIMATIQUES D'ENTRÉE</b>
10	<b>Données à entrer</b> Précipitations, écoulements et évaporation
	<b>DONNÉES OPÉRATIONNELLES ET ÉCOULEMENTS ASSOCIÉS AU TRAITEMENT DU MINÉRAI</b>
11	<b>Données à entrer</b> Calendrier de production
12	<b>Données à entrer</b> Données opérationnelles
13	Estimation des besoins de l'usine de traitement en eau de procédé d'appoint et des pertes par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement
14	<b>Données à entrer</b> Rinçage, irrigation, récupération
15	Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai
16	Sommaire des écoulements associés au traitement du minerai
	<b>ÉCOULEMENTS ASSOCIÉS AUX PRÉCIPITATIONS</b>
17	<b>Données à entrer</b> Bassins-versants
18	Sous-bassin-versant : bassin de LR
19	Sous-bassin-versant : bassin de SA
20	Sous-bassin-versant : installation de lixiviation en tas
21	Sous-bassin-versant : chantiers miniers (installations à ciel ouvert et souterraines)
22	Sous-bassin-versant : amas de stériles et de mort-terrain
23	Sous-bassin-versant : dépôt de minerai épuisé
24	Sous-bassin-versant : installation de traitement de l'eau
25	Sous-bassin-versant : aire restaurée
26	Sous-bassin-versant : aire de construction
	<b>ÉVAPORATION, INFILTRATIONS ET ÉCOULEMENTS DIVERS</b>
27	Pertes par évaporation
28	<b>Données à entrer</b> Débits d'infiltration
29	<b>Données à entrer</b> Écoulements divers
30	Débits d'irrigation
	<b>BILAN HYDRIQUE - DÉBITS CUMULATIFS</b>
31	Bassin-versant du bassin de LR
32	Usine de traitement du minerai
33	Bassin-versant du bassin de solution appauvrie
34	Bassin-versant de l'installation de lixiviation en tas
35	Bassin-versant des chantiers miniers
36	Bassin-versant des amas de stériles et de mort-terrain
37	Bassin-versant du dépôt de minerai épuisé
38	Bassin-versant de l'installation de traitement de l'eau
39	Bassin-versant de l'aire restaurée
40	Bassin-versant de l'aire de construction
41	Bilan hydrique - Sommaire des écoulements et débits
42	Sommaire des données d'entrée clés utilisées dans ce module
	<b>MODULE BILAN MASSIQUE - QUALITÉ DES EFFLUENTS</b>
43	<b>Données à entrer</b> Module Bilan massique - Données d'entrée : concentrations
44	<b>Données à entrer</b> Module Bilan massique - Données d'entrée : concentrations et débits associés au milieu récepteur en amont des points de contrôle de la conformité
45	Charges calculées - Bassin-versant du bassin de LR
46	Charges calculées - Bassin-versant du bassin de solution appauvrie
47	Charges calculées - Bassin-versant de l'installation de lixiviation en tas
48	Charges calculées - Bassin-versant des chantiers miniers
49	Charges calculées - Bassin-versant des amas de stériles et de mort-terrain
50	Charges calculées - Bassin-versant des dépôts de minerai épuisé
51	Charges calculées - Bassin-versant de l'installation de traitement de l'eau
52	Charges calculées - Bassin-versant de l'aire restaurée
53	Charges calculées - Bassin-versant de l'aire de construction
54	Concentrations au point de rejet
55	Critères de qualité de l'eau - Référence
56	<b>Données à entrer</b> Qualité de l'eau aux points de contrôle de la conformité

## Feuille 3

### Caractéristiques du projet et du site (en bref)

<u>Données de base</u>		<b>Exemple</b>
Mine	Entrer le nom de la mine	
Emplacement	Indiquer l'emplacement de la mine	
Produit	Indiquer le minerai extrait	
N° de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)	
Date	Entrer la date	
N° de projet	Entrer le numéro du projet	

<u>Projet</u>	
Type de mine	Mine à ciel ouvert et/ou souterraine
Type de gisement	Entrer le type de gisement
Réserve de minerai	Indiquer la réserve de minerai
Taux de production	Indiquer le taux de production estimatif
Procédé d'extraction	Indiquer le procédé d'extraction
Enjeux géochimiques	Indiquer les enjeux géochimiques connus

<u>Site</u>	
Élévation	Indiquer l'élévation approximative du site
Topographie	Décrire en gros la topographie du site
Végétation	Décrire en gros la végétation présente sur le site
Précipitations (moyennes annuelles)	Indiquer les moyennes annuelles de précipitations
Évaporation (moyenne - bac ou lac)	Indiquer l'évaporation moyenne; préciser « bac » ou « lac »
Fourchette de températures	Indiquer la fourchette de températures moyennes
Géologie de la roche en place	Décrire brièvement la géologie de la roche en place
Géologie des formations en surface	Décrire brièvement la géologie des formations en surface
Risque sismique (élevé, moyen, faible)	Indiquer le risque sismique
Bassin-versant	Indiquer la superficie totale du bassin-versant
Bassin récepteur	Entrer le nom du bassin hydrographique récepteur
Population locale	Entrer le nombre approximatif de personnes faisant partie de la population locale
Besoins des utilisateurs en aval	Indiquer les besoins en eau des utilisateurs en aval
Contraintes sociales	Décrire brièvement les contraintes sociales
Contraintes archéologiques	Décrire brièvement les contraintes archéologiques
Contraintes environnementales	Décrire brièvement les contraintes environnementales

**Note :** 1. Il est **suggéré** aux utilisateurs d'entrer des données dans les cellules orange de cette feuille.

2. L'information présentée ici l'est **uniquement à titre informatif**. Elle n'est reprise nulle part ailleurs dans le modèle.

# Feuille 4

## Unités, symboles et abréviations courants

### FACTEURS

G	giga (milliard $10^9$ )
M	méga (million $10^6$ )
k	kilo (mille $10^3$ )
c	centi (centième $10^{-2}$ )
m	milli (millième $10^{-3}$ )
$\mu$	micro (millionième $10^{-6}$ )

### LONGUEUR

m	mètre (unité de base)
km	kilomètre (1 000 m)
cm	centimètre (1/100 m)
mm	millimètre (1/1 000 m)
$\mu\text{m}$ ou $\mu$	micromètre (1/1 000 000 m)

### VOLUME

V	volume ( $V_v$ - vides, $V_s$ - solides, $V_w$ - eau, $V_t$ - total)
L	Litre (1 000 $\text{cm}^3$ )
$\text{m}^3$	mètre cube
$\text{cm}^3$	centimètre cube
gal	gallon (US ou impérial, selon l'indication)
$\text{M-m}^3$	million de mètres cubes

### MASSE (note 1)

g	gramme (g est aussi utilisé pour exprimer l'accélération de la pesanteur)
kg	kilogramme (1 000 g - unité de base)
t	tonne (1 000 kg - métrique, à moins d'indication contraire)

### NOTES :

- « Masse » et « poids » sont souvent confondus. La masse (ou inertie) d'un objet est constante, peu importe où il se trouve dans l'univers. C'est une mesure de la quantité de matière que contient un objet et elle régit la réponse d'un objet à une force qui lui est appliquée. Le poids est la force gravitationnelle qui entraîne une accélération vers le bas. Il s'agit de la deuxième loi de Newton ( $F=Ma$ ), où le poids=masse x g (accélération de la pesanteur).
- En mécanique des sols, la teneur en eau  $\omega$  est exprimée en pourcentage de la masse d'eau par rapport à la masse sèche des solides. En génie des procédés, la teneur en eau  $\omega_t$  est normalement exprimée comme la masse d'eau sur la masse totale (solides et eau).
- Dans la terminologie du pompage, le symbole de la densité des boues est  $C_w$  et celui de la concentration des solides en volume est  $C_v$ .
- On confond souvent « poids volumique » et « poids spécifique ». Le symbole  $\gamma$  était autrefois utilisé pour exprimer le poids spécifique (en unités impériales). Il est maintenant réservé au poids volumique.
- Dans le système métrique, la densité de l'eau ( $\rho_w$ ) est égale à 1; il s'ensuit que  $G_s$ , pour les particules solides, et  $\rho_s$  ont la même valeur.
- Le modèle de bilan massique admet l'hypothèse de conservation de la masse. Pour les paramètres s'appuyant sur l'hypothèse contraire, il est recommandé de recourir à un logiciel de calcul d'équilibre thermodynamique, comme PHREEQC.

### TEMPS

s	seconde (unité de base)
min	minute
h	heure
a	année
j	jour

### SURFACE

ha	hectare (10 000 $\text{m}^2$ )
$\text{km}^2$	kilomètre carré (1 000 000 $\text{m}^2$ )
$\text{m}^2$	mètre carré
$\text{cm}^2$	centimètre carré

### PROPRIÉTÉS DES SOLS (RÉSIDUS)

e	indice des vides (volume des vides / volume des solides)
n	porosité (volume des vides / volume total)
$\omega$	teneur en eau rapportée à la masse des solides (masse d'eau / masse des solides secs - note 2)
$\omega_t$	teneur en eau rapportée à la masse totale (masse d'eau / masse totale - note 2)
$\omega_v$	teneur en eau rapportée au volume total (volume d'eau / volume total)
S ou $C_w$	densité de la boue (masse des solides / masse totale - note 3)
$C_v$	concentration des solides dans un volume total (volume des solides / volume total - note 3)
s	degré de saturation (volume d'eau / volume des vides)
$\rho$	poids spécifique (masse / volume de référence - note 4)
$\rho_s$	poids spécifique des particules solides (masse des solides / volume des solides)
$\rho_d$	masse volumique sèche (masse sèche de solides / volume total)
$\rho_t$	masse volumique apparente (masse totale / volume total)
$\rho_w$	densité de l'eau (liqueur, surnageant) (masse de l'eau / volume de l'eau)
$\rho'$	densité de flottaison ( $\rho_t$ (saturé) - $\rho_w$ )
$G_s$	densité relative de particules solides ( $\rho_s / \rho_w$ ) (note 5)
$\sigma$	contrainte

## Feuille 5

# Philosophie de modélisation

La gestion de l'eau est une composante essentielle des opérations minières. En effet, il faut prévenir les infiltrations d'eau pour avoir accès aux chantiers miniers, et les procédés d'extraction du minerai nécessitent généralement de l'eau. Il faut aussi gérer la quantité et la qualité chimique des effluents miniers rejetés, car cette source d'eau peut avoir un effet néfaste sur le milieu récepteur et sur les utilisateurs d'eau en aval. Pendant toute la vie d'une mine, les précipitations et l'eau des procédés doivent passer dans une installation pour être évacuées. Le défi est de faire en sorte que cela

Les modèles de bilans hydrique et massique sont des outils d'aide à la décision destinés aux projets miniers. Ils sont conçus pour aider les exploitants de mines à gérer l'eau de leur site minier, et les organismes de réglementation à surveiller la conformité à la réglementation. Dans l'industrie minière, les modèles servent souvent à étayer diverses options de gestion des eaux, à concevoir des éléments d'infrastructure clés et à mesurer l'incertitude inhérente à des scénarios actuels et futurs de gestion des eaux. Ils permettent de soupeser diverses options concernant le

Il peut suffire d'un simple modèle déterministe de bilans hydrique et massique utilisant des feuilles de tableur Excel interreliées, et d'un jugement technique sûr, pour produire un tableau élémentaire des débits et de la qualité des effluents, dans une gamme donnée de conditions climatiques et opérationnelles. Ce modèle déterministe de bilan hydrique et massique présente un résumé des composantes nécessaires pour calculer les mouvements de l'eau dans l'aire de développement minier et il peut servir à prévoir la qualité chimique de l'exhaure. Le modèle se fonde sur des

En dernier ressort, un logiciel de simulation (p. ex., GoldSim ou un autre) doit être utilisé pour développer des modèles dynamiques d'écoulement et prévoir les charges de contaminants à long terme ainsi que la performance environnementale de la mine pendant toute sa durée de vie, à l'aide des données de précipitations antérieures. Les paramètres de la chimie de l'eau, les charges de contaminants et les taux de

L'utilisation d'un modèle déterministe à tableur peut limiter la capacité de modéliser le bilan hydrique et massique d'un développement minier. La longue période de simulation et la complexité accrue de l'infrastructure et des opérations de gestion des eaux feront en sorte qu'un jour ou l'autre, les modèles à tableur seront trop lourds à exploiter. Des simulateurs polyvalents peuvent être utilisés en lieu et place des modèles à tableur. On se reportera au document d'orientation pour en savoir plus sur les limites des modèles déterministes à tableur ainsi que sur les simulateurs polyvalents et sur les modèles complexes de charges et de milieux récepteurs.

## Feuille 6

# Montage du modèle

### APPROCHE

Comme on l'a vu à la feuille précédente, un modèle déterministe de bilan hydrique et massique est un outil prévisionnel utilisé pour prévoir des débits, des charges massiques et/ou des concentrations, et pour élaborer un plan de gestion des eaux dans une large gamme de conditions opérationnelles et climatiques, pour un site minier en croissance constante, sur un horizon de plusieurs années. On doit prendre garde à ne pas rendre le modèle plus complexe qu'il n'est nécessaire. Le modèle doit être un outil évolutif, capable de s'adapter au développement de la mine. Voici les qualités que doit posséder un bon modèle déterministe de bilan hydrique et massique :

- simple à utiliser, avec des données d'entrée facilement repérables;
- transparent (facile à comprendre, à décortiquer et à critiquer - chaque écoulement est facile à vérifier);
- données d'entrée faciles à modifier lorsque des changements sont apportés aux opérations minières;
- possibilité d'effectuer des analyses de sensibilité pour déterminer si les divers écoulements sont significatifs;
- utilisable par les concepteurs, le personnel d'exploitation et les organismes de réglementation pendant les phases de conception et d'exploitation de la mine.

### NOTES

- Le modèle est essentiellement un recueil des données nécessaires pour élaborer le plan de gestion des eaux d'un site minier potentiel.
- Ce modèle a été développé au moyen de feuilles Excel interreliées. Seules les cellules orange doivent recevoir des données d'entrée. Les calculs se font automatiquement et sont reproduits dans les cellules pertinentes des autres feuilles.
- La feuille 7 décrit les écoulements et les hypothèses à la base du modèle. Les données de cette feuille doivent être modifiées dès que des changements sont apportés au modèle.
- Les feuilles 8 et 9 présentent l'organigramme du bilan hydrique et la liste connexe des écoulements qui composent le bilan. L'utilisateur doit adapter les feuilles 8 et 9 aux conditions propres à son projet.
- Les données sur les précipitations, les écoulements et l'évaporation sont entrées à la feuille 10. Ces données peuvent facilement être modifiées pour modéliser l'effet de diverses conditions climatiques.
- L'information sur le calendrier de production, à la feuille 11, est essentielle pour pouvoir prévoir les débits, à mesure que la mine se développera. Toutefois, ce modèle est conçu pour tenir compte d'une seule année minière à la fois.
- Certains paramètres d'entrée sont exigés pour le calcul des écoulements associés au traitement du minerai. Ceux-ci sont énumérés à la feuille 12, « Données opérationnelles ». De plus, tous les écoulements susceptibles d'influer sur la gestion des eaux du site doivent figurer sur cette feuille.
- Les propriétés de base des stériles doivent être connues. C'est à la feuille 12 que ces propriétés de base peuvent être résumées.
- En l'absence de données sur la quantité d'eau douce à fournir à l'usine de traitement et sur les pertes par évaporation et par déversement dans cette usine, on peut simplement estimer celles-ci en déterminant un pourcentage de l'écoulement total dans l'usine de traitement, puis en calculant le volume d'eau par tonne de minerai traité à la feuille 13, « Estimation des besoins de l'usine de traitement en eau de procédé d'appoint et des pertes par évaporation et déversement dans l'usine de traitement ».
- Les données obtenues par calcul (dérivées) et les écoulements mensuels associés au traitement du minerai sont automatiquement calculés à la feuille 16, « Sommaire des écoulements associés au traitement du minerai ».
- L'utilisateur doit entrer les données sur les bassins-versants et les sous-bassins-versants du site minier à la feuille 17. Ces données sont utilisées dans les autres feuilles pour calculer les débits.
- La feuille 55 présente les critères de référence de la qualité de l'eau tirés du *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (EC, 2002), les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (CCME, 2007) et les Recommandations sur la qualité de l'eau potable au Canada (CFPTEP, 2008).
- Les feuilles restantes servent aux calculs et aux résultats du modèle de bilan hydrique et massique, soit : les feuilles 17 à 26, « Écoulements associés aux précipitations », la feuille 27, « Pertes par évaporation », la feuille 28, « Infiltrations », la feuille 29, « Écoulements divers », la feuille 30, « Irrigation », les feuilles 31 à 40, « Débits cumulatifs », la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits », la feuille 42, « Sommaire des données d'entrée clés utilisées dans ce module » et les feuilles 43 à 53, « Charges calculées ». Les feuilles 54 et 56 présentent respectivement les concentrations estimatives de contaminants dans les effluents et les données de qualité de l'eau aux points de contrôle de la conformité.

# Feuille 7

## Écoulements et hypothèses à la base du modèle

<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

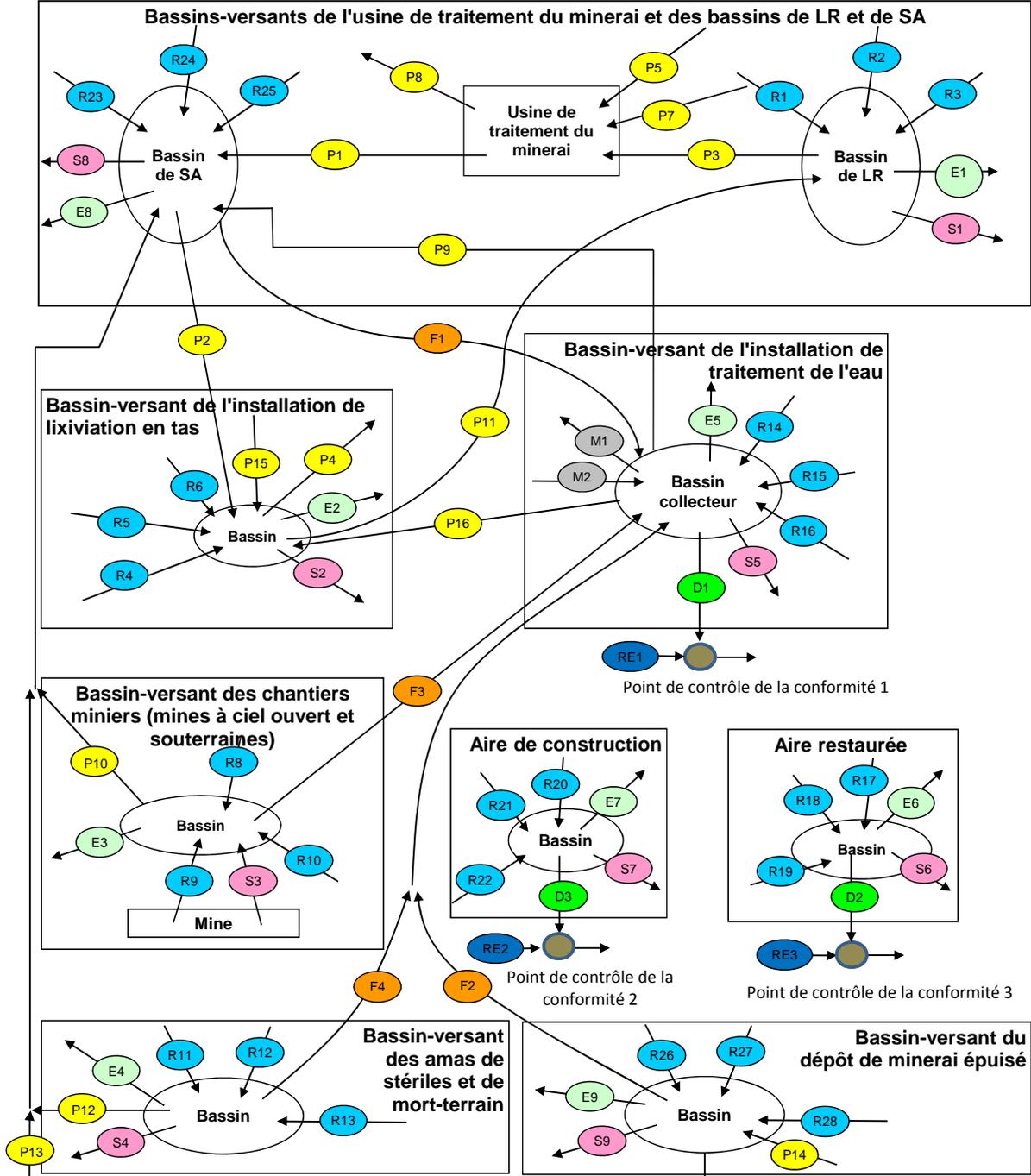
- 1 Chaque bassin collecteur de sous-bassin versant est équipé de pompes ou d'un dispositif d'évacuation capable d'évacuer, chaque mois, toutes les eaux recueillies pendant le mois (il n'y a aucune accumulation nette dans les bassins de mois en mois).
- 2 Les données d'exploitation des bassins collecteurs supposent que ceux-ci sont vides, pour que les précipitations associées à des événements pluvio-hydrologiques ou l'écoulement printanier total puissent être amplement recueillis, analysés et traités, au besoin, avant d'être rejetés dans l'environnement.
- 3 On pose l'hypothèse que le site est situé dans l'hémisphère nord, où les hivers sont froids, où il n'y a aucun écoulement pendant les mois de décembre, janvier et février (de fait, l'écoulement mensuel est retenu puis évacué pendant la crue nivale qui suit), où, en novembre et en mars, 50 % de l'écoulement mensuel calculé est évacué (le reste est retenu et évacué pendant la crue nivale qui suit), et où, pendant tous les autres mois, 100 % de l'écoulement est évacué (cette hypothèse doit être modifiée, au besoin, par l'utilisateur).
- 4 Le modèle couvre une année entière, afin de tenir compte des écoulements de toute une année. Le mois de départ doit être précisé par l'utilisateur (l'année va habituellement d'octobre à septembre).
- 5 Le mois de départ doit être un mois pendant lequel 100 % de l'écoulement est évacué - et non un mois où le gel entraîne un écoulement partiel ou nul.
- 6 Les années de développement minier doivent être définies de la même façon que les années du modèle (c.-à-d. d'après l'année hydrologique). Autrement, il faut élaborer un calendrier décrivant la relation entre l'année hydrologique et l'année minière et l'insérer dans le modèle.
- 7 Les bassins versants de l'usine de traitement du minerai et du camp sont reliés au même bassin collecteur.
- 8 L'eau recueillie dans la mine à ciel ouvert, l'installation de lixiviation en tas, le dépôt de minerai épuisé et la halde de stériles est rejetée (pompée) dans le bassin collecteur du bassin versant de l'installation de traitement de l'eau. Le modèle ne tient pas compte de la présence d'une installation de traitement de l'eau (cette hypothèse doit être modifiée, au besoin, par l'utilisateur).
- 9 On pose l'hypothèse que les débits entrants pourront répondre à tous les besoins d'eau, principalement ceux de l'usine de traitement du minerai (le modèle mettra en surbrillance les valeurs négatives lorsque les débits entrants seront insuffisants).
- 10 L'eau douce d'appoint provient d'une source hors site, comme une nappe d'eau souterraine ou de surface.
- 11 L'eau potable provient d'une source externe hors site. Le volume d'eaux usées est présumé être un pourcentage de l'eau potable et il sera traité séparément avant d'être rejeté dans le bassin de l'installation de traitement de l'eau.
- 12 D'autre eau d'appoint pour le bassin de solution appauvrie (autre que l'eau douce) provient des bassins collecteurs reliés aux chantiers miniers, aux amas de stériles et de mort-terrain, et au dépôt de minerai épuisé.
- 13 Ce modèle prévoit trois points de rejet dans l'environnement (voir le schéma logique des écoulements à la feuille 8). Il doit être modifié pour représenter au mieux l'exploitation minière prévue.
- 14 On pose l'hypothèse que dans chaque bassin, l'infiltration effluente (exfiltration) constitue une perte et n'est pas récupérée. Toutefois, s'il est nécessaire de recueillir et traiter l'eau, les écoulements nécessaires au calcul des systèmes de collecte et de pompage sont pris en compte par le modèle.

