



L'EMPREINTE EAU, C'EST QUOI ?