# Feuille 8

## Schéma logique des écoulements

**Exemple**

Mine :	Entrer le nom de la mine		
N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée



Feuille 9  
Liste des écoulements

Exemple

Données de la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Aire	Ind. de l'écoul.	Description
Écoulements associés à la production du minéral et au système de collecte et d'application des solutions (P)	P1	Rejet de l'usine de traitement vers le bassin de solution appauvrie
	P2	Rejet du bassin de solution appauvrie vers l'installation de lixiviation en tas
	P3	Rejet du bassin de LR vers l'usine de traitement du minéral
	P4	Eau retenue dans l'installation de lixiviation en tas
	P5	Humidité entrant dans l'usine de traitement avec le minéral
	P7	Eau douce d'appoint nécessaire à l'usine de traitement
	P8	Pertes par évaporation, déversement, etc. dans l'usine de traitement
	P9	Eau d'appoint acheminée de l'installation de traitement de l'eau au bassin de solution appauvrie
	P10	Eau d'appoint en provenance des chantiers miniers
	P11	LR acheminé de l'installation de lixiviation en tas au bassin de LR
	P12	Eau d'appoint en provenance des amas de stériles et de mort-terrain
	P13	Eau d'appoint en provenance du dépôt de minéral épuisé
	P14	Volume récupéré du dépôt de minéral épuisé
	P15	Volume récupéré de l'installation de lixiviation en tas
	P16	Eau de rinçage acheminée de l'installation de traitement de l'eau à l'installation de lixiviation en tas
	Écoulements associés aux précipitations (R)	R1
R2		Bassin de LR Précipitations s'écoulant du terrain préparé
R3		Précipitations directes dans le bassin
R4		Installation de lixiviation en tas Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R5		Précipitations s'écoulant du terrain préparé
R6		Précipitations directes dans le bassin
R8		Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R9		Chantiers miniers Précipitations s'écoulant des parois de la mine
R10		Précipitations directes dans le bassin
R11		Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R12		Amas de stériles et de mort-terrain Précipitations s'écoulant des amas de stériles et de mort-terrain
R13		Précipitations directes dans le bassin
R14		Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R15		Installation de traitement de l'eau Précipitations s'écoulant du terrain préparé
R16		Précipitations directes dans le bassin
R17		Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R18		Aire restaurée Précipitations s'écoulant de l'aire restaurée
R19		Précipitations directes dans le bassin
R20		Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R21		Aire de construction Précipitations s'écoulant de l'aire de construction
R22		Précipitations directes dans le bassin
R23		Bassin de solution appauvrie Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R24		Précipitations s'écoulant de l'aire de construction
R25		Précipitations directes dans le bassin
R26		Dépôt de minéral épuisé Précipitations s'écoulant du terrain naturel
R27		Précipitations s'écoulant de l'aire de construction
R28		Précipitations directes dans le bassin
Évaporation depuis les bassins (E)		E1
	E2	Depuis le bassin collecteur relié à l'installation de lixiviation en tas
	E3	Depuis le bassin collecteur relié aux chantiers miniers
	E4	Depuis le bassin collecteur relié aux amas de stériles et de mort-terrain
	E5	Depuis le bassin collecteur relié à l'installation de traitement de l'eau
	E6	Depuis le bassin de l'aire restaurée
	E7	Depuis le bassin de l'aire de construction
	E8	Depuis le bassin collecteur relié au bassin de solution appauvrie
	E9	Depuis le bassin collecteur relié au dépôt de minéral épuisé
Infiltration effluente (S)	S1	Depuis le bassin de LR
	S2	Depuis l'installation de lixiviation en tas
	S3	Depuis les chantiers miniers
	S4	Depuis les amas de stériles et de mort-terrain
	S5	Depuis le bassin collecteur relié à l'installation de traitement de l'eau
	S6	Depuis le bassin de l'aire restaurée
	S7	Depuis le bassin de l'aire de construction
	S8	Depuis le bassin de solution appauvrie
	S9	Depuis le dépôt de minéral épuisé
Écoulements divers (M)	M1	Eau pour l'abattage de la poussière (depuis le bassin collecteur relié à l'installation de traitement de l'eau)
	M2	Eaux usées traitées acheminées vers l'installation de traitement de l'eau
Écoulements vers l'installation de traitement de l'eau (F)	F1	Depuis le bassin de solution appauvrie vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau
	F2	Depuis le bassin du dépôt de minéral épuisé vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau
	F3	Depuis le bassin des chantiers miniers vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau
	F4	Depuis le bassin des amas de stériles et de mort-terrain vers le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau
Rejets dans l'environnement (D)	D1	Depuis le bassin de polissage de l'installation de traitement de l'eau
	D2	Depuis le bassin de l'aire restaurée
	D3	Depuis le bassin de l'aire de construction
Milieux récepteurs (RE)	RE1	Milieu récepteur en amont de D1
	RE2	Milieu récepteur en amont de D2
	RE3	Milieu récepteur en amont de D3

Feuille 10

Exemple

Précipitations, écoulements et évaporation

Mine :	Entrer le nom de la mine	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)	Année minière modélisée :	Entrer l'année minière modélisée
N° du projet :	Entrer le numéro du projet	Date :	Entrer la date		

Station(s) météorologique(s)	-	Emplacement			
	-	Élévation (m)			
	-	Distance par rapport au site (km)			

Précipitations				Écoulement pondéré (note 1)																
Mois	Précipitations annuelles choisies pour la modélisation (mm/a)			De puis le terrain naturel	De puis le terrain préparé (autour de l'usine de traitement du minerai, etc.)			De puis les bassins		De puis les dépôts de stériles, de mort-terrain et de minerai épuisé		De puis les chantiers miniers		De puis l'aire restaurée		De puis l'aire de construction		Écoulement mensuel (note 3)		
	Moyenne (mm)	Répartition mensuelle (% du total)	Précipitations (mm)		Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle (mm)	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle (mm)	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle (mm)	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle (mm)	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle (mm)	Coefficient d'écoulement	Écoulement pondéré assigné au modèle (mm)	Coefficient d'écoulement		Écoulement pondéré assigné au modèle (mm)	Exprimé en % de l'accumulation
Oct.	102.0	11.3	107.7	0.70	75.4	0.80	86.1	1.00	107.7	0.70	75.4	0.80	86.1	0.75	80.8	0.85	64.1	100		
Nov.	88.0	9.8	92.9	0.70	65.0	0.80	74.3	1.00	92.9	0.70	65.0	0.80	74.3	0.75	69.7	0.85	55.3	50		
Déc.	74.0	8.2	78.1	0.70	54.7	0.80	62.5	1.00	78.1	0.70	54.7	0.80	62.5	0.75	58.6	0.85	46.5	0		
Janv.	59.0	6.6	62.3	0.70	43.6	0.80	49.8	1.00	62.3	0.70	43.6	0.80	49.8	0.75	46.7	0.85	37.1	0		
Févr.	44.0	4.9	46.4	0.60	27.9	0.70	32.5	1.00	46.4	0.70	32.5	0.80	37.2	0.75	34.8	0.85	23.7	0		
Mars	58.0	6.4	61.2	0.60	36.7	0.70	42.9	1.00	61.2	0.70	42.9	0.80	49.0	0.75	45.9	0.85	31.2	50		
Avril	62.0	6.9	65.4	0.60	39.3	0.70	45.8	1.00	65.4	0.70	45.8	0.80	52.4	0.75	49.1	0.85	33.4	100		
Mai	81.0	9.0	85.5	0.70	59.9	0.80	68.4	1.00	85.5	0.70	59.9	0.80	68.4	0.75	64.1	0.85	50.9	100		
Juin	78.0	8.7	82.3	0.70	57.6	0.80	65.9	1.00	82.3	0.70	57.6	0.80	65.9	0.75	61.8	0.85	49.0	100		
Juill.	77.0	8.6	81.3	0.70	56.9	0.80	65.0	1.00	81.3	0.70	56.9	0.80	65.0	0.75	61.0	0.85	48.4	100		
Août	85.0	9.4	89.7	0.70	62.8	0.80	71.8	1.00	89.7	0.70	62.8	0.80	71.8	0.75	67.3	0.85	53.4	100		
Sept.	92.0	10.2	97.1	0.70	68.0	0.80	77.7	1.00	97.1	0.70	68.0	0.80	77.7	0.75	72.8	0.85	57.8	100		
TOTAL	900.0	100.0	950.0	0.68	647.7	0.78	742.7	1.00	950.0	0.70	665.0	0.80	760.0	0.75	712.5	0.85	550.5			

Évaporation (note 4)						
Mois	Évaporation annuelle choisie pour la modélisation (mm/a)			Évaporation-lac assignée au modèle	Facteur bac/lac (note 5)	Assigné au modèle
	Moyenne (mm)	Répartition mensuelle (% du total)	Valeur à laquelle le facteur est appliqué (mm)			
Oct.	45.0	6.00	45.0	0.70	31.5	
Nov.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0	
Déc.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0	
Janv.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0	
Févr.	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0	
Mars	0.0	0.00	0.0	0.70	0.0	
Avril	25.0	3.33	25.0	0.70	17.5	
Mai	130.0	17.33	130.0	0.70	91.0	
Juin	155.0	20.67	155.0	0.70	108.5	
Juill.	180.0	24.00	180.0	0.70	126.0	
Août	135.0	18.00	135.0	0.70	94.5	
Sept.	80.0	10.67	80.0	0.70	56.0	
TOTAL	750.0	100.00	750.0	0.70	525.0	

Précipitations et évaporation pendant les années plus humides ou plus sèches que la moyenne					
Période de retour	Précipitations		Évaporation		Années
	Année humide	Année sèche	Année humide	Année sèche	
	(mm/a)		(mm/a)		
Années					
moyenne	900		750		
5					
10					
25					
50					
100	1,200	625	500	900	
1000					

Événements pluvio-hydrologiques (d'après une période humide antérieure)		
Période de retour	Précipitations	Durée
Années	(mm)	Heures
5		
10		
25		
50		
100	100	24
1000		
PMP		

PMP - Précipitations maximales probables

NOTES :

- Le coefficient d'écoulement est le pourcentage de la précipitation qui s'écoule et aboutit dans le(s) bassin(s), compte tenu de l'évapotranspiration et de l'infiltration. Depuis un terrain naturel, ce coefficient peut être de l'ordre de 20 à 70 %, selon le degré de saturation du sol, l'importance de la chute de pluie et le moment de l'année. Le coefficient d'écoulement sera plus élevé sur des surfaces revêtues et les parois de la mine. Aux fins de la modélisation, on peut poser l'hypothèse que 100 % des précipitations qui tombent au-dessus du bassin aboutissent dans le bassin. Rarement dispose-t-on des mesures d'écoulement à corrélérer avec les précipitations pour établir les coefficients d'écoulement à un nouveau site minier.
- Faute de données, il est parfois nécessaire de poser l'hypothèse que la répartition mensuelle des précipitations est la même pendant les années humides et sèches que pendant l'année moyenne.
- Un modèle d'écoulement doit permettre d'entrer une répartition de l'écoulement en pourcentage de la neige totale accumulée jusque-là, pour pouvoir tenir compte de l'accumulation de la neige en hiver. Par exemple, s'il n'y a aucune écoulement en janvier, février et mars, et un écoulement de 100 % en avril, l'accumulation totale pour les trois mois de l'hiver sera entrée du côté des débits entrants du bilan hydrique d'avril. **Pour que le modèle d'écoulement fonctionne correctement, les données de précipitations et d'évaporation entrées dans le tableau doivent concerner une période qui commence et se termine un mois où 100 % de l'écoulement pondéré est évacué.**
- L'« évaporation-bac » est une valeur mesurée. On appelle « évaporation-lac » l'évaporation réelle qui se produit depuis la surface d'une nappe d'eau. L'évaporation-lac correspond habituellement à 70 % de l'évaporation mesurée au bac, mais ce facteur peut varier selon les conditions climatiques et le moment de l'année. Il est également possible de calculer l'évaporation à partir des conditions climatiques.
- Si on utilise une valeur d'évaporation calculée (lac), on doit indiquer zéro (0) pour le facteur évaporation-bac/évaporation-lac pour chaque mois.
- |  |  |
|--|--|
|  | Données à entrer (cellules d'entrée de données). |
|--|--|

	Valeurs assignées au modèle.
--	------------------------------

## Feuille 11 Exemple

### Calendrier de production

<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>Date :</b>	Entrer la date
<b>Année minière modélisée :</b>	5		

### Calendrier de production sommaire

Année	Minerai			Stériles			Rapport stériles / minerai	Minerai pauvre mis en dépôt
	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)		
5	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	

↑ Indiquer l'année de production à modéliser

### Calendrier de production détaillé

Année	Minerai			Stériles			Rapport stériles / minerai	Minerai pauvre mis en dépôt
	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)	Mine à ciel ouvert (t/a)	Mine souterraine (t/a)	Total (t/a)		
-3			0	1,000,000		1,000,000		
-2			0	3,000,000		3,000,000		
-1			0	3,000,000		3,000,000		
1	2,000,000		2,000,000	8,000,000		8,000,000	4.00	
2	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
3	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
4	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
5	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
6	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
7	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
8	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
9	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
10	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
11	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
12	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
13	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
14	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
15	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
16	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
17	5,000,000		5,000,000	15,000,000		15,000,000	3.00	
18	5,000,000		5,000,000	15,000,000	300,000	15,300,000	3.06	
19	5,000,000	500,000	5,500,000	15,000,000	50,000	15,050,000	2.74	
20	5,000,000	600,000	5,600,000	2,000,000	50,000	2,050,000	0.37	
21		700,000	700,000		30,000	30,000	0.04	
22		600,000	600,000		30,000	30,000	0.05	
23		400,000	400,000		20,000	20,000	0.05	
24		200,000	200,000		0	0	0.00	
			0			0		
			0			0		
<b>TOTAL</b>	97,000,000	3,000,000	100,000,000	287,000,000	480,000	287,480,000	2.87	0

Note :

- 1 Le calendrier de production variera d'une mine à l'autre. Le calendrier présenté ici vise à donner un aperçu de la vie d'une mine. Le modèle de bilan hydrique, toutefois, ne tiendra compte que d'une année à la fois. L'année modélisée est choisie à l'étape du calendrier de production sommaire.
- 2 Le tableau *Calendrier de production détaillé* doit être développé, au besoin, pour faire état de l'ensemble de la vie de la mine. L'utilisateur doit vérifier que les liens avec le *Calendrier de production sommaire* fassent aussi la mise à jour de ce dernier en fonction du tableau *Calendrier de production détaillé*.
- 3 L'année minière doit correspondre à l'année hydrologique choisie car les calculs relatifs à la boue sont fondés sur l'année minière. Une année hydrologique court normalement d'octobre à septembre.

Des données doivent être entrées dans les cellules orange

# Feuille 12

## Données opérationnelles

**Exemple**

**Valeurs nominales et valeurs de calcul** : Les valeurs nominales sont établies à partir de la production annuelle prévue de l'usine de traitement, moyennées sur 365 jours par année. Les valeurs nominales servent à dimensionner l'installation de lixiviation en tas et à modéliser les écoulements (bilan hydrique). Les valeurs de calcul sont plus élevées. Elles tiennent compte du temps de disponibilité de l'usine de traitement (% de la période annuelle pendant laquelle l'usine peut être exploitée) auquel on ajoute une marge de sécurité. Les valeurs de calcul servent à dimensionner et calculer les installations de traitement du minerai, les canalisations et les systèmes de pompage. Mise en garde - les concepteurs de procédés définissent parfois autrement les valeurs nominales et les valeurs de calcul.

Mine :	Entrer le nom de la mine	Symbole	Source (note 1)	Valeur	Unités (métriques)
N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)				
Date :	Entrer la date				
N° de projet :	Entrer le numéro du projet				

Production de minerai					
- Réserve de minerai ( <i>tonnage de calcul</i> )				100.00	Mt
- Production annuelle prévue de l'usine de traitement (taux de production nominal)				5,000,000	t/a
- Temps de disponibilité de l'usine de traitement (% de l'année pendant lequel l'usine peut être exploitée - habituellement de 90 à 95 %)				90.0	%
- Marge de sécurité ajoutée à la valeur de calcul				1.00	-

Installation de lixiviation en tas					
- Masse volumique sèche du tas				170 %	(tonnes/m <sup>3</sup> )
- Densité de l'eau				1.00	(m <sup>3</sup> /tonnes)
- Teneur en humidité saturée				15 %	% humidité minerai
- Teneur en humidité résiduelle				11 %	% humidité minerai
- Masse volumique du minerai	G <sub>s</sub>			2.70	-
- Teneur en humidité du tout-venant				3 %	% humidité minerai
- Humidité ajoutée pour l'agglomération				4 %	% humidité minerai
- Durée du cycle de lixiviation				60	jours

Écoulements influant sur le bilan hydrique de l'usine de traitement					
- Teneur en eau du minerai entrant dans l'usine de traitement (% de la masse totale du minerai)				4.0	% humidité minerai
- Minimum d'eau douce (propre) d'appoint nécessaire à l'usine de traitement (% de l'eau totale utilisée pour l'irrigation)				0.5 %	%
- Eau perdue par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement (% de l'eau totale utilisée pour l'irrigation)				2.0 %	%

Écoulements divers influant sur le modèle hydrique					
- Eau utilisée pour l'abattage de la poussière ( <i>puisée dans l'un des bassins</i> )	M1			500	m <sup>3</sup> /jour
- Eau potable de source externe (n travailleurs x vol./travailleur/jour)				150	m <sup>3</sup> /jour
- Eaux usées ( <i>en % de l'eau potable</i> )	M2			85	%
- Eau d'appoint depuis les chantiers miniers	P10			10	m <sup>3</sup> /mois
- Eau d'appoint depuis les amas de stériles et de mort-terrain	P12			20	m <sup>3</sup> /mois
- Eau d'appoint depuis le dépôt de minerai épuisé	P13			30	m <sup>3</sup> /mois

Stériles					
- Masse volumique	G <sub>s</sub>			2.80	-

- Notes :**
- 1 L'information peut être obtenue auprès du propriétaire/exploitant, des entrepreneurs ou des consultants.
  - 2 Les volumes d'eau établis à partir de la teneur en eau et de la densité des boues sont additionnés pour déterminer la valeur de P6. Habituellement, un seul des deux est utilisé (il faut alors indiquer zéro pour l'option non retenue).

 L'information doit être entrée dans les cellules orange. Les valeurs sont alors automatiquement reliées aux deux feuilles suivantes, où les calculs pertinents sont exécutés.

**Feuille 13**

**Exemple**

**Estimation des besoins de l'usine de traitement en eau de procédé d'appoint et des pertes par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement**

<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>N° de projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>Date :</b>	Entrer la date

Les besoins en eau d'appoint et les pertes par évaporation et déversement sont normalement fournis par le concepteur de procédés. Si tel n'est pas le cas, ces valeurs peuvent être estimées en mètres cubes d'eau par tonne métrique de minerai traité (m<sup>3</sup>/t), au moyen des simples procédures exposées ci-après. Il s'agit habituellement de volumes relativement faibles.

- L'eau de procédé d'appoint (douce) dans l'usine de traitement représente habituellement de 3 à 10 % de l'eau totale utilisée par l'usine de traitement.
- On peut poser l'hypothèse que les pertes par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement sont de 0,5 à 2,0 % de l'eau totale circulant dans l'usine de traitement.

**Eau d'appoint nécessaire dans l'usine de traitement (mélange des réactifs, eau d'étanchéité, abattage de la poussière près du broyeur, etc.)**

Volume mensuel nominal d'eau d'irrigation (m <sup>3</sup> )	Besoins en eau douce (P7)	
	%	Pourcentage du volume mensuel nominal d'eau d'irrigation (m <sup>3</sup> )
303,000	0.50 %	1,515

**Perte d'eau par évaporation et par déversement dans l'usine de traitement**

Volume mensuel nominal d'eau d'irrigation (m <sup>3</sup> )	Perte d'eau par évaporation et déversement (P8)	
	%	Pourcentage du volume mensuel nominal d'eau d'irrigation (m <sup>3</sup> )
303,000	2.00 %	6,060

**Notes :** 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. Le volume mensuel nominal d'eau d'irrigation et le % de ce volume sont automatiquement transférés depuis les feuilles « Données opérationnelles » et « Débits d'irrigation ». Les calculs sont exécutés sur la présente feuille et les résultats sont automatiquement transférés à la feuille 15, « Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai ».



## Feuille 15

### Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai

Exemp

**Valeurs nominales et valeurs de calcul :** Les valeurs nominales sont établies à partir de la production annuelle prévue de l'usine de traitement, moyennées sur 365 jours par année. Les **valeurs nominales** servent à dimensionner l'installation de lixiviation en tas et à modéliser les écoulements (bilan hydrique). Les valeurs de calcul sont plus élevées. Elles tiennent compte du temps de disponibilité de l'usine de traitement (% de la période annuelle pendant laquelle l'usine peut être exploitée) auquel on ajoute une marge de sécurité. Les **valeurs de calcul** servent à dimensionner et calculer les installations de traitement du minerai, les canalisations et les systèmes de pompage. Mise en garde - les concepteurs de procédés définissent parfois autrement les valeurs nominales et les valeurs de calcul.

Mine :		Date :		Indicateur	Ind. d'écoulement (note 1)	Source ou calcul	Total	Unités (métriques)	
Entrer le nom de la mine		Entrer la date							
N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)	N° de projet :	Entrer le numéro du projet	Lettre	Symbole				
									<b>Production de minerai</b>
- Réserve de minerai				A		Feuille 12	100.00	t	
- Production nominale de minerai				Annuelle prévue		B	Feuille 12	5,000,000	t/a
				Mensuelle		C	B / 12	416,667	t/mois
- Vie de la mine				Journalière		D	B / 365	13,699	t/j
						E	A / B	20.0	années
- Disponibilité de l'usine de traitement (% de l'année pendant laquelle l'usine peut être exploitée)				F		Feuille 12	90.0	%	
- Marge de sécurité comprise dans la valeur de calcul				G		Feuille 12	1.00	-	
- Taux de traitement journalier de calcul				H		D / F x G	15,221	t/j	
<b>Installation de lixiviation en tas</b>									
- Masse volumique sèche du tas				I		Feuille 12	1.70	t/m <sup>3</sup>	
- Densité relative du minerai				J		Feuille 12	2.70	-	
- Teneur en humidité saturée				K		Feuille 12	15 %	% hum. minerai	
- Teneur en humidité résiduelle (après évacuation du minerai)				L		Feuille 12	11.0 %	% hum. minerai	
- Teneur en humidité du minerai				M		Feuille 12	3.0 %	% hum. minerai	
- Humidité ajoutée pour l'agglomération				N		Feuille 12	4.0 %	% hum. minerai	
- Teneur en humidité libérée par l'évacuation du minerai				O		K-L	4.0 %	% hum. minerai	
- Autre perte d'eau par saturation				P		K-M-N	8.0 %	% hum. minerai	
<b>Écoulements mensuels nominaux associés à la production de minerai (notes 2 et 3)</b>									
<b>Volume d'eau utilisé pour l'irrigation des produits en tas (comprend l'eau d'appoint, d'agglomération et d'abattage de la poussière, l'humidité du tout-venant et l'eau d'irrigation)</b>									
<b>Volume excédentaire acheminé de l'usine de traitement au bassin de solution appauvrie</b>									
- Volume évacué				Q		P1 Feuille 32	1,724,815	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Eau du bassin de solution appauvrie servant d'eau d'irrigation pour l'installation de lixiviation en tas</b>									
- Volume d'eau d'irrigation du tas de lixiviation				R		P2 Feuille 30	303,000	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Volume excédentaire acheminé de l'usine de traitement au bassin de solution appauvrie</b>									
- Volume évacué				S		P3 Feuille 31	1,726,737	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Eau retenue dans les vides du minerai</b>									
- Eau d'agglomération (% de la masse volumique sèche du minerai)				T		N	4.0 %	%	
- Eau d'agglomération				U		Feuille 30	2,992	m <sup>3</sup> /mois	
- Pourcentage de la teneur en eau du minerai piégée à saturation (ne comprend pas l'eau d'agglomération et la teneur en humidité du tout-venant) (% de la masse volumique sèche totale du minerai)				V		P	8.0%	m <sup>3</sup> /mois	
- Perte d'eau par saturation dans le minerai (sans compter l'eau d'agglomération et la teneur en humidité du tout-venant)				W		Feuille 30	5,984		
- Volume total retenu dans l'installation de lixiviation en tas				X		P4 Feuille 30	11,220	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Humidité présente dans le minerai acheminé vers l'usine de traitement</b>									
- Teneur en eau du minerai acheminé vers l'usine de traitement (% de la masse volumique sèche totale du minerai)				Y		M	3.0 %	%	
- Teneur en eau du minerai acheminé vers l'usine de traitement (% de la masse volumique sèche totale du minerai)				Z		P5 Feuille 30	2,244	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Besoins de l'usine de traitement en eau douce (propre) d'appoint de source externe</b>									
- Pourcentage du volume nominal d'eau d'irrigation du tas de lixiviation à utiliser en tant qu'eau douce d'appoint				AA		Feuille 13	0.50 %	%	
- Eau douce d'appoint				BB		P7 Feuille 13	1,515	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Perte d'eau par évaporation et déversement dans l'usine de traitement</b>									
- Pourcentage du volume nominal d'eau d'irrigation du tas de lixiviation à utiliser en tant que volume d'eau perdu par évaporation et déversement à l'usine de traitement				CC		Feuille 13	2.0%	%	
- Volume perdu à l'usine de traitement				DD		P8 Feuille 13	6,060	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Eau récupérée et eau d'appoint acheminées vers l'usine de traitement depuis des structures de stockage de l'eau sur le site</b>									
- Eau d'appoint acheminée des chantiers miniers vers le bassin de solution appauvrie				EE		P10 Feuille 12	10	m <sup>3</sup> /mois	
- LR acheminés du tas de lixiviation au bassin de LR				FF		P11 Feuille 44	1,715,800	m <sup>3</sup> /mois	
- Eau d'appoint acheminée du bassin collecteur des amas de stériles et de mort-terrain au bassin de solution appauvrie				GG		P12 Feuille 12	20	m <sup>3</sup> /mois	
- Eau d'appoint acheminée au bassin de solution appauvrie depuis le bassin collecteur du dépôt de minerai épuisé				HH		P13 Feuille 12	30	m <sup>3</sup> /mois	
<b>Eau récupérée et eau d'appoint acheminées vers l'usine de traitement depuis des structures de stockage de l'eau sur le site</b>									
- Volume récupéré du minerai en tas, de la teneur en humidité saturée à la teneur en humidité résiduelle				II		P14 Feuille 30	0	m <sup>3</sup> /mo	
- Volume récupéré du dépôt de minerai épuisé, de la teneur en humidité saturée à la teneur en humidité résiduelle				JJ		P15 Feuille 30	2,992	m <sup>3</sup> /mo	
<b>Eau de rinçage acheminée de l'installation de traitement de l'eau à l'installation de lixiviation en tas</b>									
- Eau de rinçage acheminée de l'installation de traitement de l'eau à l'installation de lixiviation en tas				LL		P16 Feuille 30	1,364,000	m <sup>3</sup> /mo	
<b>Échanges avec le milieu (débits entrants et sortants) du circuit des LR</b>									
- Écoulement depuis les terrains naturels du bassin-versant du bassin de LR				MM		R1 Feuille 18	4,318	m <sup>3</sup> /mois	

Feuille 16

**Exemple**

**Sommaire des écoulements associés  
au traitement du minerai**

<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
<b>N° de projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Données opérationnelles pertinentes pour l'exécution du modèle		
Taux de production nominal	13,699	t/j
Teneur en humidité résiduelle du minerai	11 %	% d'humidité du minerai
Teneur en humidité saturée	15 %	% d'humidité du minerai
Besoins minimaux de l'usine de traitement en eau d'appoint propre	0.5 %	% de toute la quantité d'eau consommée par l'usine de traitement

Écoulement		Volume mensuel (m <sup>3</sup> /mois)
P1	Rejet de l'usine de traitement vers le bassin de solution appauvrie	1,724,815
P2	Rejet du bassin de solution appauvrie vers l'installation de lixiviation en tas	303,000
P3	Rejet du bassin de LR vers l'usine de traitement	1,726,737
P4	Eau retenue dans le tas de lixiviation	11,220
P5	Humidité entrant dans l'usine de traitement avec le minerai	2,244
P7	Besoins de l'usine de traitement en eau douce d'appoint	1,515
P8	Pertes par évaporation, déversement, etc., dans l'usine de traitement	6,060
P9 ou F1	Eau nécessaire au fonctionnement de l'usine de traitement (valeur positive), ou eau de procédé excédentaire qui ne peut être ni recyclée ni rejetée dans le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau (valeur négative)	-1,432,381
P10	LR acheminé de l'installation de lixiviation en tas vers le bassin de LR	10
P11	Eau d'appoint provenant des amas de stériles et de mort-terrain	1,715,800
P12	Eau d'appoint provenant des amas de stériles et de mort-terrain	20
P13	Eau d'appoint provenant du dépôt de minerai épuisé	30
P14	Volume récupéré du dépôt de minerai épuisé	0
P15	Volume récupéré de l'installation de lixiviation en tas	2,992
P16	Eau de rinçage acheminée de l'installation de traitement de l'eau vers le tas de lixiviation	1,364,000
R1,R2,R3,R23 ,R24,R25	Somme des données d'entrée sur les écoulements	24,181
E1,E8,S1,S8	Somme des données d'entrée sur les infiltrations et l'évaporation	2,358
Eau totale nécessaire à l'exploitation de l'usine de traitement (P7 propre + P9 autre+P16)		1,365,515
Eau totale devant être évacuée du bassin de solution appauvrie vers l'installation de traitement de l'eau (F1)		1,432,381

**Notes :**

- Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille, qui consitue seulement un sommaire. Les valeurs sont automatiquement transférées de la feuille 15, « Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai ».
- Les numéros et les couleurs des écoulements correspondent aux numéros et couleurs de la feuille 15, « Résultats des calculs des données opérationnelles et des écoulements associés au traitement du minerai ».

1,743,799	} Les valeurs doivent être égales
1,743,799	

## Feuille 17 Bassins versants

Exemple

<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Bassins-versants		Sous-bassins-versants <sup>1</sup>			Indicatif de l'écoulement
Installation	Surface (ha)	Aire drainée	% du total	(m <sup>2</sup> )	
Bassin de LR	20.0	Terrain naturel	40	80,000	R1
		Terrain préparé <sup>2</sup>	50	100,000	R2
		Bassin collecteur	10	20,000	R3, E1
		TOTAL	100	200,000	-
Installation de lixiviation en tas	100.0	Terrain naturel	45	450,000	R4
		Terrain préparé <sup>2</sup>	50	500,000	R5
		Bassin	5	50,000	R6, E2
		TOTAL	100	1,000,000	-
Chantiers miniers	200.0	Terrain naturel	75	1,500,000	R8
		Terrain préparé <sup>2</sup>	15	300,000	R9
		Bassin collecteur	10	200,000	R10, E3
		TOTAL	100	2,000,000	-
Amas de stériles et de mort-terrain	100.0	Terrain naturel	40	400,000	R11
		Amas de stériles et de mort-terrain	55	550,000	R12
		Bassin de retenue	5	50,000	R13, E4
		TOTAL	100	1,000,000	-
Installation de traitement de l'eau	40.0	Terrain naturel	45	180,000	R14
		Terrain préparé <sup>2</sup>	40	160,000	R15
		Bassin	15	60,000	R16, E5
		TOTAL	100	400,000	-
Aire restaurée	10.0	Terrain naturel	45	45,000	R17
		Aire restaurée	45	45,000	R18
		Bassin	10	10,000	R19, E6
		TOTAL	100	90,000	-
Aire de construction	20.0	Terrain naturel	45	90,000	R20
		Terrain de construction	45	90,000	R21
		Bassin	10	20,000	R22, E7
		TOTAL	100	180,000	-
Bassin de solution appauvrie	20.0	Terrain naturel	40	80,000	R23
		Terrain préparé <sup>2</sup>	50	100,000	R24
		Bassin	10	20,000	R25, E8
		TOTAL	100	200,000	-
Dépôt de minerai épuisé	300.0	Terrain naturel	40	1,200,000	R26
		Terrain préparé <sup>2</sup>	55	1,650,000	R27
		Bassin collecteur	5	150,000	R28, E9
		TOTAL	100	3,000,000	-
<b>TOTAL</b>	<b>810.00</b>	-	-	8,070,000	-

**Note :**

- 1 Les sous-bassins-versants sont subdivisés en pourcentages qui sont appelés à changer avec le développement de la mine.
- 2 Un terrain préparé s'entend d'un terrain revêtu, de routes, d'aires industrielles ou d'un terrain peu perméable.

Des données doivent être entrées dans les cellules orange. Les calculs sont exécutés dans les autres cellules et les données pertinentes sont automatiquement transférées à d'autres feuilles.

## Feuille 18

### Écoulements associés aux précipitations

Exemple

**Sous-bassin-versant : bassin de LR**

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minerai extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Débit (m <sup>3</sup> / mois)																
Ind. écoulement	R1 - Terrain naturel				R2 - Terrain préparé				R3 - Bassin collecteur							
	80,000				100,000				20,000							
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R1 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R2 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R3 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)
Oct.	6,029	6,029	6,029	0	8,613	8,613	8,613	0	2,153	2,153	2,153	0	0	0	0	0
Nov.	5,202	5,202	2,601	2,601	7,431	7,431	3,716	3,716	1,858	1,858	929	929	0	0	0	0
Déc.	4,374	6,975	0	6,975	6,249	9,964	0	9,964	1,562	2,491	0	2,491	0	0	0	0
Janv.	3,488	10,463	0	10,463	4,982	14,947	0	14,947	1,246	3,737	0	3,737	0	0	0	0
Févr.	2,229	12,692	0	12,692	3,251	18,198	0	18,198	929	4,666	0	4,666	0	0	0	0
Mars	2,939	15,631	7,815	7,815	4,286	22,483	11,242	11,242	1,224	5,890	2,945	2,945	0	0	0	0
Avril	3,141	10,957	10,957	0	4,581	15,823	15,823	0	1,309	4,254	4,254	0	0	0	0	0
Mai	4,788	4,788	4,788	0	6,840	6,840	6,840	0	1,710	1,710	1,710	0	0	0	0	0
Juin	4,611	4,611	4,611	0	6,587	6,587	6,587	0	1,647	1,647	1,647	0	0	0	0	0
Juill.	4,552	4,552	4,552	0	6,502	6,502	6,502	0	1,626	1,626	1,626	0	0	0	0	0
Août	5,024	5,024	5,024	0	7,178	7,178	7,178	0	1,794	1,794	1,794	0	0	0	0	0
Sept.	5,438	5,438	5,438	0	7,769	7,769	7,769	0	1,942	1,942	1,942	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>51,815</b>		<b>51,815</b>		<b>74,269</b>		<b>74,269</b>		<b>19,000</b>		<b>19,000</b>		<b>0</b>		<b>0</b>	

- Notes :
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

## Feuille 19

### Écoulements associés aux précipitations

Exemple

Sous-bassin-versant : bassin de SA

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minerai extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	De terrain aménagé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Ind. écoul.	Débit (m <sup>3</sup> / mois)															
	R23 - Terrain naturel				R15 - Terrain préparé				R16 - Bassin collecteur							
	80,000				100,000				20,000							
Surface (m <sup>2</sup> ) (de feuille 17)																
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R23 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R24 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R25 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)
Oct.	6,029	6,029	6,029	0	8,613	8,613	8,613	0	2,153	2,153	2,153	0	0	0	0	0
Nov.	5,202	5,202	2,601	2,601	7,431	7,431	3,716	3,716	1,858	1,858	929	929	0	0	0	0
Déc.	4,374	6,975	0	6,975	6,249	9,964	0	9,964	1,582	2,491	0	2,491	0	0	0	0
Janv.	3,488	10,463	0	10,463	4,982	14,947	0	14,947	1,246	3,737	0	3,737	0	0	0	0
Févr.	2,229	12,692	0	12,692	3,251	18,198	0	18,198	929	4,666	0	4,666	0	0	0	0
Mars	2,939	15,631	7,815	7,815	4,286	22,483	11,242	11,242	1,224	5,890	2,945	2,945	0	0	0	0
Avril	3,141	10,957	10,957	0	4,581	15,823	15,823	0	1,309	4,254	4,254	0	0	0	0	0
Mai	4,788	4,788	4,788	0	6,840	6,840	6,840	0	1,710	1,710	1,710	0	0	0	0	0
Juin	4,611	4,611	4,611	0	6,587	6,587	6,587	0	1,647	1,647	1,647	0	0	0	0	0
Juill.	4,552	4,552	4,552	0	6,502	6,502	6,502	0	1,626	1,626	1,626	0	0	0	0	0
Août	5,024	5,024	5,024	0	7,178	7,178	7,178	0	1,794	1,794	1,794	0	0	0	0	0
Sept.	5,438	5,438	5,438	0	7,769	7,769	7,769	0	1,942	1,942	1,942	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>51,815</b>	<b>51,815</b>	<b>51,815</b>	<b>0</b>	<b>74,289</b>	<b>74,289</b>	<b>74,289</b>	<b>0</b>	<b>19,000</b>	<b>19,000</b>	<b>19,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes :
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

## Feuille 20

### Écoulements associés aux précipitations

Exemple

**Sous-bassin-versant : installation de lixiviation en tas**

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minerai extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain aménagé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Ind. écoul.	Débit (m <sup>3</sup> / mois)															
	R4 - Terrain naturel				R15 - Terrain préparé				R16 - Bassin collecteur							
	450,000				500,000				50,000							
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)
Oct.	33,915	33,915	33,915	0	37,683	37,683	37,683	0	5,383	5,383	5,383	0	0	0	0	0
Nov.	29,260	29,260	14,630	14,630	32,511	32,511	16,256	16,256	4,644	4,644	2,322	2,322	0	0	0	0
Déc.	24,605	39,235	0	39,235	27,339	43,594	0	43,594	3,906	6,228	0	6,228	0	0	0	0
Janv.	19,618	58,853	0	58,853	21,797	65,392	0	65,392	3,114	9,342	0	9,342	0	0	0	0
Févr.	12,540	71,393	0	71,393	16,256	81,647	0	81,647	2,322	11,664	0	11,664	0	0	0	0
Mars	16,530	87,923	43,961	43,961	21,428	103,075	51,538	51,538	3,061	14,725	7,363	7,363	0	0	0	0
Avril	17,670	61,631	61,631	0	22,906	74,443	74,443	0	3,272	10,635	10,635	0	0	0	0	0
Mai	26,933	26,933	26,933	0	29,925	29,925	29,925	0	4,275	4,275	4,275	0	0	0	0	0
Juin	25,935	25,935	25,935	0	28,817	28,817	28,817	0	4,117	4,117	4,117	0	0	0	0	0
Juill.	25,603	25,603	25,603	0	28,447	28,447	28,447	0	4,064	4,064	4,064	0	0	0	0	0
Août	28,263	28,263	28,263	0	31,403	31,403	31,403	0	4,486	4,486	4,486	0	0	0	0	0
Sept.	30,590	30,590	30,590	0	33,989	33,989	33,989	0	4,856	4,856	4,856	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>291,460</b>	<b>291,460</b>	<b>291,460</b>	<b>0</b>	<b>332,500</b>	<b>332,500</b>	<b>332,500</b>	<b>0</b>	<b>47,500</b>	<b>47,500</b>	<b>47,500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes :
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

## Feuille 21

# Écoulements associés aux précipitations

**Exemple**

**Sous-bassin-versant : chantiers miniers (installations à ciel ouvert et souterraines)**

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minéral extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain préparé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Débit (m <sup>3</sup> / mois)														
Ind. écoul.	R8 - Terrain naturel				R15 - Terrain préparé				R16 - Bassin collecteur					
Surface (m <sup>2</sup> ) (de feuille 17)	1,500,000				300,000				200,000					
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R8 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	R9 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	R10 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. réel)
Oct.	113,050	113,050	113,050	0	25,840	25,840	25,840	0	21,533	21,533	21,533	0	0	0
Nov.	97,533	97,533	48,767	48,767	22,293	22,293	11,147	11,147	18,578	18,578	9,289	9,289	0	0
Déc.	82,017	130,783	0	130,783	18,747	29,893	0	29,893	15,622	24,911	0	24,911	0	0
Janv.	65,392	196,175	0	196,175	14,947	44,840	0	44,840	12,456	37,367	0	37,367	0	0
Févr.	41,800	237,975	0	237,975	11,147	55,987	0	55,987	9,289	46,656	0	46,656	0	0
Mars	55,100	293,075	146,538	146,538	14,693	70,680	35,340	35,340	12,244	58,900	29,450	29,450	0	0
Avril	58,900	205,438	205,438	0	15,707	51,047	51,047	0	13,089	42,539	42,539	0	0	0
Mai	89,775	89,775	89,775	0	20,520	20,520	20,520	0	17,100	17,100	17,100	0	0	0
Juin	86,450	86,450	86,450	0	19,760	19,760	19,760	0	16,467	16,467	16,467	0	0	0
Juill.	85,342	85,342	85,342	0	19,507	19,507	19,507	0	16,256	16,256	16,256	0	0	0
Août	94,208	94,208	94,208	0	21,533	21,533	21,533	0	17,944	17,944	17,944	0	0	0
Sept.	101,967	101,967	101,967	0	23,307	23,307	23,307	0	19,422	19,422	19,422	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>971,533</b>		<b>971,533</b>		<b>228,000</b>		<b>228,000</b>		<b>190,000</b>		<b>190,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

- Notes :
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

## Feuille 22

# Écoulements associés aux précipitations

Sous-bassin-versant : amas de stériles et de mort-terrain

**Exemple**

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minéral extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain préparé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Débit (m <sup>3</sup> / mois)														
Ind. écoul.	R11 - Terrain naturel				R15 - Terrain préparé				R16 - Bassin collecteur					
Surface (m <sup>2</sup> ) (de feuille 17)	400,000				550,000				50,000					
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R11 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R12 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R13 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)
Oct.	30,147	30,147	30,147	0	41,452	41,452	41,452	0	5,383	5,383	5,383	0	0	0
Nov.	26,009	26,009	13,004	13,004	35,762	35,762	17,881	17,881	4,644	4,644	2,322	2,322	0	0
Déc.	21,871	34,876	0	34,876	30,073	47,954	0	47,954	3,906	6,228	0	6,228	0	0
Janv.	17,438	52,313	0	52,313	23,977	71,931	0	71,931	3,114	9,342	0	9,342	0	0
Févr.	11,147	63,460	0	63,460	17,881	89,812	0	89,812	2,322	11,664	0	11,664	0	0
Mars	14,693	78,153	39,077	39,077	23,571	113,383	56,691	56,691	3,061	14,725	7,363	7,363	0	0
Avril	15,707	54,783	54,783	0	25,196	81,887	81,887	0	3,272	10,635	10,635	0	0	0
Mai	23,940	23,940	23,940	0	32,918	32,918	32,918	0	4,275	4,275	4,275	0	0	0
Juin	23,053	23,053	23,053	0	31,698	31,698	31,698	0	4,117	4,117	4,117	0	0	0
Juill.	22,758	22,758	22,758	0	31,292	31,292	31,292	0	4,064	4,064	4,064	0	0	0
Août	25,122	25,122	25,122	0	34,543	34,543	34,543	0	4,486	4,486	4,486	0	0	0
Sept.	27,191	27,191	27,191	0	37,388	37,388	37,388	0	4,856	4,856	4,856	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>259,076</b>		<b>259,076</b>		<b>365,750</b>		<b>365,750</b>		<b>47,500</b>		<b>47,500</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes :
- Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 23

## Écoulements associés aux précipitations

### Sous-bassin-versant : dépôt de minerai épuisé

Exemple

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minerai extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain préparé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Débit (m <sup>3</sup> / mois)															
Ind. écoul.	R26 - Terrain naturel				R15 - Terrain préparé				R16 - Bassin collecteur						
Surface (m <sup>2</sup> ) (de feuille 17)	1,200,000				1,650,000				150,000						
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R26 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R27 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R28 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)
Oct.	90,440	90,440	90,440	0	124,355	124,355	124,355	0	16,150	16,150	16,150	0	0	0	0
Nov.	78,027	78,027	39,013	39,013	107,287	107,287	53,643	53,643	13,933	13,933	6,967	6,967	0	0	0
Déc.	65,613	104,627	0	104,627	90,218	143,862	0	143,862	11,717	18,683	0	18,683	0	0	0
Janv.	52,313	156,940	0	156,940	71,931	215,793	0	215,793	9,342	28,025	0	28,025	0	0	0
Févr.	33,440	190,380	0	190,380	53,643	269,436	0	269,436	6,967	34,992	0	34,992	0	0	0
Mars	44,080	234,460	117,230	117,230	70,712	340,148	170,074	170,074	9,183	44,175	22,088	22,088	0	0	0
Avril	47,120	164,350	164,350	0	75,588	245,662	245,662	0	9,817	31,904	0	0	0	0	0
Mai	71,820	71,820	71,820	0	98,753	98,753	98,753	0	12,825	12,825	12,825	0	0	0	0
Juin	69,160	69,160	69,160	0	95,095	95,095	95,095	0	12,350	12,350	12,350	0	0	0	0
Juill.	68,273	68,273	68,273	0	93,876	93,876	93,876	0	12,192	12,192	12,192	0	0	0	0
Août	75,367	75,367	75,367	0	103,629	103,629	103,629	0	13,458	13,458	13,458	0	0	0	0
Sept.	81,573	81,573	81,573	0	112,163	112,163	112,163	0	14,567	14,567	14,567	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>777,227</b>	<b>777,227</b>	<b>777,227</b>	<b>0</b>	<b>1,097,250</b>	<b>1,097,250</b>	<b>1,097,250</b>	<b>0</b>	<b>142,500</b>	<b>142,500</b>	<b>142,500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes :
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

## Feuille 24

# Écoulements associés aux précipitations

### Sous-bassin-versant : installation de traitement de l'eau

**Exemple**

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minerai extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain préparé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de la mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Ind. écoul.	Débit (m <sup>3</sup> / mois)															
	R14 - Terrain naturel				R15 - Terrain aménagé				R16 - Bassin collecteur							
	180,000				160,000				60,000							
Surface (m <sup>2</sup> ) (de feuille 17)																
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R14 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R15 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R16 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)
Oct.	13,566	13,566	13,566	0	13,781	13,781	13,781	0	6,460	6,460	6,460	0	0	0	0	0
Nov.	11,704	11,704	5,852	5,852	11,890	11,890	5,945	5,945	5,573	5,573	2,787	2,787	0	0	0	0
Déc.	9,842	15,694	0	15,694	9,998	15,943	0	15,943	4,687	7,473	0	7,473	0	0	0	0
Janv.	7,847	23,541	0	23,541	7,972	23,915	0	23,915	3,737	11,210	0	11,210	0	0	0	0
Févr.	5,016	28,557	0	28,557	5,202	29,116	0	29,116	2,787	13,997	0	13,997	0	0	0	0
Mars	6,612	35,169	17,585	17,585	6,857	35,973	17,987	17,987	3,673	17,670	8,835	8,835	0	0	0	0
Avril	7,068	24,653	24,653	0	7,330	25,316	25,316	0	3,927	12,762	12,762	0	0	0	0	0
Mai	10,773	10,773	10,773	0	10,944	10,944	10,944	0	5,130	5,130	5,130	0	0	0	0	0
Juin	10,374	10,374	10,374	0	10,539	10,539	10,539	0	4,940	4,940	4,940	0	0	0	0	0
Juill.	10,241	10,241	10,241	0	10,404	10,404	10,404	0	4,877	4,877	4,877	0	0	0	0	0
Août	11,305	11,305	11,305	0	11,484	11,484	11,484	0	5,383	5,383	5,383	0	0	0	0	0
Sept.	12,236	12,236	12,236	0	12,430	12,430	12,430	0	5,827	5,827	5,827	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>116,584</b>		<b>116,584</b>		<b>118,830</b>		<b>118,830</b>		<b>57,000</b>		<b>57,000</b>		<b>0</b>		<b>0</b>	

- Notes:
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

## Feuille 25

# Écoulements associés aux précipitations

Sous-bassin-versant : aire restaurée

Exemple

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minerai extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain préparé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Débit (m <sup>3</sup> / mois)																
Ind. écoul.	R17 - Terrain naturel				R15 - Terrain préparé				R16 - Bassin collecteur							
Surface (m <sup>2</sup> ) (de feuille 17)	45,000				45,000				10,000							
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R17 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R18 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R19 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)
Oct.	3,392	3,392	3,392	0	3,634	3,634	3,634	0	1,077	1,077	1,077	0	0	0	0	0
Nov.	2,926	2,926	1,463	1,463	3,135	3,135	1,568	1,568	929	929	464	464	0	0	0	0
Déc.	2,461	3,924	0	3,924	2,636	4,204	0	4,204	781	1,246	0	1,246	0	0	0	0
Janv.	1,962	5,885	0	5,885	2,102	6,306	0	6,306	623	1,868	0	1,868	0	0	0	0
Févr.	1,254	7,139	0	7,139	1,568	7,873	0	7,873	464	2,333	0	2,333	0	0	0	0
Mars	1,653	8,792	4,396	4,396	2,066	9,939	4,970	4,970	612	2,945	1,473	1,473	0	0	0	0
Avril	1,767	6,163	6,163	0	2,209	7,178	7,178	0	654	2,127	2,127	0	0	0	0	0
Mai	2,693	2,693	2,693	0	2,886	2,886	2,886	0	855	855	855	0	0	0	0	0
Juin	2,594	2,594	2,594	0	2,779	2,779	2,779	0	823	823	823	0	0	0	0	0
Juill.	2,560	2,560	2,560	0	2,743	2,743	2,743	0	813	813	813	0	0	0	0	0
Août	2,826	2,826	2,826	0	3,028	3,028	3,028	0	897	897	897	0	0	0	0	0
Sept.	3,059	3,059	3,059	0	3,278	3,278	3,278	0	971	971	971	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>29,146</b>		<b>29,146</b>		<b>32,063</b>		<b>32,063</b>		<b>9,500</b>		<b>9,500</b>		<b>0</b>		<b>0</b>	

- Notes :
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 26

## Écoulements associés aux précipitations

### Sous-bassin-versant : aire de construction

Exemple

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine	Produit :	Indiquer le minéral extrait
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Précipitations pondérées (de feuille 10) (mm)							Écoulement mensuel en % de l'accumulation totale (si moins de 100 % = gel)
	Du terrain naturel	Du terrain préparé	Des bassins	Des amas de stériles et de mort-terrain	Des parois de mine à ciel ouvert	De l'aire restaurée	De l'aire de construction	
Oct.	75.4	86.1	107.7	75.4	86.1	80.8	64.1	100
Nov.	65.0	74.3	92.9	65.0	74.3	69.7	55.3	50
Déc.	54.7	62.5	78.1	54.7	62.5	58.6	46.5	0
Janv.	43.6	49.8	62.3	43.6	49.8	46.7	37.1	0
Févr.	27.9	32.5	46.4	32.5	37.2	34.8	23.7	0
Mars	36.7	42.9	61.2	42.9	49.0	45.9	31.2	50
Avril	39.3	45.8	65.4	45.8	52.4	49.1	33.4	100
Mai	59.9	68.4	85.5	59.9	68.4	64.1	50.9	100
Juin	57.6	65.9	82.3	57.6	65.9	61.8	49.0	100
Juill.	56.9	65.0	81.3	56.9	65.0	61.0	48.4	100
Août	62.8	71.8	89.7	62.8	71.8	67.3	53.4	100
Sept.	68.0	77.7	97.1	68.0	77.7	72.8	57.8	100
<b>TOTAL</b>	<b>647.7</b>	<b>742.7</b>	<b>950.0</b>	<b>665.0</b>	<b>760.0</b>	<b>712.5</b>	<b>550.5</b>	

Débit (m <sup>3</sup> / mois)														
Ind. écoul.	R20 - Terrain naturel				R15 - Terrain préparé				R16 - Bassin collecteur					
	Surface (m <sup>2</sup> ) (de feuille 17)				90,000				20,000					
Mois	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R20 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R21 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)	R22 Écoulement mensuel réel (écoul. disp. total x % écoul.)	Écoulement résiduel mensuel (écoul. disp. total - écoul. réel)	Écoulement disponible (surface x écoulement pondéré)	Écoulement disponible total (écoul. disp. + écoul. non rejeté le mois précédent)
Oct.	6,783	6,783	6,783	0	5,766	5,766	5,766	0	2,153	2,153	2,153	0	0	0
Nov.	5,852	5,852	2,926	2,926	4,974	4,974	2,487	2,487	1,858	1,858	929	929	0	0
Déc.	4,921	7,847	0	7,847	4,183	6,670	0	6,670	1,562	2,491	0	2,491	0	0
Janv.	3,924	11,771	0	11,771	3,335	10,005	0	10,005	1,246	3,737	0	3,737	0	0
Févr.	2,508	14,279	0	14,279	2,132	12,137	0	12,137	929	4,666	0	4,666	0	0
Mars	3,306	17,585	8,792	8,792	2,810	14,947	7,473	7,473	1,224	5,890	2,945	2,945	0	0
Avril	3,534	12,326	12,326	0	3,004	10,477	10,477	0	1,309	4,254	4,254	0	0	0
Mai	5,387	5,387	5,387	0	4,579	4,579	4,579	0	1,710	1,710	1,710	0	0	0
Juin	5,187	5,187	5,187	0	4,409	4,409	4,409	0	1,647	1,647	1,647	0	0	0
Juill.	5,121	5,121	5,121	0	4,352	4,352	4,352	0	1,626	1,626	1,626	0	0	0
Août	5,653	5,653	5,653	0	4,805	4,805	4,805	0	1,794	1,794	1,794	0	0	0
Sept.	6,118	6,118	6,118	0	5,200	5,200	5,200	0	1,942	1,942	1,942	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>58,292</b>	<b>6,118</b>	<b>58,292</b>	<b>0</b>	<b>49,548</b>	<b>49,548</b>	<b>49,548</b>	<b>0</b>	<b>19,000</b>	<b>19,000</b>	<b>19,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- Notes :
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les cellules en bleu sont les débits calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer un mois d'écoulement à 100 % - non un mois où le gel mène à un écoulement partiel ou nul.

# Feuille 27

## Pertes par évaporation

**Exemple**

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine	
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b> Entrer l'année minière modélisée

Évaporation-lac (de la feuille 10) (mm)	Pertes par évaporation (m <sup>3</sup> / mois)											
	Emplacement →	Bassin de LR	Installation de lixiviation en tas	Bassin des chantiers miniers	Bassin des amas de stériles et de mort-terrain	Bassin collecteur de l'instal-lation de traitement de l'eau	Bassin de l'aire restaurée	Bassin de l'aire de construction	Bassin de solution appauvrie	Dépôts de minéral épuisé		Total
	Ind. écoul. →	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9		
Surface (m <sup>2</sup> ) (de la feuille 17) →	20,000	50,000	200,000	50,000	60,000	10,000	20,000	20,000	150,000			
31.5	Oct.	630	1,575	6,300	1,575	1,890	315	630	630	4,725	18,270	
0.0	Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.0	Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.0	Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.0	Févr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.0	Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.5	Avril	350	875	3,500	875	1,050	175	350	350	2,625	10,150	
91.0	Mai	1,820	4,550	18,200	4,550	5,460	910	1,820	1,820	13,650	52,780	
108.5	Juin	2,170	5,425	21,700	5,425	6,510	1,085	2,170	2,170	16,275	62,930	
126.0	Juill.	2,520	6,300	25,200	6,300	7,560	1,260	2,520	2,520	18,900	73,080	
94.5	Août	1,890	4,725	18,900	4,725	5,670	945	1,890	1,890	14,175	54,810	
56.0	Sept.	1,120	2,800	11,200	2,800	3,360	560	1,120	1,120	8,400	32,480	
<b>525.0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>10,500</b>	<b>26,250</b>	<b>105,000</b>	<b>26,250</b>	<b>31,500</b>	<b>5,250</b>	<b>10,500</b>	<b>10,500</b>	<b>78,750</b>	<b>304,500</b>	

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les valeurs dans les colonnes sont les débits d'évaporation calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.

# Feuille 28

## Débits d'infiltration

Exemple

De la page couverture	<b>Mine:</b>	Entrer le nom de la mine									
	<b>No du projet :</b>	Entrer le numéro du projet					<b>No de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)			
	<b>Date :</b>	Entrer la date					<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée			

Installation →		Depuis le bassin de LR	Depuis l'installation de lixiviation en tas	Dans le bassin des chantiers miniers	Depuis le bassin des amas de stériles et de mort-terrain	Depuis le bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau	Depuis le bassin de l'aire restaurée	Depuis le bassin de l'aire de construction	Depuis le bassin de solution appauvrie	Depuis le dépôt de minerai épuisé		<b>Total</b>
Indicatif d'infiltration →		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9		
Infiltration estimative (m <sup>3</sup> /jour) →		10	10	1,000	100	100	10	10	10	1,000	0	
Jours/ mois	Mois	<b>Infiltration (m<sup>3</sup> / mois)</b>										
31	<b>Oct.</b>	310	310	31,000	3,100	3,100	310	310	310	31,000	0	69,750
30	<b>Nov.</b>	300	300	30,000	3,000	3,000	300	300	300	30,000	0	67,500
31	<b>Déc.</b>	310	310	31,000	3,100	3,100	310	310	310	31,000	0	69,750
31	<b>Janv.</b>	310	310	31,000	3,100	3,100	310	310	310	31,000	0	69,750
28	<b>Févr.</b>	280	280	28,000	2,800	2,800	280	280	280	28,000	0	63,000
31	<b>Mars</b>	310	310	31,000	3,100	3,100	310	310	310	31,000	0	69,750
30	<b>Avril</b>	300	300	30,000	3,000	3,000	300	300	300	30,000	0	67,500
31	<b>Mai</b>	310	310	31,000	3,100	3,100	310	310	310	31,000	0	69,750
30	<b>Juin</b>	300	300	30,000	3,000	3,000	300	300	300	30,000	0	67,500
31	<b>Juill.</b>	310	310	31,000	3,100	3,100	310	310	310	31,000	0	69,750
31	<b>Août</b>	310	310	31,000	3,100	3,100	310	310	310	31,000	0	69,750
30	<b>Sept.</b>	300	300	30,000	3,000	3,000	300	300	300	30,000	0	67,500
365	<b>TOTAL</b>	<b>3,650</b>	<b>3,650</b>	<b>365,000</b>	<b>36,500</b>	<b>36,500</b>	<b>3,650</b>	<b>3,650</b>	<b>3,650</b>	<b>365,000</b>	<b>0</b>	<b>821,250</b>

- Notes :**
- 1 Les estimations des infiltrations sont entrées par l'utilisateur. Les données sont entrées dans les cellules orange. Les calculs sont exécutés dans les autres cellules et les données pertinentes sont automatiquement transférées aux autres feuilles.
  - 2 L'information est automatiquement transférée des autres feuilles ou est calculée sur la présente feuille, sauf pour ce qui est des estimations des infiltrations.
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 Les infiltrations directes dans l'environnement sont considérées au même titre qu'un effluent en vertu du REMM et elles sont assujetties aux exigences de contrôle.

# Feuille 29

## Écoulements divers

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Écoulement →	Eau pour l'abattage de la poussière			Eau potable	Eaux usées traitées			
Indicatif de l'écoulement →	M1				M2			
De la feuille 12 (m <sup>3</sup> /jour) →	Maximum d'eau possible pour l'abattage de la poussière (m <sup>3</sup> /jour)	Pourcentage utilisé chaque mois	Volume	(m <sup>3</sup> /jour)	% d'eau potable devenant eau usée			
	500	(%)	(m <sup>3</sup> )	150	85			

jours/ mois	Mois	Débit (m <sup>3</sup> /mois)						
31	Oct.	15,500	100	15,500	4650	3,953		
30	Nov.	15,000	50	7,500	4500	3,825		
31	Déc.	15,500	0	0	4650	3,953		
31	Janv.	15,500	0	0	4650	3,953		
28	Févr.	14,000	0	0	4200	3,570		
31	Mars	15,500	0	0	4650	3,953		
30	Avril	15,000	50	7,500	4500	3,825		
31	Mai	15,500	100	15,500	4650	3,953		
30	Juin	15,000	100	15,000	4500	3,825		
31	Juill.	15,500	100	15,500	4650	3,953		
31	Août	15,500	100	15,500	4650	3,953		
30	Sept.	15,000	100	15,000	4500	3,825		
365	TOTAL	182,500		107,000	54,750	46,538		

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les valeurs dans les colonnes sont les écoulements divers calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.

# Feuille 30

## Débits d'irrigation

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Écoulement →	Solution lixiviante totale acheminée au tas	Eau d'agglomération retenue dans le minerai	Besoin en eau d'appoint (eau cédée au minerai pendant la saturation)	Teneur en humidité résiduelle du minerai	Eau cédée au tas à saturation	Minerai drainé au dépôt de minerai épuisé (de la saturation à la teneur en humidité résiduelle)	Minerai drainé au tas (de la saturation à la teneur en humidité résiduelle)	Eau de rinçage acheminée à l'installation de lixiviation en tas
Indicatif de l'écoulement →	P2	-	-	P5	P4	P14	P15	P16
Teneur en humidité du minerai (de la feuille 12) →	-	4.0 %	8.0 %	3.0 %	15.0 %	4.0 %	4.0 %	-
	m <sup>3</sup> /mois	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	m <sup>3</sup> /mois

jours/ mois	Mois	Débit (m <sup>3</sup> / mois)							
31	Oct.	372,000	0	0	0	0	0	0	0
30	Nov.	360,000	0	0	0	0	0	0	0
31	Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Janv.	372,000	0	0	0	0	0	0	0
28	Févr.	336,000	0	0	0	0	0	0	0
31	Mars	372,000	0	0	0	0	0	0	0
30	Avril	360,000	0	0	0	0	0	0	0
31	Mai	0	35,904	71,808	26,928	134,640	0	35,904	0
30	Juin	360,000	0	0	0	0	0	0	0
31	Juill.	372,000	0	0	0	0	0	0	16,368,000
31	Août	372,000	0	0	0	0	0	0	0
30	Sept.	360,000	0	0	0	0	0	0	0
365	<b>TOTAL</b>	<b>3,636,000</b>	<b>35,904</b>	<b>71,808</b>	<b>26,928</b>	<b>134,640</b>	<b>0</b>	<b>35,904</b>	<b>16,368,000</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Les valeurs dans les colonnes sont les écoulements divers calculés mensuellement dont on trouve le sommaire à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.

# Feuille 31

## Débits cumulatifs

### Bassin-versant du bassin de LR

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)						Écoulement total P3 vers l'usine de traitement  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R1	+R2	+R3	-E1	-S1	+P11	
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 18)	Précipitations s'écoulant du terrain préparé (de feuille 18)	Précipitations sur le bassin (de feuille 18)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)	LR depuis l'installation de lixiviation en tas (de feuille 34)	
<b>Oct.</b>	6,029	8,613	2,153	-630	-310	447,097	462,953
<b>Nov.</b>	2,601	3,716	929	0	-300	392,908	399,853
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-310	0	0
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-310	371,690	371,380
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-280	335,720	335,440
<b>Mars</b>	7,815	11,242	2,945	0	-310	474,551	496,243
<b>Avril</b>	10,957	15,823	4,254	-350	-300	505,534	535,917
<b>Mai</b>	4,788	6,840	1,710	-1,820	-310	0	11,208
<b>Juin</b>	4,611	6,587	1,647	-2,170	-300	413,143	423,517
<b>Juill.</b>	4,552	6,502	1,626	-2,520	-310	16,791,504	16,801,353
<b>Août</b>	5,024	7,178	1,794	-1,890	-310	431,116	442,913
<b>Sept.</b>	5,438	7,769	1,942	-1,120	-300	426,334	440,064
<b>TOTAL</b>	<b>51,815</b>	<b>74,269</b>	<b>19,000</b>	<b>-9,870</b>	<b>-3,650</b>	<b>20,589,598</b>	<b>20,720,842</b>

- Notes:**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F1 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 32

## Débits cumulatifs

### Usine de traitement du minerai

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)								Total flow P1 to Barren  (m <sup>3</sup> /mois)
	+P3	+P5	+P7	-P8					
	Recyclage du LR du bassin de LR (de feuille 31)	Humidité du minerai entrant dans l'usine de traitement (de feuille 30)	Apport d'eau neuve (de feuille 13)	Pertes d'eau par évaporation et déversement dans l'usine de traitement (de feuille 13)					
<b>Oct.</b>	462,953	0	1,515	-6,060					458,408
<b>Nov.</b>	399,853	0	1,515	-6,060					395,308
<b>Déc.</b>	0	0	1,515	-6,060					0
<b>Janv.</b>	371,380	0	1,515	-6,060					366,835
<b>Févr.</b>	335,440	0	1,515	-6,060					330,895
<b>Mars</b>	496,243	0	1,515	-6,060					491,698
<b>Avril</b>	535,917	0	1,515	-6,060					531,372
<b>Mai</b>	11,208	26,928	1,515	-6,060					33,591
<b>Juin</b>	423,517	0	1,515	-6,060					418,972
<b>Juill.</b>	16,801,353	0	1,515	-6,060					16,796,808
<b>Août</b>	442,913	0	1,515	-6,060					438,368
<b>Sept.</b>	440,064	0	1,515	-6,060					435,519
<b>TOTAL</b>	<b>20,720,842</b>	<b>26,928</b>	<b>18,180</b>	<b>-72,720</b>					<b>20,697,775</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F2 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 33

## Débits cumulatifs

Exemple

### Bassin-versant du bassin de solution appauvrie

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)										Débit total	
	+R23	+R24	+R25	-E8	-S8	+P10	+P12	+P13	+P1	-P2	F1 au bassin collecteur	P9 de l'inst. de trait. de l'eau
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 19)	Précipitations s'écoulant de la halde de stériles (de feuille 19)	Précipitations sur le bassin (de feuille 19)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)	Eau d'appoint depuis les chantiers miniers (de feuille 12)	Eau d'appoint depuis les haldes de stériles (de feuille 12)	Eau d'appoint depuis le dépôt de minerai épuisé (de feuille 12)	Eau de l'usine de traitement du minerai (de feuille 32)	Solution lixivante pour irrigation (de feuille 30)	(m <sup>3</sup> /mois)	(m <sup>3</sup> /mois)
<b>Oct.</b>	6,029	8,613	2,153	-630	-310	10	20	30	458,408	-372,000	102,324	0
<b>Nov.</b>	2,601	3,716	929	0	-300	10	20	30	395,308	-360,000	42,313	0
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-310	10	20	30	0	0	0	250
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-310	10	20	30	366,835	-372,000	0	5,415
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-280	10	20	30	330,895	-336,000	0	5,325
<b>Mars</b>	7,815	11,242	2,945	0	-310	10	20	30	491,698	-372,000	141,450	0
<b>Avril</b>	10,957	15,823	4,254	-350	-300	10	20	30	531,372	-360,000	201,816	0
<b>Mai</b>	4,788	6,840	1,710	-1,820	-310	10	20	30	33,591	0	44,859	0
<b>Juin</b>	4,611	6,587	1,647	-2,170	-300	10	20	30	418,972	-360,000	69,406	0
<b>Juill.</b>	4,552	6,502	1,626	-2,520	-310	10	20	30	16,796,808	-372,000	16,434,717	0
<b>Août</b>	5,024	7,178	1,794	-1,890	-310	10	20	30	438,368	-372,000	78,225	0
<b>Sept.</b>	5,438	7,769	1,942	-1,120	-300	10	20	30	435,519	-360,000	89,308	0
<b>TOTAL</b>	<b>51,815</b>	<b>74,269</b>	<b>19,000</b>	<b>-10,500</b>	<b>-3,650</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>360</b>	<b>20,697,775</b>	<b>-3,636,000</b>	<b>17,204,419</b>	<b>10,990</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F2 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 34

## Débits cumulatifs

**Exemple**

### Bassin-versant de l'installation de lixiviation en tas

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)								
	+R4	+R5	+R6	-E2	-S2	+P2	+P15	-P4	+P16
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 20)	Précipitations s'écoulant du terrain préparé (de feuille 20)	Précipitations sur le bassin (de feuille 20)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)	Irrigation de l'installation de lixiviation en tas (de feuille 30)	Drainage du minerai (de feuille 30)	Eau retenue dans le tas (de feuille 30)	Eau de rinçage (de feuille 30)
<b>Oct.</b>	33,915	37,683	5,383	-1,575	-310	372,000	0	0	0
<b>Nov.</b>	14,630	16,256	2,322	0	-300	360,000	0	0	0
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-310	0	0	0	0
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-310	372,000	0	0	0
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-280	336,000	0	0	0
<b>Mars</b>	43,961	51,538	7,363	0	-310	372,000	0	0	0
<b>Avril</b>	61,631	74,443	10,635	-875	-300	360,000	0	0	0
<b>Mai</b>	26,933	29,925	4,275	-4,550	-310	0	35,904	-134,640	0
<b>Juin</b>	25,935	28,817	4,117	-5,425	-300	360,000	0	0	0
<b>Juill.</b>	25,603	28,447	4,064	-6,300	-310	372,000	0	0	16,368,000
<b>Août</b>	28,263	31,403	4,486	-4,725	-310	372,000	0	0	0
<b>Sept.</b>	30,590	33,989	4,856	-2,800	-300	360,000	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>291,460</b>	<b>332,500</b>	<b>47,500</b>	<b>-26,250</b>	<b>-3,650</b>	<b>3,636,000</b>	<b>35,904</b>	<b>-134,640</b>	<b>16,368,000</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F2 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 35

## Débits cumulatifs

### Bassin-versant des chantiers miniers

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)							Débit total F3 vers le bassin collecteur  (m <sup>3</sup> /mois)	
	+R8	+R9	+R10	-E3	+S3	-P10			
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 21)	Précipitations s'écoulant des parois de la mine (de feuille 21)	Précipitations sur le bassin (de feuille 21)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltration dans la mine à ciel ouvert (de feuille 28)	Eau d'appoint vers le bassin de solution appauvrie (de feuille 12)			
<b>Oct.</b>	113,050	25,840	21,533	-6,300	31,000	-10		185,113	
<b>Nov.</b>	48,767	11,147	9,289	0	30,000	-10		99,192	
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	31,000	-10		30,990	
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	31,000	-10		30,990	
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	28,000	-10		27,990	
<b>Mars</b>	146,538	35,340	29,450	0	31,000	-10		242,318	
<b>Avril</b>	205,438	51,047	42,539	-3,500	30,000	-10		325,513	
<b>Mai</b>	89,775	20,520	17,100	-18,200	31,000	-10		140,185	
<b>Juin</b>	86,450	19,760	16,467	-21,700	30,000	-10		130,967	
<b>Juill.</b>	85,342	19,507	16,256	-25,200	31,000	-10		126,894	
<b>Août</b>	94,208	21,533	17,944	-18,900	31,000	-10		145,776	
<b>Sept.</b>	101,967	23,307	19,422	-11,200	30,000	-10		163,486	
<b>TOTAL</b>	<b>971,533</b>	<b>228,000</b>	<b>190,000</b>	<b>-105,000</b>	<b>365,000</b>	<b>-120</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,649,413</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F3 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 36

## Débits cumulatifs

Exemple

### Bassin-versant des amas de stériles et de mort-terrain

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)							Débit total F4 vers le bassin collecteur  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R11	+R12	+R13	-E4	-S4	-P12		
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 22)	Précipitations s'écoulant de la haide de stériles (de feuille 22)	Précipitations sur le bassin (de feuille 22)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)	Eau d'appoint vers le bassin de solution appauvrie (de feuille 12)		
<b>Oct.</b>	30,147	41,452	5,383	-1,575	-3,100	-20		72,287
<b>Nov.</b>	13,004	17,881	2,322	0	-3,000	-20		30,188
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-3,100	-20		0
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-3,100	-20		0
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-2,800	-20		0
<b>Mars</b>	39,077	56,691	7,363	0	-3,100	-20		100,010
<b>Avril</b>	54,783	81,887	10,635	-875	-3,000	-20		143,410
<b>Mai</b>	23,940	32,918	4,275	-4,550	-3,100	-20		53,463
<b>Juin</b>	23,053	31,698	4,117	-5,425	-3,000	-20		50,423
<b>Juill.</b>	22,758	31,292	4,064	-6,300	-3,100	-20		48,694
<b>Août</b>	25,122	34,543	4,486	-4,725	-3,100	-20		56,306
<b>Sept.</b>	27,191	37,388	4,856	-2,800	-3,000	-20		63,614
<b>TOTAL</b>	<b>259,076</b>	<b>365,750</b>	<b>47,500</b>	<b>-26,250</b>	<b>-36,500</b>	<b>-240</b>		<b>618,396</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F4 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 37

## Débits cumulatifs

**Exemple**

### Bassin-versant des dépôts de minerai épuisé

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)							Total flow F2 to collection pond  (m <sup>3</sup> /mois)
	+R26	+R27	+R28	-E9	-S9	-P13	+P14	
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 23)	Précipitations s'écoulant de la halde de stériles (de feuille 23)	Précipitations sur le bassin (de feuille 23)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)	Eau d'appoint vers le bassin de solution appauvrie (de feuille 12)	Drainage du minerai (de feuille 30)	
<b>Oct.</b>	90,440	124,355	16,150	-4,725	-31,000	-30	0	195,190
<b>Nov.</b>	39,013	53,643	6,967	0	-30,000	-30	0	69,593
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-31,000	-30	0	0
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-31,000	-30	0	0
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-28,000	-30	0	0
<b>Mars</b>	117,230	170,074	22,088	0	-31,000	-30	0	278,361
<b>Avril</b>	164,350	245,662	31,904	-2,625	-30,000	-30	0	409,261
<b>Mai</b>	71,820	98,753	12,825	-13,650	-31,000	-30	0	138,718
<b>Juin</b>	69,160	95,095	12,350	-16,275	-30,000	-30	0	130,300
<b>Juill.</b>	68,273	93,876	12,192	-18,900	-31,000	-30	0	124,411
<b>Août</b>	75,367	103,629	13,458	-14,175	-31,000	-30	0	147,249
<b>Sept.</b>	81,573	112,163	14,567	-8,400	-30,000	-30	0	169,873
<b>TOTAL</b>	<b>777,227</b>	<b>1,097,250</b>	<b>142,500</b>	<b>-78,750</b>	<b>-365,000</b>	<b>-360</b>	<b>0</b>	<b>1,662,957</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total F4 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 38

## Débits cumulatifs

**Exemple**

### Bassin-versant de l'installation de traitement de l'eau

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m³/mois)											
	+R14	+R15	+R16	-E5	-S5	-M1	+M2	+F1	+F2	+F3	+F4	-P9
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 24)	Précipitations s'écoulant du terrain préparé (de feuille 24)	Précipitations sur le bassin (de feuille 24)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)	Eau pour l'abattage de la poussière (de feuille 29)	Eaux usées (de feuille 29)	Débit du bassin-versant du bassin de solution appauvrie (de feuille 33)	Débit du bassin-versant du dépôt de minerai épuisé (de feuille 37)	Débit depuis les chantiers miniers (de feuille 35)	Débit depuis les dépôts de stériles et de mort-terrain (de feuille 36)	Besoin en eau d'appoint du bassin de sol. app. (de feuille 33)
<b>Oct.</b>	13,566	13,781	6,460	-1,890	-3,100	-15,500	3,953	102,324	195,190	185,113	72,287	0
<b>Nov.</b>	5,852	5,945	2,787	0	-3,000	-7,500	3,825	42,313	69,593	99,192	30,188	0
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-3,100	0	3,953	0	0	30,990	0	-250
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-3,100	0	3,953	0	0	30,990	0	-5,415
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-2,800	0	3,570	0	0	27,990	0	-5,325
<b>Mars</b>	17,585	17,987	8,835	0	-3,100	0	3,953	141,450	278,361	242,318	100,010	0
<b>Avril</b>	24,653	25,316	12,762	-1,050	-3,000	-7,500	3,825	201,816	409,261	325,513	143,410	0
<b>Mai</b>	10,773	10,944	5,130	-5,460	-3,100	-15,500	3,953	44,859	138,718	140,185	53,463	0
<b>Juin</b>	10,374	10,539	4,940	-6,510	-3,000	-15,000	3,825	69,406	130,300	130,967	50,423	0
<b>Juill.</b>	10,241	10,404	4,877	-7,560	-3,100	-15,500	3,953	16,434,717	124,411	126,894	48,694	0
<b>Août</b>	11,305	11,484	5,383	-5,670	-3,100	-15,500	3,953	78,225	147,249	145,776	56,306	0
<b>Sept.</b>	12,236	12,430	5,827	-3,360	-3,000	-15,000	3,825	89,308	169,873	163,486	63,614	0
<b>TOTAL</b>	<b>116,584</b>	<b>118,830</b>	<b>57,000</b>	<b>-31,500</b>	<b>-36,500</b>	<b>-107,000</b>	<b>46,538</b>	<b>17,204,419</b>	<b>1,662,957</b>	<b>1,649,413</b>	<b>618,396</b>	<b>10,990</b>

**Notes :**

- Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
- Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
- Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
- On pose l'hypothèse que le débit total D1 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.
- L'utilisateur doit savoir que les volumes d'appoint provenant du bassin collecteur (écoulements P9 et P16) ne sont pas des écoulements réels, mais qu'ils représentent la demande en eau d'appoint. Il doit vérifier à la feuille 33 que les besoins en eau d'appoint sont satisfaits (aucune cellule ne doit être colorée en rose). L'utilisateur doit trouver une autre source d'eau d'appoint si les écoulements P9 et P16 sont insuffisants.

# Feuille 39

## Débits cumulatifs

### Bassin-versant de l'aire restaurée

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)							Débit total	
	+R17	+R18	+R19	-E6	-S6			D2 vers l'env.	
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 25)	Précipitations s'écoulant du terrain restauré (de feuille 25)	Précipitations sur le bassin (de feuille 25)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)			(m <sup>3</sup> /mois)	
<b>Oct.</b>	3,392	3,634	1,077	-315	-310			7,477	
<b>Nov.</b>	1,463	1,568	464	0	-300			3,195	
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-310			0	
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-310			0	
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-280			0	
<b>Mars</b>	4,396	4,970	1,473	0	-310			10,528	
<b>Avril</b>	6,163	7,178	2,127	-175	-300			14,994	
<b>Mai</b>	2,693	2,886	855	-910	-310			5,214	
<b>Juin</b>	2,594	2,779	823	-1,085	-300			4,811	
<b>Juill.</b>	2,560	2,743	813	-1,260	-310			4,546	
<b>Août</b>	2,826	3,028	897	-945	-310			5,497	
<b>Sept.</b>	3,059	3,278	971	-560	-300			6,448	
<b>TOTAL</b>	<b>29,146</b>	<b>32,063</b>	<b>9,500</b>	<b>-5,250</b>	<b>-3,650</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62,709</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total D2 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.

# Feuille 40

## Débits cumulatifs

### Bassin-versant de l'aire de construction

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine		
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Mois	Débits (m <sup>3</sup> /mois)							Débit total D3 vers l'env.	
	+R20	+R21	+R22	-E7	-S7			(m <sup>3</sup> /mois)	
	Précipitations s'écoulant du terrain naturel (de feuille 26)	Précipitations s'écoulant de l'aire de construction (de feuille 26)	Précipitations sur le bassin (de feuille 26)	Évaporation du bassin (de feuille 27)	Infiltrations (de feuille 28)				
<b>Oct.</b>	6,783	5,766	2,153	-630	-310			13,762	
<b>Nov.</b>	2,926	2,487	929	0	-300			6,042	
<b>Déc.</b>	0	0	0	0	-310			0	
<b>Janv.</b>	0	0	0	0	-310			0	
<b>Févr.</b>	0	0	0	0	-280			0	
<b>Mars</b>	8,792	7,473	2,945	0	-310			18,901	
<b>Avril</b>	12,326	10,477	4,254	-350	-300			26,407	
<b>Mai</b>	5,387	4,579	1,710	-1,820	-310			9,545	
<b>Juin</b>	5,187	4,409	1,647	-2,170	-300			8,773	
<b>Juill.</b>	5,121	4,352	1,626	-2,520	-310			8,268	
<b>Août</b>	5,653	4,805	1,794	-1,890	-310			10,052	
<b>Sept.</b>	6,118	5,200	1,942	-1,120	-300			11,841	
<b>TOTAL</b>	<b>58,292</b>	<b>49,548</b>	<b>19,000</b>	<b>-10,500</b>	<b>-3,650</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>113,590</b>

- Notes :**
- 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.
  - 2 Tous les écoulements sont résumés à la feuille 41, « Sommaire des écoulements et débits ».
  - 3 Le tableau doit commencer avec le même mois que les feuilles sur les écoulements.
  - 4 On pose l'hypothèse que le débit total D3 est positif ou nul. Les calculs assignent donc zéro aux valeurs négatives. Lors du processus d'AQ/CQ, l'utilisateur doit confirmer la validité de cette hypothèse.



## Feuille 42

Exemple

Sommaire des données d'entrée clés  
utilisées dans ce module

Données de base (de la page couverture)	
Mine	Entrer le nom de la mine
Produit	Indiquer le minerai extrait
N° de révision	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
Date	Entrer la date
Niveau de l'étude	Entrer le niveau de l'étude (p. ex., faisabilité, conception détaillée)
Année modélisée	Entrer l'année minière modélisée
N° du projet	Entrer le numéro du projet

Données opérationnelles (de la feuille 12)		
Réserve de minerai	100.00	Mt
Taux de production	5,000,000	t/a
Disponibilité de l'usine de traitement	90	%
Marge de sécurité	1	-

Apports d'eau (de feuille 12)		
Teneur en humidité saturée	15 %	% de la masse sèche totale du minerai
Teneur en humidité résiduelle (après drainage)	11%	% de la masse sèche totale du minerai
Teneur en humidité du minerai	3%	% de la masse sèche totale du minerai
Ajout d'humidité pour l'agglomération	4%	% de la masse sèche totale du minerai
Besoin minimal en eau propre dans l'usine de traitement	0.50%	% de l'eau totale utilisée pour l'irrigation
Perte d'eau par évaporation et déversement dans l'usine de traitement	2.00%	% de l'eau totale utilisée pour l'irrigation
Eau nécessaire pour l'abattage de la poussière	500	m <sup>3</sup> /j
Besoin en eau potable	150	m <sup>3</sup> /j
Proportion de l'eau potable devenue eau usée	85	%

Précipitations et évaporation (de la feuille 10)		
Précipitations min. - période de retour de 100 ans	625	mm/a
Précipitations moyennes	900	mm/a
Précipitations max. - période de retour de 100 ans	1,200	mm/a
Valeur de précipitations utilisée	950	mm/a
Coefficient d'écoulement - terrain naturel	68	%
Coefficient d'écoulement - terrain préparé	78	%
Coefficient d'écoulement - bassins	100	%
Coefficient d'écoulement - amas de stériles et de mort-terrain	70	%
Coefficient d'écoulement - parois de mine à ciel ouvert	80	%
Coefficient d'écoulement - aires restaurées	75	%
Coefficient d'écoulement - aires de construction	85	%
Évaporation-bac - période de retour de 100 ans, précip. min.	900	mm/a
Évaporation-bac moyenne	750	mm/a
Évaporation-bac - période de retour de 100 ans, précip. max.	500	mm/a
Méthode d'évaporation-bac utilisée	750	mm/a
Facteur - évaporation-bac à évaporation-lac	0.70	%

Aires des bassins-versants (de feuille 17)		
Site de l'usine de traitement et du camp	200,000	m <sup>2</sup>
Installation de lixiviation en tas	1,000,000	m <sup>2</sup>
Mine à ciel ouvert	2,000,000	m <sup>2</sup>
Amas de stériles et de mort-terrain	1,000,000	m <sup>2</sup>
Bassin collecteur de l'installation de traitement de l'eau	400,000	m <sup>2</sup>
Aire restaurée	90,000	m <sup>2</sup>
Aire de construction	180,000	m <sup>2</sup>
Bassin de solution appauvrie	200,000	m <sup>2</sup>
Dépôt de minerai épuisé	3,000,000	m <sup>2</sup>
TOTAL	8,070,000	m <sup>2</sup>

**Notes :** 1 Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est automatiquement importée de la page couverture et des feuilles 10, 12 et 17.



Feuille 43 (2 de 6)
Module Bilan massique
Données d'entrée : concentrations

Exemple

Table with 4 columns: De la page couverture, Mine, N° du projet, Date, N° de révision, Année modélisée.

Table for R12: Concentrations associées à l'écoulement depuis les dépôts de stériles et de mort-terrain. Columns include Cyanure, Calcium, Chlorure, Magnésium, Potassium, Sodium, Sulfate, Sulfure, Ammoniac, Nitrate, Nitrite, Azote global, Phosphate, Phosphore total, Aluminium, Antimoine, Arsenic, Barium, Béryllium, Bore, Cadmium, Chrome.

Table for S3: Concentrations associées aux infiltrations dans les chantiers miniers. Columns include Cyanure, Calcium, Chlorure, Magnésium, Potassium, Sodium, Sulfate, Sulfure, Ammoniac, Nitrate, Nitrite, Azote global, Phosphate, Phosphore total, Aluminium, Antimoine, Arsenic, Barium, Béryllium, Bore, Cadmium, Chrome.

Table for R18: Concentrations associées à l'écoulement depuis le terrain restauré. Columns include Cyanure, Calcium, Chlorure, Magnésium, Potassium, Sodium, Sulfate, Sulfure, Ammoniac, Nitrate, Nitrite, Azote global, Phosphate, Phosphore total, Aluminium, Antimoine, Arsenic, Barium, Béryllium, Bore, Cadmium, Chrome.

Table for R21: Concentrations associées à l'écoulement depuis le terrain de construction. Columns include Cyanure, Calcium, Chlorure, Magnésium, Potassium, Sodium, Sulfate, Sulfure, Ammoniac, Nitrate, Nitrite, Azote global, Phosphate, Phosphore total, Aluminium, Antimoine, Arsenic, Barium, Béryllium, Bore, Cadmium, Chrome.

Note : Les tableaux de concentrations n'acceptent que des valeurs numériques positives. Des mentions comme s.o., -, <, etc. engendrent des erreurs dans Excel. Les valeurs de concentration entrées dans cette feuille seront utilisées dans les feuilles subséquentes pour les calculs des charges massiques.









## Feuille 44 (1 de 2) Module Bilan massique

Exemple

Données d'entrée : concentrations et débits depuis le milieu récepteur en amont des points de contrôle de la conformité

De la page couverture	<b>Mine :</b> Entrez le nom de la mine	<b>N° de révision :</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)	
	<b>N° du projet :</b> Entrez le numéro du projet	<b>Année modélisée :</b> Entrez l'année minière modélisée	
	<b>Date :</b> Entrez la date		

Description		Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 1																										
Mois	RE1	Concentration (mg/L)																										
	débit (m³/mois)	res. dissoutes	res. solides en suspension	organique	cl	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Barium	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	10																											
Nov.	10																											
Déc.	10																											
Janv.	10																											
Févr.	10																											
Mars	10																											
Avril	10																											
Mai	10																											
Juin	10																											
Juill.	10																											
Août	10																											
Sept.	10																											

Description		Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 2																										
Mois	RE2	Concentration (mg/L)																										
	débit (m³/mois)	res. dissoutes	res. solides en suspension	organique	cl	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Barium	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	10																											
Nov.	10																											
Déc.	10																											
Janv.	10																											
Févr.	10																											
Mars	10																											
Avril	10																											
Mai	10																											
Juin	10																											
Juill.	10																											
Août	10																											
Sept.	10																											

Description		Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 3																										
Mois	RE3	Concentration (mg/L)																										
	débit (m³/mois)	res. dissoutes	res. solides en suspension	organique	cl	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Azote global	Phosphate	Phosphore total	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Barium	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome	
Oct.	10																											
Nov.	10																											
Déc.	10																											
Janv.	10																											
Févr.	10																											
Mars	10																											
Avril	10																											
Mai	10																											
Juin	10																											
Juill.	10																											
Août	10																											
Sept.	10																											

**Note:** Les usagés doivent prendre en note que les cellules colorées orange requiert des entrées de données de débits. Elles représentent les débits qui sont mesurés ou estimés en amont du point de conformité.

## Feuille 44 (2 de 2) Mass Balance Module

Exemple

Données d'entrée : concentrations et débits associés au milieu récepteur en amont du point de contrôle de conformité

<b>De la page couverture</b>	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine	<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée
	<b>Date :</b>	Entrer la date		

Description		Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 1																										
		Concentration (mg/L)																										
Mois		Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50		
Oct.																												
Nov.																												
Déc.																												
Janv.																												
Févr.																												
Mars																												
Avril																												
Mai																												
Juin																												
Juill.																												
Août																												
Sept.																												

Description		Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 2																											
		Concentration (mg/L)																											
Mois		Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50			
Oct.																													
Nov.																													
Déc.																													
Janv.																													
Févr.																													
Mars																													
Avril																													
Mai																													
Juin																													
Juill.																													
Août																													
Sept.																													

Description		Débits et concentrations associés au milieu récepteur au point de contrôle de la conformité 3																												
		Concentration (mg/L)																												
Mois		Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50				
Oct.																														
Nov.																														
Déc.																														
Janv.																														
Févr.																														
Mars																														
Avril																														
Mai																														
Juin																														
Juill.																														
Août																														
Sept.																														







## Feuille 45 (4 de 4) Charges calculées Bassin-versant du bassin de LR

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine									
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet					<b>N° de révision :</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)				
	<b>Date :</b>	Entrer la date					<b>Année modélisée :</b> Entrer l'année minière modélisée				

**Charges calculées - P11 (de feuille 47)**

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	179627.515	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6	179627.6
Nov.	98460.29805	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5
Févr.	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5
Mars	226705.8926	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9	226705.9
Avril	303777.5909	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6	303777.6
Mai	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5
Juin	145957.2376	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2	145957.2
Juill.	132255.3704	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4	132255.4
Août	156763.9785	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764
Sept.	164840.9083	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9	164840.9

**Charges calculées - P3**

Mois	Charge (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6	209343.6
Nov.	111279.9647	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279	111279
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5
Févr.	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5
Mars	265839.5593	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6	265839.6
Avril	359141.4798	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5	359141.5
Mai	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5	123205.5
Juin	168681.2376	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2	168681.2
Juill.	154688.037	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688	154688
Août	181527.3118	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3	181527.3
Sept.	191643.575	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6	191643.6

**Notes :** Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.











# Feuille 47 (2 de 4) Charges calculées

**Exemple**

Bassin-versant de l'installation de lixiviation en tas

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine	
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	
	<b>Date :</b>	Entrer la date	
		<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
		<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Charges calculées - P2 (de feuille 46)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Matières dissoutes totales	Chlorure	Fluorure	Organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Zote glob	Phosphate	Phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Barium	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome
Oct.	54195.90488	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9
Nov.	44352.52027	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5
Févr.	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5
Mars	57582.14261	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1
Avril	61356.0631	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	50038.90425	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9
Juill.	37566.75924	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8
Août	52237.5896	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6
Sept.	51706.46384	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5

Charges calculées - P11

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Matières dissoutes totales	Chlorure	Fluorure	Organique	Cyanure	Calcium	Chlorure	Magnésium	Potassium	Sodium	Sulfate	Sulfure	Ammoniac	Nitrate	Nitrite	Zote glob	Phosphate	Phosphore	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Barium	Béryllium	Bore	Cadmium	Chrome
Oct.	179627.5715	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628
Nov.	98460.29805	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5
Févr.	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5
Mars	226705.8926	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706
Avril	303777.5909	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778
Mai	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5
Juin	145957.2376	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957
Juill.	132255.3704	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255
Août	156763.9785	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764
Sept.	164840.9083	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841	164841

Notes : Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.

**Feuille 47 (3 de 4)**  
**Charges calculées**  
 Bassin-versant de l'installation de lixiviation en tas

**Exemple**

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine			
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet		<b>N° de révision :</b>	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date		<b>Année modélisée :</b>	Entrer l'année minière modélisée

Charges calculées - R4 (débit de feuille 34 \* concentrations de feuille 43)

Mois	Load (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercurure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915	33915
Nov.	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630	14630
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Févr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	43961.25	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3	43961.3
Avril	61631.25	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3	61631.3
Mai	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5	26932.5
Juin	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935	25935
Juill.	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5	25602.5
Août	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5	28262.5
Sept.	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590	30590

Charges calculées - R5 (débit de feuille 34 \* concentrations de feuille 43)

Mois	Load (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercurure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	75366.66667	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7	75366.7
Nov.	32511.11111	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1	32511.1
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Févr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075	103075
Avril	148886.1111	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886	148886
Mai	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850	59850
Juin	57633.33333	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3	57633.3
Juill.	56894.44444	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4	56894.4
Août	62805.55556	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6	62805.6
Sept.	67977.77778	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8	67977.8

Charges calculées - R6 (débit de feuille 34 \* concentrations de feuille 43)

Mois	Load (mg/mois)																								
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercurure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50
Oct.	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150	16150
Nov.	6966.66667	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67	6966.67
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Févr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5	22087.5
Avril	31904.16667	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2	31904.2
Mai	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825	12825
Juin	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350	12350
Juill.	12191.66667	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7	12191.7
Août	13458.33333	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3	13458.3
Sept.	14566.66667	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7	14566.7

Notes : Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.

# Feuille 47 (4 de 4) Charges calculées

Exemple

Bassin-versant de l'installation de lixiviation en tas

De la page couverture	Mine :	Entrer le nom de la mine		
	N° du projet :	Entrer le numéro du projet	N° de révision :	Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	Date :	Entrer la date	Année modélisée :	Entrer l'année minière modélisée

Charges calculées - P2 (de feuille 46)

Mois	Charge (mg/mois)																									
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercurure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50	
Oct.	54195.90488	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54195.9	54196
Nov.	44352.52027	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44352.5	44353
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36684
Févr.	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33090
Mars	57582.14261	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57582.1	57583
Avril	61356.0631	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61356.1	61357
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juin	50038.90425	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50038.9	50039
Juill.	37566.75924	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37566.8	37567
Août	52237.5896	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52237.6	52238
Sept.	51706.46384	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51706.5	51707

Charges calculées - P11

Mois	Charge (mg/mois)																										
	Cobalt	Cuivre	Fer	Plomb	Manganèse	Mercurure	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Strontium	Vanadium	Zinc	Pmtr_39	Pmtr_40	Pmtr_41	Pmtr_42	Pmtr_43	Pmtr_44	Pmtr_45	Pmtr_46	Pmtr_47	Pmtr_48	Pmtr_49	Pmtr_50		
Oct.	179627.5715	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179628	179629	
Nov.	98460.29805	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98460.3	98461	
Déc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Janv.	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36683.5	36684	
Févr.	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33089.5	33090	
Mars	226705.8926	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226706	226707	
Avril	303777.5909	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303778	303779
Mai	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99607.5	99608	
Juin	145957.2376	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145957	145958	
Juill.	132255.3704	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132255	132256	
Sept.	156763.9785	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156764	156765	

Notes : Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille.





























Feuille 54 (1 de 2)
Concentrations au point de rejet

Exemple

Table with 4 columns: Mine, N° du projet, N° de révision, Date. Fields for entering mine name, project number, revision number, and modeling year.

Concentrations - D1

Table showing concentrations (mg/L) for various elements (Matières dissoutes, métaux, etc.) across months from Oct to Sept.

Concentrations - D2

Table showing concentrations (mg/L) for various elements (Matières dissoutes, métaux, etc.) across months from Oct to Sept.

Concentrations - D3

Table showing concentrations (mg/L) for various elements (Matières dissoutes, métaux, etc.) across months from Oct to Sept.

Notes : Il n'y a aucune donnée à entrer sur cette feuille. L'information est soit automatiquement transférée à d'autres feuilles ou calculée sur la présente feuille. La valeur -9999 indique une erreur dans les valeurs utilisées pour calculer les concentrations. Habituellement, l'erreur est causée par une division par 0, indiquant un débit de 0. On peut corriger cette erreur en assignant une concentration de 0 mg/L au paramètre. Il faut être prudent quand on remplace les formules existantes par des valeurs de codage en dur, car on a tendance à oublier que ces valeurs sont fixes et à les reporter ailleurs.



# Feuille 55

## Critères de qualité de l'eau – Référence

Exemple

De la page couverture	<b>Mine :</b>	Entrer le nom de la mine	
	<b>N° du projet :</b>	Entrer le numéro du projet	<b>N° de révision :</b> Indiquer le numéro de révision (p. ex., Rév. 1)
	<b>Date :</b>	Entrer la date	<b>Année modélisée :</b> Entrer l'année minière modélisée

Les critères de qualité de l'eau présentés ici le sont à titre de référence et ils ne constituent aucunement une liste exhaustive des critères de qualité de l'eau applicables à un site minier. Cette liste doit être modifiée en fonction des opérations minières. Si un paramètre d'intérêt est absent de la liste, on consultera les ouvrages de référence et on mettra à jour ce tableau en conséquence.

Paramètres		Sulfate	Chlorure	Cyanide	Ammoniac total	Nitrate	Nitrite	Sodium	Aluminium	Antimoine	Arsenic	Barium	Bore	Cadmium	Chrome	Cuivre	Fer	Plomb	Magnésium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Sélénium	Argent	Thallium	Étain	Uranium	Zinc
Unité		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg nitrate/L	mg nitrite nitrogen/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
REMM <sup>1)</sup>	Moyenne mensuelle MAX <sup>2)</sup>			1							0.5					0.3		0.2					0.5						0.5
	MAX - éch. ponctuel <sup>3)</sup>			2							1					0.6		0.4					1						1
Recommandations du CCME	Lignes directrices locales sur l'eau potable <sup>4)</sup>			0.2		45 <sup>10)</sup>	3.2 <sup>10)</sup>			0.006	0.01	1	5	0.005	0.05			0.01			0.001			0.01				0.02	
	OE/VOR	≤500	≤250					≤200	0.1, 0.2 <sup>11)</sup>							≤1	<0.3			≤0.05								≤5	
	Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique <sup>12)</sup>	Eau douce			0.005 (cyanures libres)	0.013 (non ionisé)	13 <sup>10)</sup>	0.06 <sup>10)</sup>		0.005 - 0.1 <sup>11)</sup>		0.005			0.000017 <sup>10)</sup>	0.0089 (Cr(VI)) 0.001 (Cr(VI))	0.002 - 0.004 <sup>10)</sup>	0.3	0.001 - 0.002 <sup>10)</sup>		0.000026 (inorganique) 0.000004 (méthyl-mercure)	0.073	0.025 - 0.150 <sup>10)</sup>	0.001	0.0001	0.0008			0.03

- Notes:**
- 1 Toutes les concentrations sont des valeurs totales (REMM, 2002)
  - 2 Concentration mensuelle moyenne maximale admissible dans un échantillon composite
  - 3 Concentration maximale admissible dans un échantillon ponctuel
  - 4 À moins d'indication contraire, les valeurs recommandées s'appliquent à la concentration totale de l'élément ou de la substance dans un échantillon non filtré (CCME, 2008)
  - 5 Paramètre dépendant du pH
  - 6 Paramètre dépendant de la dureté
  - 7 Paramètre dépendant de la valence
  - 8 La valeur recommandée est exprimée en mg de nitrate/L. Cette valeur équivaut à 2,9 mg d'azote des nitrates/L pour la vie aquatique en eau douce
  - 9 Les recommandations sont exprimées en mg d'azote des nitrates/L. Cette valeur équivaut à 0,197 mg de nitrite/L.
  - 10 Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (Santé Canada, 2008)
  - 11 Il s'agit d'une valeur opérationnelle recommandée, applicable uniquement aux installations de traitement de l'eau potable qui utilisent des coagulants à base d'aluminium. Les valeurs opérationnelles recommandées de 0,1 mg/L s'appliquent aux installations de traitement classiques et la valeur de 0,2 mg/L, aux autres systèmes de traitement
  - 12 Les valeurs recommandées sont exprimées en mg/L et elles équivalent à 10 mg/L d'azote des nitrates. Lorsque les nitrates et les nitrites sont mesurés séparément, les concentrations de nitrite ne doivent pas dépasser 3,2 mg/L.
- CMA: Concentration maximale admissible  
 OE: Objectif esthétique  
 VOR: Valeurs opérationnelles recommandées







# **ANNEXE D**

## **Conseils sur l'évaluation des impacts potentiels des changements climatiques futurs sur l'IMP et les PMP au Yukon, Canada**

Service météorologique du Canada  
Environnement Canada  
201-401, rue Burrard  
Vancouver (Colombie-Britannique) V6C 3S5 Canada

M. Benoit Godin  
Protection de l'environnement  
91782, Alaska Highway  
Whitehorse (Yukon) Y1A 5B7

8 mars 2006

Objet : **Conseils sur l'évaluation des impacts potentiels des changements climatiques futurs sur les PMP et les CMP au Yukon (Canada)**

Benoit,

Il y a quelque temps tu as demandé de quelle façon l'on pourrait évaluer comment les impacts des changements climatiques futurs influeraient sur les crues prévues. Voici un document contenant une série de recommandations que Jon Wang et moi te proposons à cet égard.

Résumé :

On utilise souvent les données sur les précipitations maximales probables (PMP), soit la hauteur maximale de précipitation qui pourrait survenir à un endroit donné pendant toute la durée d'une tempête de pluie, pour calculer les crues maximales probables (CMP). Les PMP peuvent être estimées d'après des séries de maximums annuels combinées à un facteur de fréquence. Les méthodes d'estimation des PMP sont généralement fondées sur les données historiques disponibles; cependant, par définition, tout facteur qui peut influencer sur les PMP doit être pris en considération. Dans la présente étude, nous nous penchons sur la façon dont les changements climatiques futurs (température et précipitation) pourraient être pris en compte quand vient le temps de déterminer les PMP et les CMP futures. À l'aide de modèles couplés climatiques globaux (MCCG) dont le centre des mailles de grille correspondent aux emplacements des stations hydrométriques au Yukon, on a pu se rendre compte que, d'ici la fin du siècle, les augmentations maximales des températures pourraient varier de 4,4 °C à 6,8 °C et les augmentations maximales des précipitations, de

5 % à presque 20 %, selon l'emplacement des bassins hydrologiques, par rapport à la période de référence de 1961-1990. On a constaté qu'au Yukon les augmentations maximales des précipitations et des températures affichent un profil spatial net, où les plus fortes augmentations se produisent au nord et les plus faibles, au sud. Ces constatations pourraient avoir d'importantes répercussions pour ce qui est de déterminer les PMP et les CMP au Yukon.

## 1. Introduction

Les études sur les changements climatiques éventuels laissent entendre que des variations des précipitations et des températures pourraient avoir d'importantes répercussions sur les régimes hydrologiques et les fluctuations du débit (Coulson, 1997; Whitfield et Taylor, 1998). Des précipitations de pluie plus fortes contribuent au débit, et des chutes de neige plus abondantes augmentent la quantité d'eau de la fonte des neiges. Les répercussions des changements des températures sur les caractéristiques hydrologiques ont suscité beaucoup d'attention. Dans leur étude, Frederick et Gleick (1999) ont conclu que des températures plus élevées vont accélérer la fonte des neiges, augmenter le rapport pluie-neige et réduire la durée de l'enneigement au sol. En examinant l'effet du CO<sub>2</sub> et des changements climatiques sur l'accumulation de neige et sur le débit, Cooley (1990) a souligné qu'une légère variation des températures près de la valeur seuil où les précipitations en neige se transforment en pluie pourrait avoir un impact important sur les accumulations de neige et sur la vitesse de fonte. En comparant les augmentations de précipitations dans deux bassins hydrologiques en Colombie-Britannique, Whitfield *et al.* (2003a) ont montré que l'augmentation des températures et le changement, de neige à pluie, du type de précipitation comptent pour la plus grande part de l'augmentation du ruissellement ainsi que pour le moment où ce dernier survient.

Les changements climatiques sont un autre facteur important dans le processus d'estimation des précipitations maximales probables (PMP) et des crues maximales probables (CMP). Koutsoyiannis (1999) a mis au point une méthode pour établir une période de récurrence aux valeurs des PMP estimées fondée sur la méthode du facteur de fréquence de Hershfield (1961), exprimée par l'équation suivante :  $h_m = \bar{h}_n + k_m s_n$ , où  $h_m$

est la hauteur de pluie observée maximale à la station d'intérêt,  $\bar{h}_n$  et  $s_n$  sont l'écart moyen et l'écart-type des séries de précipitations maximales annuelles à la station  $m$ ; et  $k_m$  le facteur de fréquence. Hershfield (1961) avait recommandé d'utiliser  $k_m = 15$  pour estimer les PMP, car il s'agissait du plus grand facteur obtenu dans une analyse de 2 645 stations. Il s'ensuit que les changements anticipés dans les précipitations sont une des plus importantes préoccupations dans l'estimation des PMP. Cependant, dans les régions montagneuses comme le Yukon, les crues ne sont pas causées uniquement par des précipitations intenses, mais aussi par d'autres facteurs (p. ex., la fonte des neiges et les embâcles). Ainsi, un changement de température près de la valeur seuil où les précipitations en neige se transforment en pluie a un impact significatif sur les accumulations de neige et sur la vitesse de fonte des neiges et, conséquemment, a probablement un rôle dans la détermination des CMP.

Les changements climatiques futurs sont souvent modélisés à l'aide de modèles climatiques globaux (aussi appelés modèles de circulation générale, ou MCG). Les MCG permettent de faire une analyse quantitative des changements climatiques potentiels sur l'ensemble de la Terre par la modélisation des systèmes climatiques physiques. Ils sont fondés sur des équations mathématiques qui représentent les lois physiques dans une grille de points tridimensionnelle à l'échelle du globe, comprenant l'atmosphère, l'océan et la surface terrestre. On calcule les valeurs des vents, des nuages, des températures, des précipitations, des courants océaniques et de nombreuses autres variables climatiques, et les moyennes de ces valeurs génèrent le climat tridimensionnel simulé par le modèle. Lors de la simulation, on peut modifier les concentrations de gaz à effet de serre ainsi que les concentrations d'aérosols dans l'atmosphère pour simuler les changements climatiques possibles jusqu'à la fin du siècle, de manière à estimer les changements selon différents scénarios.

Parmi les modèles de circulation générale couramment utilisés, on compte les versions 2 (HADCM2) et 3 (HADCM3) du MCG du Hadley Centre du Royaume-Uni, des modèles couplés climatiques globaux (MCCG1 et MCCG2) mis au point par le Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique, et bien d'autres encore. Le HADCM2 porte sur les changements climatiques attribuables à un effet de serre accru, alors que le HADCM3

présente les effets des gaz à effet de serre, du CO<sub>2</sub>, de la vapeur d'eau, de l'ozone et des aérosols. Les deux modèles ont d'abord été mis au point pour prévoir les changements des précipitations et des températures dans la région méditerranéenne (Viner et Hulme, 1997).

La première version du MCCG1 utilisait les ajustements des flux thermique et hydrique obtenus des passes de modèles couplés atmosphère-océan, suivie d'une procédure au cours de laquelle les ajustements des flux étaient modifiés par intégration du modèle couplé. On effectuait ensuite une simulation de contrôle sur plusieurs siècles avec le modèle couplé, en utilisant les concentrations actuelles de CO<sub>2</sub> pour évaluer la stabilité des données climatiques du modèle couplé et comparer la variabilité du climat modélisé par rapport aux valeurs observées. Des explications détaillées sur le MCCG1 et une analyse des premiers résultats sont données dans *Sommaire du changement climatique* (Henry, 2000). La deuxième génération du modèle, le MCCG2, est fondée sur le MCCG1 auquel on a apporté certaines améliorations. Ce modèle est décrit par Flato et Boer (2001). Les scénarios de forçage dans le MCCG2 comprennent notamment les gaz à effet de serre (GES), les gaz à effet de serre plus les aérosols (GA), et les scénarios élaborés dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (SRES) selon deux familles (A ou B) et deux dominantes (1 ou 2). Les familles « A » sont davantage axées sur les préoccupations d'ordre économique que les familles « B », qui sont plutôt axées sur l'environnement; et la dominante « 1 » se situe plutôt à l'échelle mondiale comparativement à la « 2 » qui est à l'échelle régionale. Voici une description détaillée de ces scénarios SRES (tirée de Nakicenovic *et al.*, 2000) :

## ***AI***

*Le canevas et la famille de scénarios AI décrivent un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant. La famille de scénarios AI se scinde en trois groupes qui décrivent des*

*directions possibles de l'évolution technologique dans le système énergétique. Les trois groupes A1 se distinguent par leur accent technologique : forte intensité de combustibles fossiles (A1FI), sources d'énergie autres que fossiles (A1T) et équilibre entre les sources (A1B; le terme « équilibre » signifie que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies de l'approvisionnement énergétique et des utilisations finales.)*

## **A2**

*Le canevas et la famille de scénarios A2 décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.*

## **B1**

*Le canevas et la famille de scénarios B1 décrivent un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans le canevas A1, mais avec des changements rapides dans les structures économiques vers une économie de services et d'information, avec des réductions dans l'intensité des matériaux et l'introduction de technologies propres et utilisant les ressources de manière efficiente. L'accent est sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.*

## **B2**

*Le canevas et la famille de scénarios B2 décrivent un monde où l'accent est mis sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue, mais à un rythme plus faible que dans A2, il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et*

*l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les canevas et les familles de scénarios B1 et A1. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, mais ils sont axés sur des niveaux locaux et régionaux.*

Le MCGG2 a été largement utilisé pour produire des projections d'ensemble des changements climatiques à l'aide des scénarios GES et GA ainsi que des scénarios SRES A2 et B2. Les résultats obtenus avec le MCGG2 ont été mis en application dans le *Troisième rapport d'évaluation du GIEC* ainsi que dans le programme continu appelé *Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique* (<http://www.cccma.bc.ec.gc.ca/models/cgcm2.shtml>). Les études ont montré que, dans certaines régions, le MCGG2 donne de meilleurs résultats que d'autres modèles; ainsi, Allamano *et al.* (2005) ont noté que l'on obtenait un biais plus faible avec le MCGG2 qu'avec quatre autres modèles, dont les modèles HADCM3 et MCGG1, lorsque l'on examinait le débit actuel modélisé des rivières de Colombie-Britannique.

En rédigeant ce document, nous avons choisi le modèle MCGG2 avec les scénarios de forçage GA et SRES A2 et B2, et nous avons utilisé les emplacements de stations hydrométriques au Yukon comme centres des grilles lors du téléchargement des données climatiques (température et précipitation) en vue d'examiner le climat modélisé pour les périodes 2010-2030, 2040-2060, et 2070-2090. Les objectifs de l'étude sont d'estimer les changements des températures et des précipitations maximales au cours du siècle et d'évaluer les changements temporels et spatiaux des températures et des précipitations au Yukon. L'ampleur des changements et les tendances temporelles et spatiales pourraient avoir des incidences importantes dans la mise à jour des estimations existantes des PMP et des CMP ou dans de nouvelles estimations des PMP et des CMP dans cette région.

## **2. Zone d'étude et méthode**

Le Yukon est un des trois territoires du nord du Canada. Situé au nord-ouest du pays, ce territoire de 478 970 km<sup>2</sup> ressemble, vu des airs, à un triangle; le Yukon est caractérisé par des terrains montagneux, des champs de glace et des glaciers. C'est ici que l'on trouve le

sommet le plus élevé du Canada, le mont Logan, culminant à 5 959 m au-dessus du niveau de la mer. Le Yukon, qui s'étend de 60° N. à 70° N. et de 124° O. à 141° O., connaît un large éventail de températures annuelles, avec des hivers longs et froids et des étés courts et doux.

Les centres de chaque maille utilisée pour fournir les données qui alimentent le modèle MCCG2 correspondent à l'emplacement des stations hydrométriques du Yukon, dont la gestion incombe à Environnement Canada et à Affaires autochtones et Développement du Nord Canada. On a obtenu les données de 68 stations hydrométriques de la base de données HYDAT colligée par Environnement Canada en 2002. On s'est servi des latitudes et longitudes pour télécharger les données sur les températures et les précipitations du modèle MCCG2 (figure 1). Les bassins hydrologiques à l'étude ont été répartis, selon la superficie du bassin versant, en deux groupes, soit petits (< 1 000 km<sup>2</sup>) et grands (> 1 000 km<sup>2</sup>), parce que l'impact des changements climatiques sur la détermination des PMP et des CMP pourrait être plus important pour les petits bassins hydrologiques que pour les plus grands. Pour chaque maille, les changements moyens des températures et des précipitations illustrent la répartition des changements de scénario pour la maille en question sur une base mensuelle, saisonnière ou annuelle. Dans la présente étude, c'est la base annuelle qui a été utilisée.

Les données sur les changements annuels moyens des températures et des précipitations, selon différents scénarios d'émission pour 2010-2030, 2040-2060 et 2070-2090 proviennent du Canadian Institute for Climate Studies. On a utilisé trois scénarios de changements climatiques couvrant une gamme de climats futurs possibles plutôt que d'appliquer un seul scénario de « meilleure estimation » choisi subjectivement. Il s'agit : 1) de la famille de scénarios A2, qui suppose un développement économique surtout régional; 2) de la famille de scénarios B2, qui met l'accent sur un développement régional respectueux de l'environnement; et, 3) du scénario GA de forçage dû aux gaz à effet de serre et aux aérosols. Toutes les sorties du modèle MCCG2 sont fonction du modèle climatique global de référence de 1961-1990. Pour chaque station hydrométrique, on a déterminé la sortie du modèle à cet emplacement pour les trois périodes de temps et pour

les trois scénarios. Ainsi, les résultats du point de grille le plus proche sont attribués à la station en question.

Dans cette étude, les trois périodes visées sont 2010-2030, 2040-2060, et 2070-2090, ce qui permet d'examiner le profil des changements de température et de précipitation au Yukon au cours du siècle. À partir des trois scénarios choisis, il est possible d'établir celui qui indique les augmentations les plus fortes pour une période donnée; en effet, les très fortes augmentations des températures et des précipitations sont utiles pour une mise à jour ou une nouvelle estimation des PMP et des CMP.

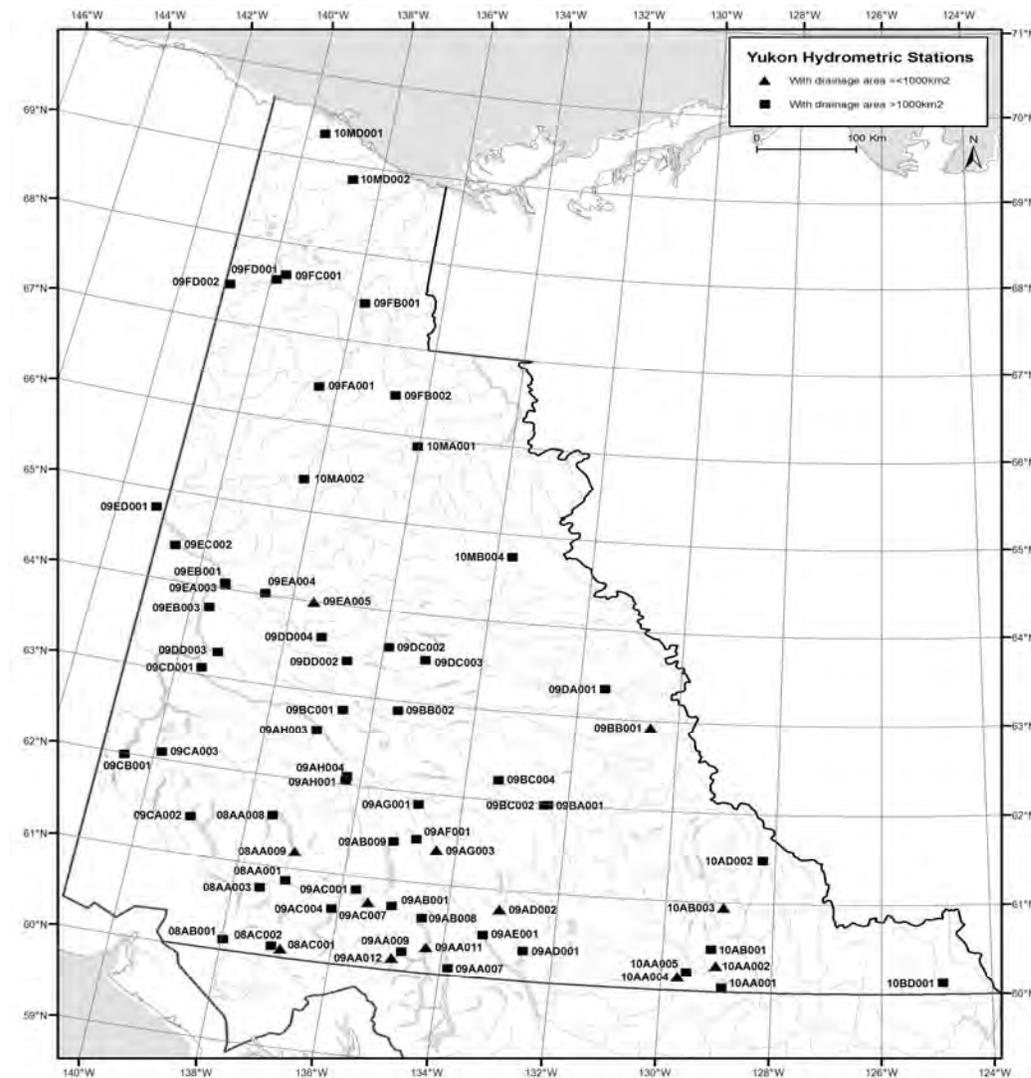


Figure 1 Emplacement des stations hydrométriques des petits bassins versants (< 1 000 km<sup>2</sup>, représentés par un triangle) et des bassins versants plus grands (> 1 000 km<sup>2</sup>, représentés par un carré). Ces stations sont celles qui ont servi à dériver les données du modèle MCCG2.

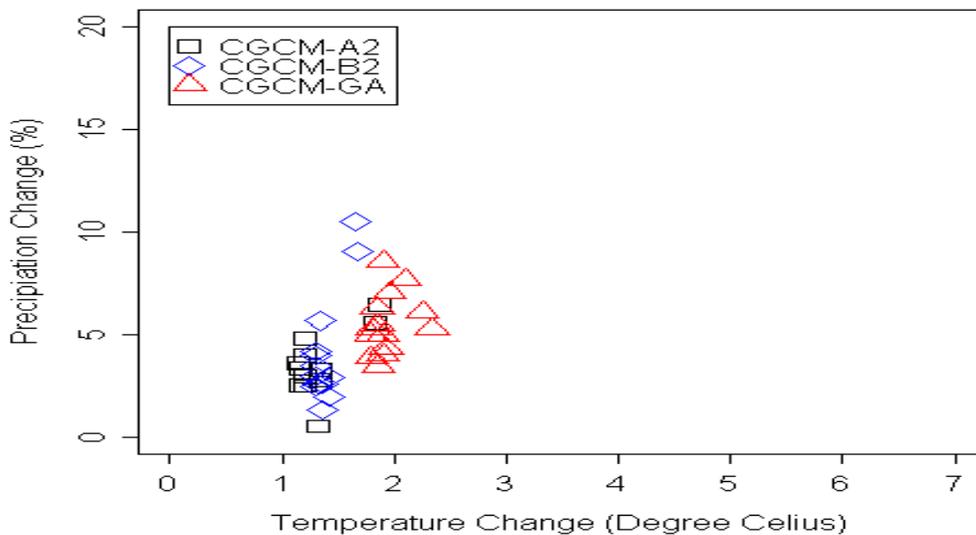
### 3. Résultats et discussions

Les résultats modélisés des essais avec le MCCG2 à des emplacements choisis au Yukon pour les périodes 2010-2030, 2040-2060 et 2070-2090 sont présentés aux annexes I et II.

Étant donné que le modèle MCCG2 est en mesure de traiter les données à faible résolution, il peut générer les mêmes valeurs de température et de précipitation pour des stations hydrométriques adjacentes quand celles-ci ne sont pas très éloignées l'une de l'autre. Cette situation est particulièrement courante dans le sud du Yukon du fait que les stations hydrométriques ne sont pas uniformément réparties, la plupart étant concentrées dans le sud du territoire. Dans les graphiques illustrant la relation entre les changements dans les précipitations et les changements dans les températures (figures 2, 3, et 4), on peut voir d'importants chevauchements, c'est-à-dire qu'un point du graphique peut représenter le changement climatique de plus d'une station. La dispersion d'un même symbole (correspondant à un même scénario) dans le graphique indique les variations des changements dans les températures et les précipitations attribuables à différents emplacements géographiques. Quant à la dispersion des trois groupes de symboles (correspondants à trois scénarios différents), elle illustre les écarts dans les sorties des modèles qui peuvent être générées par les divers scénarios. Les figures 2, 3, et 4 illustrent aussi que l'augmentation des plages de températures et de précipitations varie de 2010-2030 à 2040-2060 et à 2070-2090, ce qui peut signifier qu'il y a moins d'incertitudes dans les modèles MCCG dans un avenir proche et qu'il y en a davantage pour la fin du siècle. Ainsi, dans le cas des précipitations avec le modèle MCCG2-GA, la plage des changements varie de 3,48 % à 8,55 % pour la période 2010-2030, puis de 4,98 % à 12,24 % pour 2040-2060 et, finalement, de 5,00 % à 19,59 % pour 2070-2090. Les figures 2, 3 et 4 révèlent aussi des résultats semblables pour l'augmentation des plages de changements de températures.

Les résultats du modèle MCCG2 montrent que, pour la période 2010-2030, la famille de scénarios B2 peut présenter la plus forte augmentation des précipitations (10,49 %) et le scénario GA peut présenter la plus forte augmentation des températures (2,34 °C) comparativement à la période de référence de 1961-1990 (figure 2). Pour la période

2040-2060, c'est la famille de scénarios A2 qui présente la plus forte augmentation des précipitations (13,04 %) et le scénario GA qui présente la plus forte hausse de températures (4,15 °C). Finalement, pour la période 2070-2090, le scénario GA présente la plus forte hausse de précipitations (19,59 %) et de températures (6,77 °C). Ainsi, on a pu montrer que l'importante augmentation de précipitations pouvait être illustrée par la famille de scénarios B2 (2010-2030), la famille de scénarios A2 (2040-2060), ou encore le scénario GA (2070-2090). Cependant, le scénario combinant les gaz à effet de serre et les aérosols (GA) est le seul scénario de forçage présentant les plus fortes hausses de températures pour toutes les périodes (figures 2, 3 et 4).



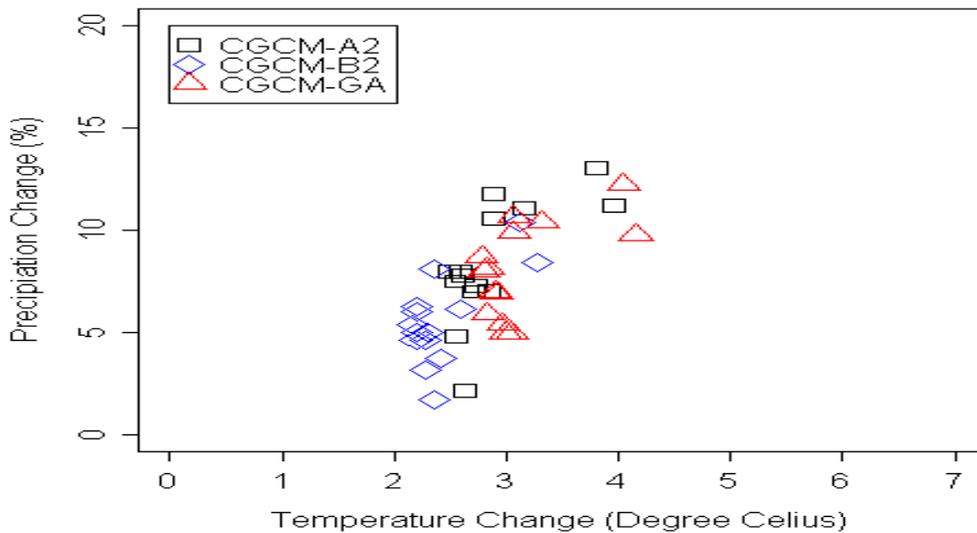
Precipitation Change = Changement dans les précipitations  
 Temperature Change = Changement dans les températures  
 Degree Celsius = degrés Celsius

Figure 2 Changements climatiques prévus pour 2010-2030 à l'aide du modèle MCG2 et des familles de scénarios A2 et B2 et du scénario GA. Étant donné que de nombreuses stations sont proches les unes des autres, les changements modélisés se chevauchent, ce qui diminue le nombre de symboles inscrits.

Jasper *et al.* (2004) sont arrivés à la conclusion que le scénario GA est habituellement caractérisé par de plus importants changements de températures et des changements des précipitations plus appréciables que ne le sont les familles de scénarios A2 et B2. Les plus faibles changements de températures et de précipitations en 2040-2060 et 2070-2090 sont projetés par la famille de scénarios B2 (figures 3 et 4). Ce constat pourrait indiquer que des

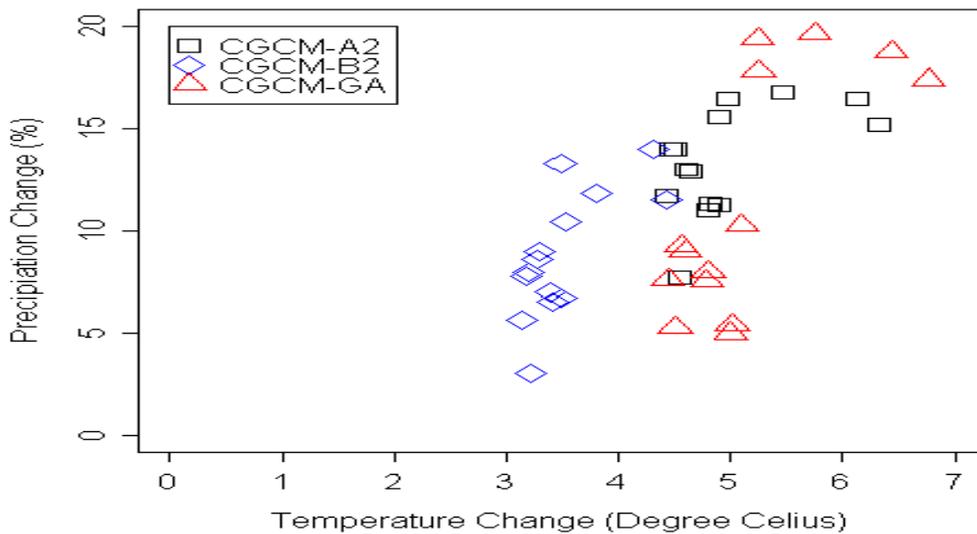
augmentations des quantités de gaz à effet de serre et des aérosols entraîneront, au bout du compte, des répercussions importantes sur les changements climatiques, bien que ces impacts puissent ne pas être évidents dans un avenir rapproché. Ce qui, d'ailleurs, n'est pas étonnant puisque la famille de scénarios B2 présuppose un développement économique plus écologique. On en est arrivé à des conclusions semblables dans d'autres études (notamment Jasper *et al.*, 2004). Il est cependant intéressant de noter que la famille de scénarios B2, qui présente davantage de variabilité des précipitations à des emplacements différents, peut produire une vaste gamme de changements dans les précipitations dans un avenir rapproché, soit la période 2010-2030.

Tous les scénarios de changements climatiques ont indiqué des augmentations cohérentes des précipitations et des températures de la période 2010-2030 à la période 2040-2060, puis jusqu'à la période 2070-2090. La représentation graphique des moyennes des changements dans les précipitations (%) par rapport aux changements dans les températures annuelles (°C) pour les trois différents scénarios (GA et familles A2 et B2)



Precipitation Change = Changement dans les précipitations  
 Temperature Change = Changement dans les températures  
 Degree Celsius = degrés Celsius

Figure 3 Changements climatiques prévus pour 2040-2060 à l'aide du modèle MCGG2 et des familles de scénarios A2 et B2 et du scénario GA. Étant donné que de nombreuses stations sont proches les unes des autres, les changements modélisés se chevauchent, ce qui diminue le nombre de symboles inscrits.



Precipitation Change = Changement dans les précipitations  
 Temperature Change = Changement dans les températures  
 Degree Celsius = degrés Celsius

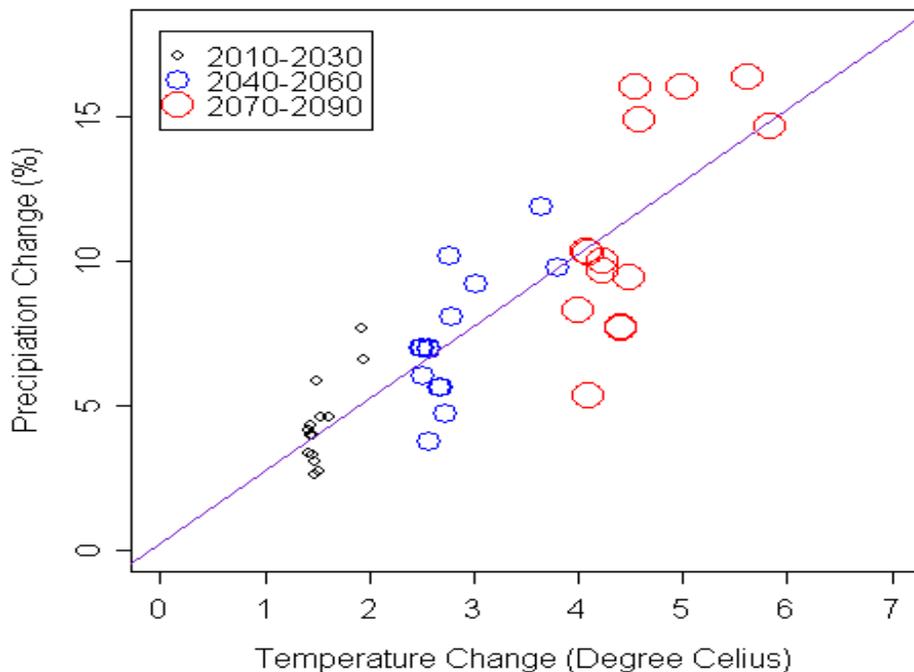
Figure 4 Changements climatiques prévus pour 2070-2090 à l'aide du modèle MCGG2 et des familles de scénarios A2 et B2 et du scénario GA. Étant donné que de nombreuses stations sont proches les unes des autres, les changements modélisés se chevauchent, ce qui diminue le nombre de symboles inscrits.

est illustrée à la figure 5 pour les périodes 2010-2030, 2040-2060 et 2070-2090. En 2010-2030, les augmentations des températures pourraient varier de 1,42 °C à 1,95 °C, la moyenne étant de 1,53 °C, et les augmentations des précipitations pourraient varier de 2,66 % à 7,69 %, la moyenne étant de 4,24 %, comparativement à la période de référence 1961-1990. Si l'on considère la période 2040-2060, ces valeurs passent à 2,50 °C jusqu'à 3,79 °C, avec une moyenne de 2,77 °C, pour les températures, et à 3,77 % jusqu'à 11,89 %, avec une moyenne de 7,36 %, pour les précipitations. Les températures et les précipitations augmenteront encore davantage atteignant, respectivement, des valeurs de 4,00 °C à 5,84 °C, pour une moyenne de 4,52 °C, et de 5,36 % à 16,39 %, pour une moyenne de 11,27 %, pour la période 2070-2090. Cette tendance constante à la hausse concorde avec les conclusions d'autres études produites antérieurement. Ainsi, les résultats du Troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) indiquent qu'il y a une augmentation de la température moyenne mondiale variant entre 1,4 °C et 5,8 °C et une augmentation des précipitations moyennes d'environ 2,4 %

pour chaque augmentation de 1 °C de la température d'ici la fin du siècle (Houghton *et al.*, 2001). Cependant, une étude récente faisait état d'une diminution des précipitations accompagnée d'une augmentation des températures en Alaska, tout en supposant que ces changements s'étendraient de l'Alaska jusqu'à l'intérieur du nord-est du Canada (Goetz *et al.*, 2005). Cependant, ces résultats « inattendus » pourraient être attribuables à d'autres facteurs.

D'autres études ont donné des résultats semblables. Ainsi, Whitfield *et al.* (2003b) indiquaient une augmentation continue des températures dans les années à venir et en arrivaient à la conclusion que, d'ici 2073-2093, les augmentations modélisées des températures seraient statistiquement significatives, avec une amplitude d'environ 5 °C pour les bassins hydrologiques de Colombie-Britannique. Whitfield *et al.* (2003b) ont aussi montré que, dans les mêmes bassins hydrologiques, les précipitations augmentaient au cours des périodes modélisées, mais que les changements des précipitations étaient moins notables. Cette étude faisait aussi état qu'au Yukon les augmentations des températures de même que des précipitations seraient dramatiques et constantes pour les trois périodes modélisées, soit 2010-2030, 2040-2060 et 2070-2090 (figure 5).

Les scénarios des familles B2 et A2 et le scénario GA projettent les plus fortes augmentations de précipitations au Yukon pour les périodes 2010-2030, 2040-2060 et 2070-2090, respectivement. Les augmentations des précipitations affichaient un même profil spatial généralisé, où les plus fortes augmentations sont observées dans le nord et les plus faibles, dans le sud. Ce profil spatial se répète pour toutes les périodes bien qu'avec de légères variations (figures 6, 7 et 8). Ainsi, les augmentations des précipitations en 2010-2030 sont moins uniformément réparties que pour les périodes 2040-2060 et 2070-2090. En effet, les augmentations des précipitations en 2010-2030 demeurent presque inchangées sur une grande partie du territoire (le sud du Yukon), et augmentent graduellement dans le nord. Les augmentations des précipitations en 2070-2090 affichent une tendance stable augmentant du sud au nord et atteignant un maximum (une extrapolation faite à l'aide d'une fonction spline indique une valeur de plus de 20 %) entre 65° et 67° de latitude nord et 137° et 141° de longitude ouest, au Yukon (figure 8).



Precipitation Change = Changement dans les précipitations  
 Temperature Change = Changement dans les températures  
 Degree Celsius = degrés Celsius

Figure 5 Tendence temporelle des changements climatiques au Yukon. Chaque symbole correspond à la moyenne, pour une station hydrométrique, des scénarios A2, B2 et GA.

Le scénario GA a généré les plus fortes augmentations de températures au Yukon, pour toutes les périodes examinées. Les changements dans les températures ont affiché un profil spatial simple et constant, les plus fortes augmentations se produisant au nord et les plus faibles, au sud (figures 9, 10 et 11). Cette tendance spatiale est très semblable à celle observée pour les changements dans les précipitations, l'amplitude du changement augmentant à mesure que les latitudes augmentent. Cette observation pourrait indiquer que, dans cette région, un changement des précipitations serait étroitement corrélé à un changement des températures au cours du siècle.

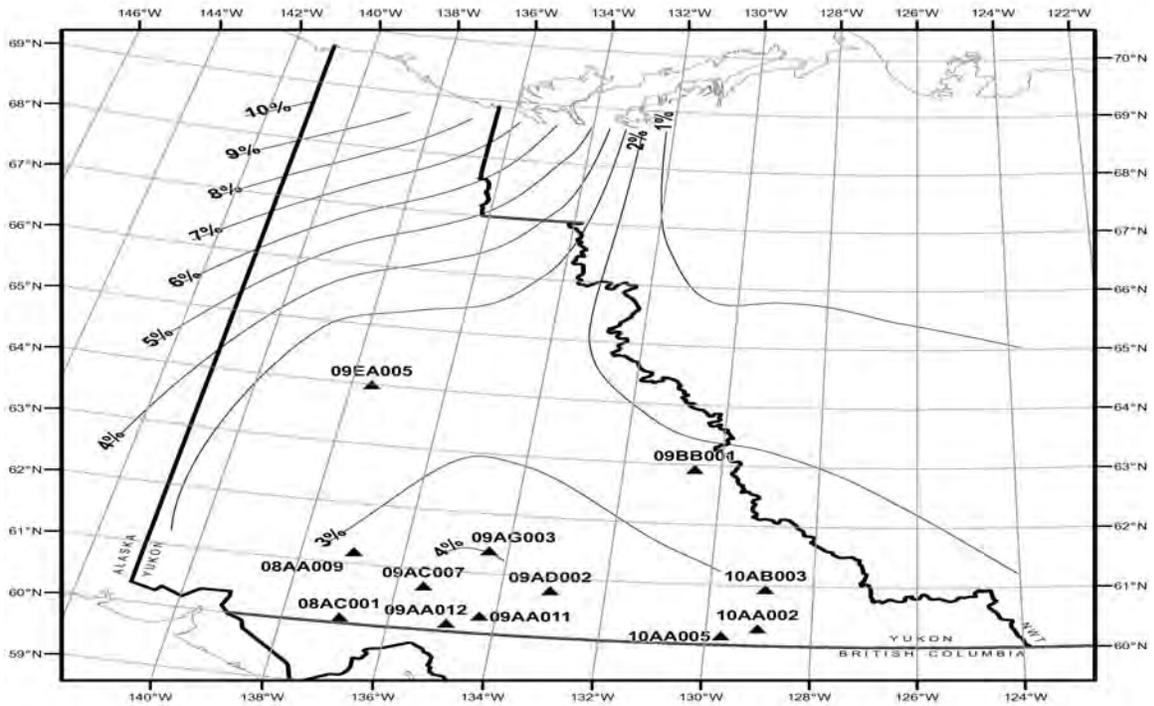


Figure 6 Augmentations maximales des précipitations (de 1 % à 10 %) en 2010-2030 générées par le modèle MCGG2-B2, par rapport à la période de référence 1961-1990. L'intervalle entre les isobares est de 1 %; seuls les petits bassins hydrologiques (< 1 000 km<sup>2</sup>) sont indiqués.

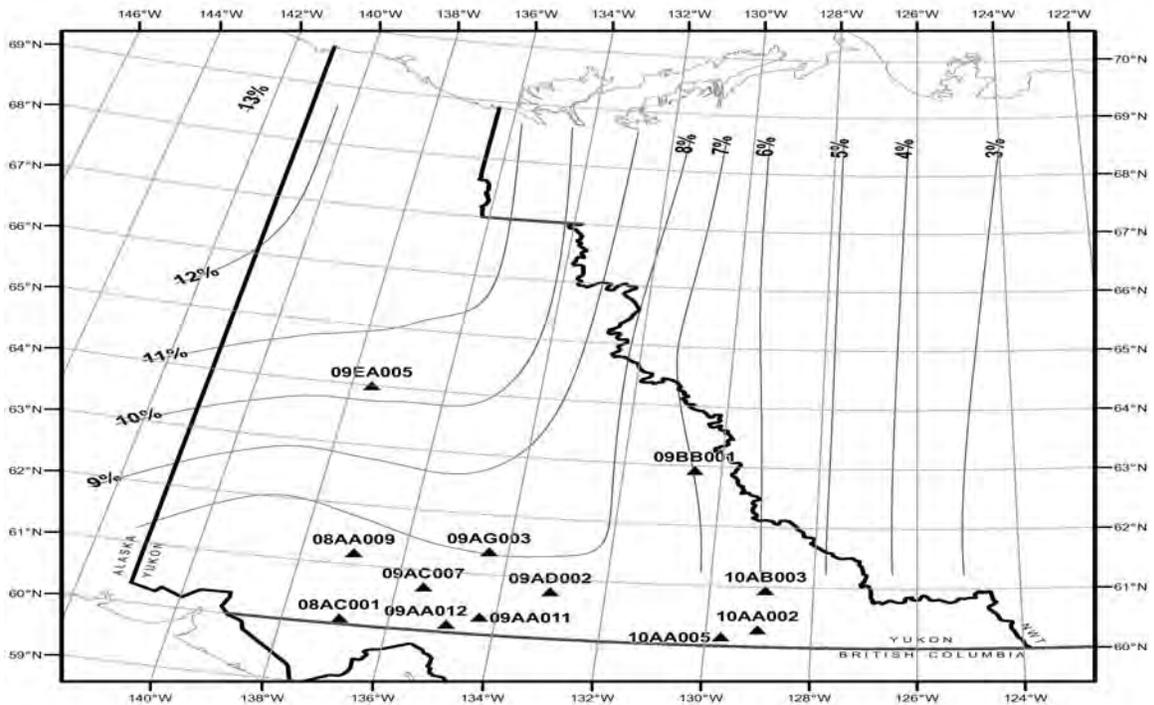


Figure 7 Augmentations maximales des précipitations (de 3 % à 13 %) en 2040-2060 générées par le modèle MCGG2-A2, par rapport à la période de référence 1961-1990. L'intervalle entre les isobares est de 1 %; seuls les petits bassins hydrologiques (< 1 000 km<sup>2</sup>) sont indiqués.

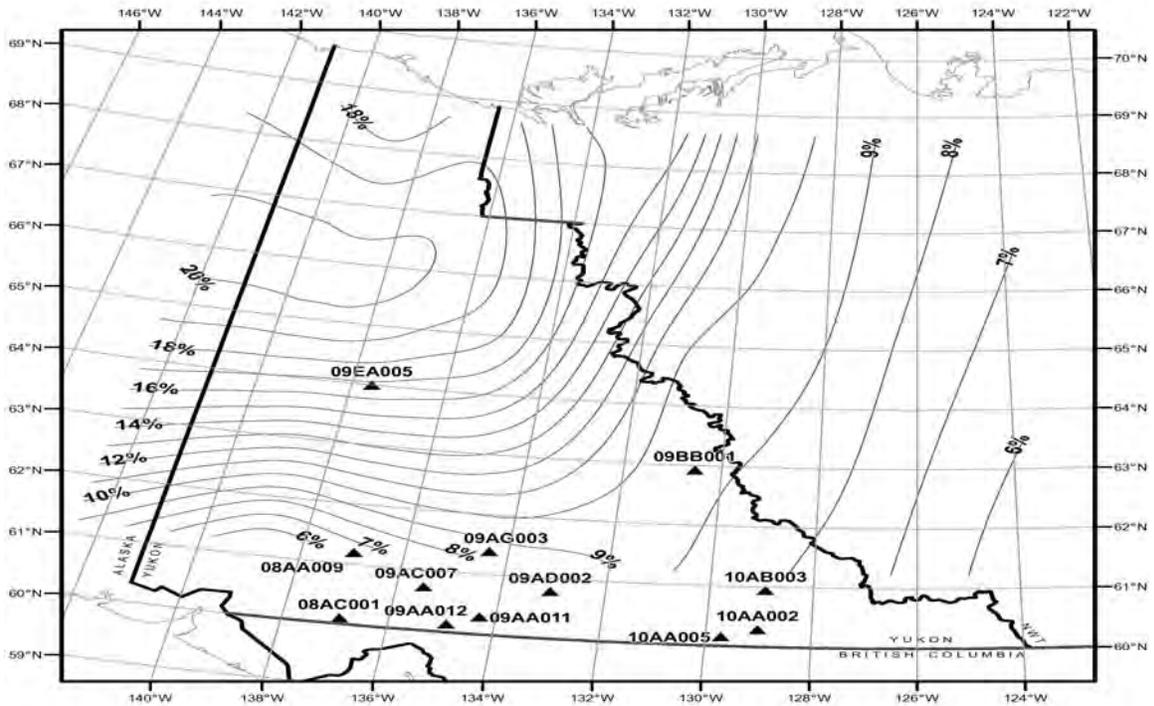


Figure 8 Augmentations maximales des précipitations (de 5 % à 20 %) en 2070-2090 générées par le modèle MCGG2-GA, par rapport à la période de référence 1961-1990. L'intervalle entre les isobares est de 1 %; seuls les petits bassins hydrologiques (< 1 000 km<sup>2</sup>) sont indiqués.

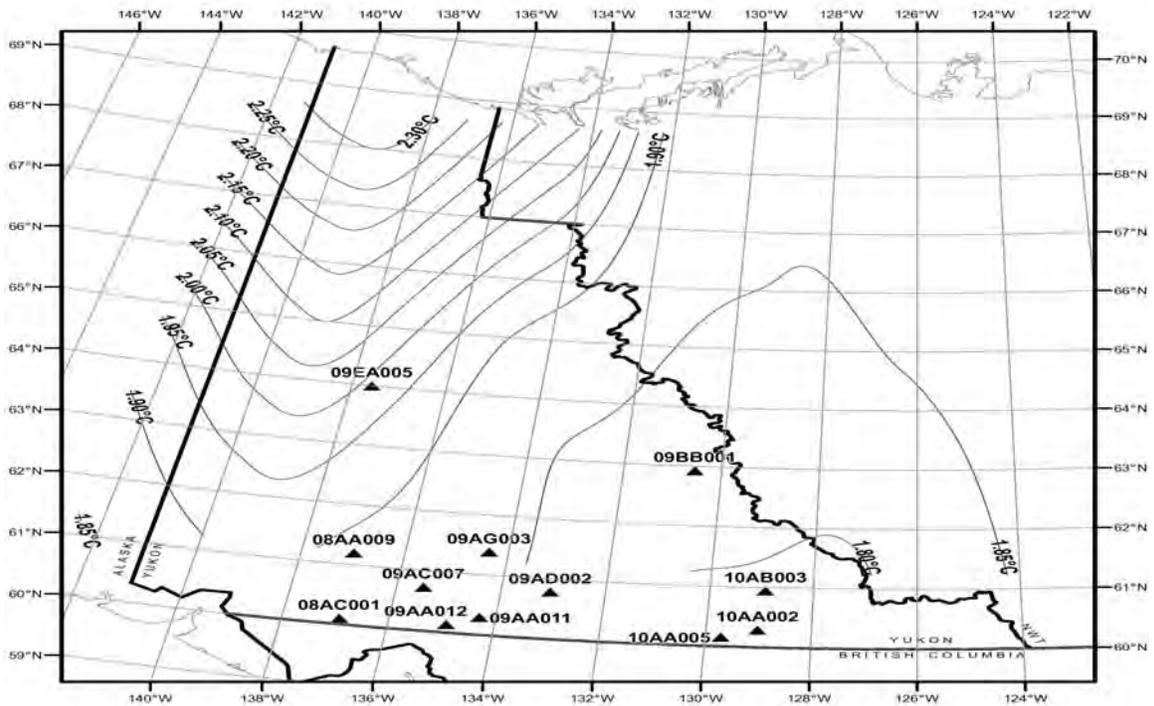


Figure 9 Augmentations maximales des températures (de 1,8 °C à 2,3 °C) en 2010-2030 générées par le modèle MCGG2-GA, par rapport à la période de référence 1961-1990. L'intervalle entre les isobares est de 0,05 °C; seuls les petits bassins hydrologiques (< 1 000 km<sup>2</sup>) sont indiqués.

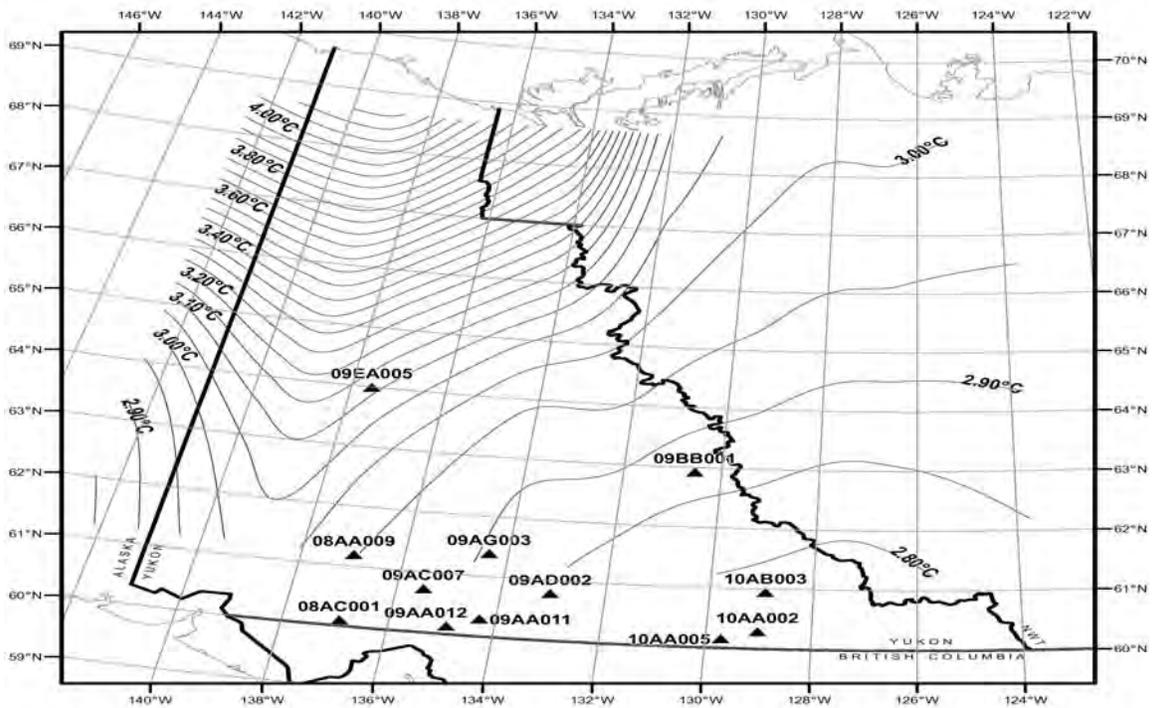


Figure 10 Augmentations maximales des températures (de 2,8 °C à 4,1 °C) en 2040-2060 générées par le modèle MCGG2-GA, par rapport à la période de référence 1961-1990. L'intervalle entre les isobares est de 0,05 °C; seuls les petits bassins hydrologiques (< 1 000 km<sup>2</sup>) sont indiqués.

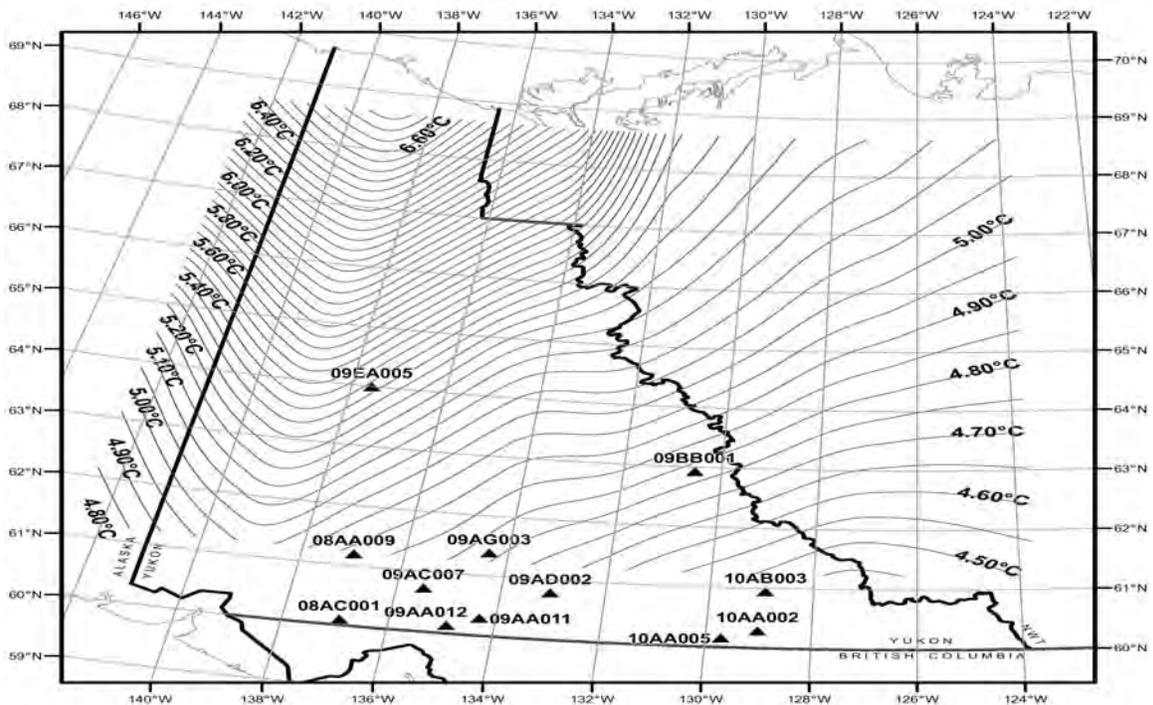


Figure 11 Augmentations maximales des températures (de 4,5 °C à 6,7 °C) en 2070-2090 générées par le modèle MCGG2-GA, par rapport à la période de référence 1961-1990. L'intervalle entre les isobares est de 0,05 °C; seuls les petits bassins hydrologiques (< 1 000 km<sup>2</sup>) sont indiqués.

Il ne fait aucun doute que les réactions hydrologiques sont fortement liées aux changements climatiques. De nombreuses études ont montré que les changements climatiques influeraient sur le bilan hydrique et sur la distribution des fréquences des crues et des débits faibles (Schulla, 1997; Schaper et Seidel; 2001, Kleinn, 2002). À partir d'études de simulation portant sur des rivières alpines situées en Suisse, Jasper *et al.* (2004) ont conclu que l'augmentation des températures et des précipitations entraînerait des changements significatifs du débit, et que les ressources en neige pourraient diminuer de 74 % à 90 % (selon différents scénarios climatiques) d'ici la fin du siècle comparativement aux quantités de neige actuelles. Whitfield *et al.* (2003b) ont, quant à eux, utilisé un modèle hydrologique pour évaluer les changements relatifs de la fréquence, du moment et de l'ampleur des crues et des débits faibles entre les scénarios climatiques actuels et les scénarios futurs (2020, 2050 et 2080) et ainsi montrer que les changements climatiques avaient des effets marqués à l'échelle régionale sur les caractéristiques hydrologiques de diverses rivières (alimentées par les précipitations de pluie ou par la fonte des neiges ou hybrides, c.-à-d. alimentées par les deux), en Colombie-Britannique. Ils ont notamment constaté que, dans les bassins hydrologiques alimentés par la fonte des neiges, l'amplitude des débits de pointe annuels augmente et les épisodes de faible débit sont moins fréquents, en raison d'une augmentation générale du débit dans des conditions climatiques plus chaudes. Étant donné qu'elles sont déterminées par les mêmes mécanismes physiques, on peut concevoir que les augmentations des températures et des précipitations aient des impacts considérables sur les attributs hydrologiques au Yukon, même si les rivières du Yukon et de la Colombie-Britannique présentent des caractéristiques géographiques différentes.

Les augmentations constantes des températures et des précipitations qui surviendraient au Yukon pourraient avoir un effet important sur le débit des cours d'eau puisque celui-ci est, dans cette région, principalement attribuable à la fonte des neiges au printemps ou à une combinaison d'eau de fonte et de précipitations de pluie (Watt *et al.*, 1989). L'étude, parue en 1989, de Watt *et al.* rappelle qu'au Yukon le ruissellement annuel dû à la fonte des neiges survient habituellement à la fin mai ou en juin. Dans les secteurs plus au nord (au nord des monts Ogilvie), le régime d'écoulement ne varie pas tellement selon qu'il s'agit de débits de pointe printaniers dus à la fonte des neiges ou de débits de pointe secondaires

attribuables aux précipitations de pluie. Dans le sud du Yukon (au sud des monts Ogilvie), les débits des cours d'eau augmentent rapidement au début de l'été en raison de la fonte des neiges à faible altitude, puis atteignent un sommet, plus tard en été, par suite de la fonte des neiges et des glaces en haute altitude. Il apparaît évident que, dans le territoire du Yukon, la température et les précipitations, sans être les seuls facteurs de forçage, seraient les plus importantes causes agissant sur les régimes de débit et leurs variations.

La valeur des crues maximales probables (CMP) est fonction de nombreux facteurs; pour en faire une estimation exacte, il faut d'abord établir la combinaison optimale de ces facteurs. Le principal facteur causal des CMP est constitué des précipitations maximales probables (PMP) qui correspondent à la hauteur maximale théorique de précipitation durant une période déterminée pouvant être recueillie à un emplacement géographique particulier à une certaine époque de l'année (Hansen *et al.*, 1982). En réalité, il est impossible de déterminer la valeur exacte des PMP, et la valeur estimée est largement influencée par les données disponibles, les connaissances et la méthode d'estimation. Dans leur étude, Douglas et Barros (2003) ont signalé que les méthodes d'estimation des PMP peuvent être regroupées dans les catégories suivantes : l'approche fondée sur la modélisation des tempêtes; la maximisation et la transposition des tempêtes observées prises individuellement; les méthodes de généralisation (régionalisation); les méthodes théoriques ou empiriques dérivées des hauteurs maximales, de la durée et des observations dans la région; et, les méthodes statistiques. Par définition, les PMP et les CMP tiennent compte des combinaisons des conditions météorologiques et hydrologiques les plus graves pouvant survenir dans une région donnée. En d'autres mots, tout facteur physique pouvant toucher une région devrait être pris en compte dans le calcul des PMP et des CMP. Comme il a été mentionné précédemment, les PMP peuvent aussi être estimées à partir d'une série de données sur les précipitations maximales annuelles. Les augmentations maximales des précipitations au Yukon sont des aspects qu'il faudrait prendre en considération dans la détermination des PMP et des CMP, cependant le calcul de ces valeurs dépasse la portée de la présente étude.

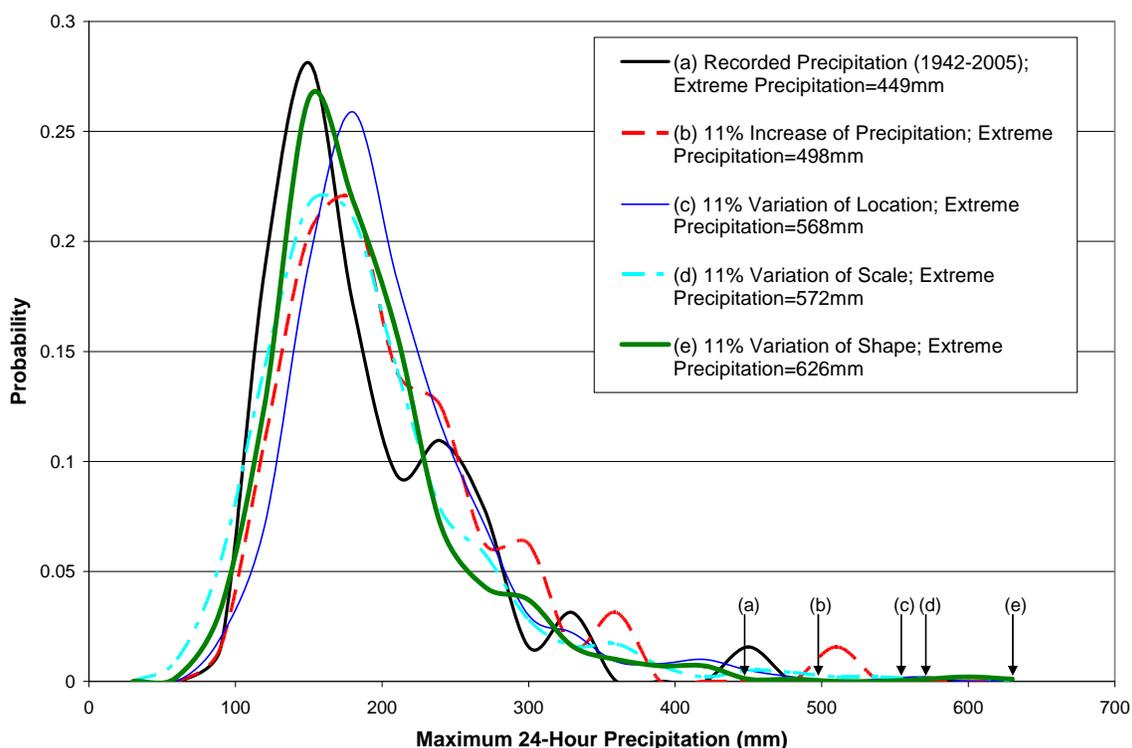
Il faut aussi tenir compte des augmentations maximales des températures quand des crues extrêmes ou des CMP peuvent être causées par des facteurs tels que d'importants épisodes

de fonte des neiges et des embâcles dans les régions montagneuses du territoire. Les crues causées par les embâcles sont souvent très fortes, les débits étant fréquemment de deux à trois fois plus élevés que dans des conditions d'eaux libres, bien qu'elles soient habituellement de courte durée (Prowse et Culp, 2003). Une augmentation des températures à un niveau proche de la valeur (température de l'air à long terme de 0 °C) à laquelle la glace formant l'embâcle fond pourrait influencer sur l'occurrence de crues extrêmes. Dans leur étude, Prowse et Culp (2003) ont souligné qu'il n'est pas rare que le niveau d'eau augmente à une vitesse de l'ordre de 1 m/min dans les rivières nordiques du Canada. Il est important de noter que des précipitations de pluie intenses et persistantes augmenteraient considérablement la vitesse à laquelle la glace formant l'embâcle se rompt et produiraient, conséquemment, une crue extrême ou une CMP. Dans de telles situations, il faut tenir compte de l'effet combiné des précipitations de pluie et de la température pour estimer les CMP dans un bassin hydrologique donné.

Étant donné que 1) les facteurs extrêmes doivent être pris en considération lorsque l'on détermine les PMP et les CMP et, 2) les résultats de l'étude ont montré que les augmentations maximales des précipitations et des températures surviendront en 2070-2090, les données de sortie du modèle MCCG2 pour 2070-2090 sont de première importance. Par conséquent, les cartes en courbes de niveau pour la période 2070-2090 (figures 8 et 11) doivent être examinées sous l'angle des PMP et des CMP. Il importe de noter que les valeurs modélisées des températures et des précipitations sont propres à une station; les augmentations maximales des températures se situent dans une fourchette de 4,4 °C à 6,8 °C et les augmentations maximales des précipitations, dans une fourchette de 5 % à 19,6 % (figures 8 et 11) comparativement à la période de référence de 1961-1990, selon l'emplacement des stations hydrométriques et les scénarios. Il s'ensuit que, pour différents bassins hydrologiques, on pourrait prendre en considération différentes valeurs pour les augmentations maximales des précipitations et des températures en ce qui concerne les PMP et les CMP. Par exemple, dans un rapport présenté par Wang et Whitfield (2004), les chercheurs recommandaient d'utiliser une valeur d'augmentation maximale des précipitations de 15 % et d'augmentation maximale des températures de 6,2 °C pour le site de la mine Faro, au Yukon, aux fins de la réévaluation de l'estimation des CMP.

On peut tenir compte de l'augmentation des précipitations dans le calcul des PMP de différentes manières. En supposant que les précipitations maximales annuelles sur 24 heures sont déterminées par une courbe logistique généralisée, l'augmentation des températures modélisée pourrait influencer sur chacun des paramètres de la distribution, soit l'emplacement, l'échelle et la forme, ou sur toute combinaison de ces trois paramètres. Si l'on prend l'exemple du fleuve Yukon à la hauteur de Whitehorse, on a analysé l'augmentation maximale des précipitations de 11 % en lien avec les PMP. À partir des registres de précipitations (1942-2005) à l'aéroport de Whitehorse et des analyses de données de synthèse à l'aide d'une courbe logistique généralisée, on a établi une comparaison (illustrée à la figure 12) des changements dans les précipitations extrêmes selon différentes variables. La valeur maximale des précipitations extrêmes sur 24 heures tirée des registres est de 449 mm, ce qui se traduit par un déplacement de l'augmentation à 498 mm en raison de l'augmentation de 11 % (figure 12). Cependant, on pourrait obtenir des valeurs aussi élevées que 568 mm, 572 mm et 626 mm à cause de la variation de 11 % appliquée, respectivement, aux paramètres d'emplacement, d'échelle et de forme de la courbe logistique généralisée. L'étendue de la queue droite de la courbe de distribution de la densité de probabilité (figure 12) montre la précipitation extrême la plus élevée pour chacune des variantes. Si l'on veut faire preuve de prudence, dans ce cas-ci, il faudrait prendre en considération la valeur la plus élevée de toutes (626 mm) pour l'estimation des PMP.

Les changements climatiques qui ont une incidence sur les PMP et les CMP peuvent aussi être influencés par les régimes climatiques du Pacifique, le phénomène à court terme El Niño-oscillation australe (ENSO) et le phénomène à long terme d'oscillation décennale du Pacifique (ODP). On ignore si des conditions météorologiques et/ou hydrologiques extrêmes, comme des précipitations abondantes extrêmes ou des crues extrêmes, seraient touchées par des phénomènes comme l'ENSO ou l'ODP, même si Wang *et al.* (2005) ont montré qu'il n'y a pas de corrélation significative entre l'ENSO ou l'ODP et les faibles débits observés dans le sud du Yukon. Il pourrait être utile, dans le cadre de l'évaluation des PMP et des CMP, d'examiner si les précipitations et les crues extrêmes sont liées aux régimes climatiques du Pacifique.



Probability = Probabilité

Maximum 24-Hour Precipitation (mm) = Précipitation maximale sur 24 h (mm)

Recorded Precipitation (1942-2005) = Précipitations enregistrées (1942-2005)

Extreme Precipitation = Précipitations extrêmes

11% Increase of Precipitation = Augmentation de 11 % des précipitations

11% Variation of Location = Variation de 11 % de l'emplacement

11% Variation of Scales = Variation de 11 % de l'échelle

11% Variation of Shape = Variation de 11 % de la forme

Figure 12 Distribution de la densité de probabilité des précipitations maximales sur 24 heures à l'aéroport de Whitehorse. La simulation des données est fondée sur la distribution de la courbe logistique généralisée, les valeurs des paramètres tirées des registres étant de 158,8 pour l'emplacement, de 31,5 pour l'échelle et de -0,231 pour la forme.

#### 4. Conclusions

En utilisant le modèle MCGG2 avec les familles de scénarios A2 et B2 et avec le scénario GA, on a généré des données de précipitations et de températures pour les périodes 2010-2030, 2040-2060 et 2070-2090 dans le but d'évaluer les futurs changements climatiques au Yukon qui pourraient avoir d'importantes répercussions sur les estimations des PMP et des CMP. On a ainsi constaté une tendance temporelle à la hausse, constante et

continue, tant pour les températures que pour les précipitations. Les augmentations extrêmes des précipitations seront causées par la famille de scénarios B2, la famille A2 et le scénario GA en 2010-2030, 2040-2060 et 2070-2090, respectivement. En raison de la tendance temporelle, les augmentations maximales des températures et des précipitations en 2070-2090 sont de première importance pour déterminer les valeurs des PMP et des CMP.

Même si l'analyse quantitative de la relation entre les futurs changements climatiques et les valeurs des PMP et des CMP déborde du cadre de la présente étude, on a constaté que, au Yukon, les températures maximales augmenteraient de 4,4 °C à 6,8 °C et les précipitations maximales de 5 % à 20 % au cours du siècle, comparativement à la période de référence de 1961-1990. Cette situation pourrait avoir des répercussions considérables sur les estimations des PMP et de CMP puisque la température et les précipitations sont deux facteurs importants à la base de cette évaluation. On peut interpréter les augmentations maximales des précipitations de différentes manières : ainsi, l'augmentation peut influencer sur chacun des paramètres de la distribution, soit l'emplacement, l'échelle et la forme, ou sur toute combinaison de ces trois paramètres dans la courbe de distribution des précipitations pour un emplacement donné. Il faut aussi utiliser une estimation prudente de l'influence des augmentations des précipitations maximales dans le calcul des PMP. Un changement maximal de la température serait significatif seulement quand l'augmentation de la température entraîne une fonte des neiges extrême ou la formation d'un embâcle qui pourrait générer des CMP dans un bassin hydrologique.

Les augmentations maximales des températures et des précipitations présentent un profil spatial net où les plus fortes augmentations sont observées au nord et les plus faibles au sud du Yukon. Ceci peut indiquer qu'il y a une corrélation entre les changements climatiques et la latitude dans ce territoire. En raison de la répartition spatiale des augmentations maximales des températures et des précipitations, on pourrait prendre en considération différentes valeurs des changements maximaux pour déterminer les PMP et les CMP, selon l'emplacement des bassins hydrologiques.

**Remerciements** Les auteurs désirent remercier Carol Cheuk et Judy Kwan du Service météorologique du Canada, Région du Pacifique et du Yukon, d'Environnement Canada pour leur aide à produire les cartes présentes dans cette étude. Benoit Godin a formulé des commentaires utiles sur une ébauche du document.

## 5. Bibliographie

- Allamano, P., A. Cannon et P. Whitfield. 2005. "Simulating Future Streamflows in Rainfall Driven Rivers in British Columbia Using IHACRES and Improved Climate Downscaling." 2005 Puget Sound Georgia Basin Research Conference, Seattle, Washington, É.-U.
- Cooley, K. R. 1990. "Effect of CO<sub>2</sub> Induced Climate Changes on Snowpack and Streamflow." *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 35, 511-522.
- Coulson, C. H. 1997. "The Impacts of Climate Change on Rivers and Streamflow in British Columbia and Southern Yukon." *In* E. Taylor et B. Taylor (éd.), Vol. I, Canada Country Study, 5-11.
- Douglas, E. M. et A. P. Barros. 2003. "Probable Maximum Precipitation Estimation Using Multifractals: Application in the Eastern United States." *Journal of Hydrometeorology*, Vol. 4, n° 6, 1012-1024.
- Flato, G. M. et G. J. Boer. 2001. "Warming Asymmetry in Climate Change Simulations." *Geophys. Res. Lett.*, 28, 195-198.
- Frederick, K. D. et P. H. Gleick. 1999. "Water and Global Climate Change: Potential Impacts on U.S. Water Resources." The Pew Center on Global Climate Change, Arlington, Virginie, 1-48.
- Goetz, S. J., A. G. Bunn, G. J. Fiske, et R. A. Houghton. 2005. "Satellite-Observed Photosynthetic Trends across Boreal North America Associated with Climate and Fire Disturbance." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Vol. 102, n° 38, 13521-13525.
- Hansen, E. M., L. C. Schreiner et J. F. Miller. 1982. "Application of Probable Maximum Precipitation Estimates." United States East of the 105th Meridian, Hydrometeorological Rep. 52, National Weather Service, Silver Spring, Maryland, 176.

- Henry, G. H. 2000. « Projections du climat futur du Canada – discussion de simulations récemment effectuées avec le modèle canadien du climat du globe » Service météorologique du Canada, Environnement Canada.
- Hershfield, D. M. 1961. “Estimating the Probable Maximum Precipitation.” J. Hydraul. Div., Amer. Soc. Civ. Eng., 87, 99–106.
- Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguera, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell et C. A. Johnson. 2001. “Climate Change 2001: The Scientific Basis - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.” Cambridge University Press, Cambridge.
- Jasper, K., P. Calanca, D. Gyalistras et J. Fuhrer. 2004. “Differential Impacts of Climate Change on the Hydrology of Two Alpine River Basins.” *Climate Research*, Vol. 26, 113-129.
- Kleinn, J. 2002. “Climate Change and Runoff Statistics in the Rhine Basin, a Process Study with a Coupled Climate-Runoff Model.” Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- Koutsoyiannis, D. 1999. “A Probabilistic View of Hershfield’s Method for Estimating Probable Maximum Precipitation.” *Water Resources Research*, 35, 1313–1322.
- Prowse, T. D. et J. M. Culp. 2003. “Ice Breakup: a Neglected Factor in River Ecology.” *Can. J. Civ. Eng.* Vol. 30, 128-144.
- Schaper, J. et K. Seidel. 2001. “Modelling Daily Runoff from Snow and Glacier Melt Using Remote Sensing Data.” *Proceedings of the 2nd EARSel Workshop, Paris*, 308-316.
- Schulla, J. 1997. “Hydrological Modelling of River Basins for Estimating the Effects of Climate Change.” Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- Viner, D. et M. Hulme. 1997. “The Climate Impacts LINK Project, Applying Results from the Hadley Centre’s Climate Change Experiments for Climate Change Impacts Assessment.” *Climatic Research Unit, Norwich, Royaume-Uni*, 17.
- Wang, J. Y. et P. H. Whitfield. 2004. “Modelled Climate Change in Faro Mine Site Area, Yukon.” *Rapport interne Report, Service météorologique du Canada, Région du Pacifique et du Yukon, Environnement Canada*.
- Wang, J. Y., P. H. Whitfield et A. J. Cannon. 2005. “Influence of Pacific Climate Patterns on Low-Flows in British Columbia and Yukon, Canada.” (présenté à la *Revue canadienne des ressources hydriques* en avril 2005).

- Watt, W. E. *et al.* (éd.). 1989. « Hydrologie des crues au Canada : guide de planification et de conception ». Conseil national de recherches du Canada, Ottawa.
- Whitfield, P. H. et E. Taylor. 1998. “Apparent Recent Changes in Hydrology and Climate of Coastal British Columbia.” *Montagnes à la mer : interaction humaine avec le cycle hydrologique : Actes du 51<sup>e</sup> congrès annuel de l’Association canadienne des ressources hydriques*, 22-29.
- Whitfield, P. H., A. J. Cannon et J. Y. Wang. 2003a. “Modelling Streamflows in Present and Future Climates-Examples from Rainfall/Snowmelt Streams in Coastal British Columbia, Canada.” *Hydrological Science and Technology*, American Institute of Hydrology, Vol.19, 41-55.
- Whitfield, P. H., J. Y. Wang et A. J. Cannon. 2003b. “Modelling Future Streamflow Extremes – Floods and Low Flows in Georgia Basin, British Columbia.” *Revue canadienne des ressources en eau*, Vol.28, n<sup>o</sup> 4, 633-656.

Cordialement,

Paul H. Whitfield  
Chef/I, Division des sciences

## Annexe I Changements de température (°C) modélisés pour le Yukon

Emplacement	2010-2030			2040-2060			2070-2090		
	A2	B2	GA	A2	B2	GA	A2	B2	GA
08AA001	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
08AA003	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
08AA008	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
08AA009	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
08AB001	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
08AC001	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
08AC002	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
09AA007	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AA009	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AA011	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AA012	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AB001	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AB008	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AB009	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AC001	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AC004	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AC007	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AD001	1,20	1,30	1,80	2,50	2,20	2,80	4,50	3,20	4,60
09AD002	1,20	1,30	1,80	2,50	2,20	2,80	4,50	3,20	4,60
09AE001	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AF001	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AG001	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AG003	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AH001	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09AH003	1,20	1,30	1,90	2,70	2,30	3,00	4,80	3,40	5,00
09AH004	1,20	1,30	1,90	2,60	2,20	2,90	4,60	3,30	4,80
09BA001	1,20	1,30	1,80	2,50	2,20	2,80	4,50	3,20	4,60
09BB001	1,20	1,30	1,80	2,50	2,20	2,80	4,50	3,20	4,60
09BB002	1,17	1,30	1,86	2,61	2,21	2,92	4,64	3,27	4,79
09BC001	1,17	1,30	1,86	2,61	2,21	2,92	4,64	3,27	4,79
09BC002	1,15	1,31	1,81	2,54	2,16	2,83	4,48	3,17	4,56
09BC004	1,17	1,30	1,86	2,61	2,21	2,92	4,64	3,27	4,79
09CA002	1,20	1,30	1,93	2,73	2,28	3,05	4,81	3,40	5,01
09CA003	1,20	1,30	1,93	2,73	2,28	3,05	4,81	3,40	5,01
09CB001	1,20	1,30	1,93	2,73	2,28	3,05	4,81	3,40	5,01
09CD001	1,20	1,30	1,93	2,73	2,28	3,05	4,81	3,40	5,01
09DA001	1,32	1,36	1,85	2,84	2,36	2,96	4,89	3,49	5,09
09DC002	1,33	1,37	1,90	2,88	2,41	3,07	4,98	3,53	5,25
09DC003	1,33	1,37	1,90	2,88	2,41	3,07	4,98	3,53	5,25
09DD002	1,33	1,37	1,90	2,88	2,41	3,07	4,98	3,53	5,25

Emplacement	2010-2030			2040-2060			2070-2090		
	A2	B2	GA	A2	B2	GA	A2	B2	GA
09DD003	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09DD004	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09EA003	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09EA004	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09EA005	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09EB001	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09EB003	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09EC002	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09ED001	1,21	1,34	1,96	2,89	2,36	3,06	4,89	3,48	5,24
09FA001	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
09FB001	1,83	1,67	2,34	3,96	3,27	4,15	6,32	4,43	6,77
09FB002	1,33	1,37	1,90	2,88	2,41	3,07	4,98	3,53	5,25
09FC001	1,83	1,67	2,34	3,96	3,27	4,15	6,32	4,43	6,77
09FD001	1,83	1,67	2,34	3,96	3,27	4,15	6,32	4,43	6,77
09FD002	1,86	1,66	2,26	3,81	3,12	4,04	6,12	4,30	6,43
10AA001	1,15	1,33	1,79	2,54	2,19	2,78	4,42	3,14	4,44
10AA002	1,15	1,33	1,79	2,54	2,19	2,78	4,42	3,14	4,44
10AA004	1,15	1,31	1,81	2,54	2,16	2,83	4,48	3,17	4,56
10AA005	1,15	1,31	1,81	2,54	2,16	2,83	4,48	3,17	4,56
10AB001	1,15	1,33	1,79	2,54	2,19	2,78	4,42	3,14	4,44
10AB003	1,15	1,33	1,79	2,54	2,19	2,78	4,42	3,14	4,44
10AD002	1,15	1,33	1,79	2,54	2,19	2,78	4,42	3,14	4,44
10BD001	1,17	1,42	1,86	2,63	2,28	2,83	4,54	3,21	4,51
10MA001	1,33	1,37	1,90	2,88	2,41	3,07	4,98	3,53	5,25
10MA002	1,34	1,43	2,09	3,15	2,58	3,32	5,46	3,80	5,75
10MB004	1,33	1,37	1,90	2,88	2,41	3,07	4,98	3,53	5,25
10MD001	1,83	1,67	2,34	3,96	3,27	4,15	6,32	4,43	6,77
10MD002	1,83	1,67	2,34	3,96	3,27	4,15	6,32	4,43	6,77

## Annexe II Changements de précipitation (%) modélisés pour le Yukon

Emplacement	2010-2030			2040-2060			2070-2090		
	A2	B2	GA	A2	B2	GA	A2	B2	GA
08AA001	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
08AA003	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
08AA008	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
08AA009	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
08AB001	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
08AC001	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
08AC002	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
09AA007	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AA009	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AA011	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AA012	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AB001	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AB008	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AB009	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AC001	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AC004	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AC007	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AD001	4,00	3,00	5,00	8,00	5,00	8,00	14,00	8,00	9,00
09AD002	4,00	3,00	5,00	8,00	5,00	8,00	14,00	8,00	9,00
09AE001	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AF001	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AG001	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AG003	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AH001	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09AH003	3,00	3,00	4,00	7,00	5,00	5,00	11,00	7,00	5,00
09AH004	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	13,00	9,00	8,00
09BA001	4,00	3,00	5,00	8,00	5,00	8,00	14,00	8,00	9,00
09BB001	4,00	3,00	5,00	8,00	5,00	8,00	14,00	8,00	9,00
09BB002	3,39	4,17	5,49	7,76	6,27	6,91	12,90	8,61	7,57
09BC001	3,39	4,17	5,49	7,76	6,27	6,91	12,90	8,61	7,57
09BC002	3,64	3,49	5,30	7,50	5,39	8,11	13,98	7,81	9,27
09BC004	3,39	4,17	5,49	7,76	6,27	6,91	12,90	8,61	7,57
09CA002	2,52	2,50	4,32	7,27	4,66	4,98	11,33	6,53	5,41
09CA003	2,52	2,50	4,32	7,27	4,66	4,98	11,33	6,53	5,41
09CB001	2,52	2,50	4,32	7,27	4,66	4,98	11,33	6,53	5,41
09CD001	2,52	2,50	4,32	7,27	4,66	4,98	11,33	6,53	5,41
09DA001	0,56	1,35	6,30	7,03	1,70	5,41	11,28	6,71	10,29
09DC002	2,79	2,60	8,55	10,57	3,76	9,92	16,44	10,46	17,78
09DC003	2,79	2,60	8,55	10,57	3,76	9,92	16,44	10,46	17,78
09DD002	2,79	2,60	8,55	10,57	3,76	9,92	16,44	10,46	17,78

Emplacement	2010-2030			2040-2060			2070-2090		
	A2	B2	GA	A2	B2	GA	A2	B2	GA
09DD003	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09DD004	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09EA003	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09EA004	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09EA005	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09EB001	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09EB003	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09EC002	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09ED001	4,80	5,67	7,07	11,77	8,12	10,67	15,54	13,27	19,39
09FA001	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
09FB001	5,58	9,08	5,26	11,22	8,41	9,78	15,20	11,49	17,38
09FB002	2,79	2,60	8,55	10,57	3,76	9,92	16,44	10,46	17,78
09FC001	5,58	9,08	5,26	11,22	8,41	9,78	15,20	11,49	17,38
09FD001	5,58	9,08	5,26	11,22	8,41	9,78	15,20	11,49	17,38
09FD002	6,46	10,49	6,12	13,04	10,40	12,24	16,43	13,97	18,75
10AA001	3,65	2,58	3,90	4,80	4,61	8,68	11,68	5,65	7,61
10AA002	3,65	2,58	3,90	4,80	4,61	8,68	11,68	5,65	7,61
10AA004	3,64	3,49	5,30	7,50	5,39	8,11	13,98	7,81	9,27
10AA005	3,64	3,49	5,30	7,50	5,39	8,11	13,98	7,81	9,27
10AB001	3,65	2,58	3,90	4,80	4,61	8,68	11,68	5,65	7,61
10AB003	3,65	2,58	3,90	4,80	4,61	8,68	11,68	5,65	7,61
10AD002	3,65	2,58	3,90	4,80	4,61	8,68	11,68	5,65	7,61
10BD001	2,53	1,96	3,48	2,18	3,18	5,94	7,74	3,08	5,27
10MA001	2,79	2,60	8,55	10,57	3,76	9,92	16,44	10,46	17,78
10MA002	3,33	2,95	7,67	11,09	6,17	10,40	16,78	11,84	19,59
10MB004	2,79	2,60	8,55	10,57	3,76	9,92	16,44	10,46	17,78
10MD001	5,58	9,08	5,26	11,22	8,41	9,78	15,20	11,49	17,38
10MD002	5,58	9,08	5,26	11,22	8,41	9,78	15,20	11,49	17,38

Chez **GOLDER ASSOCIÉS**, nous mettons tout en œuvre pour être le regroupement d'experts-conseils spécialisés en sciences de la Terre et en environnement le plus respecté au monde. Propriété de ses employés depuis sa création en 1960, notre entreprise se distingue par le caractère unique de sa culture fondée sur la fierté d'être actionnaire qui génère un climat de stabilité à long terme. Nos professionnels prennent le temps de comprendre les besoins des clients et les contraintes spécifiques rattachées à leurs activités. Nous continuons à accroître et diversifier notre expertise technique et nos effectifs augmentent de manière constante. Assurant une présence mondiale, les bureaux de Golder sont situés en Afrique, en Asie, en Océanie, en Europe, en Amérique du Nord et en Amérique du Sud.

Afrique	+ 27 11 254 4800
Asie	+ 852 2562 3658
Océanie	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 356 21 42 30 20
Amérique du Nord	+ 1 800 275 3281
Amérique du Sud	+ 55 21 3095 9500

[solutions@golder.com](mailto:solutions@golder.com)

[www.golder.com](http://www.golder.com)

**Golder Associates Ltd.**  
**500 - 4260 Still Creek Drive**  
**Burnaby, Colombie-Britannique V5C 6C6**  
**Canada**  
**Tél. :604-296-4200**

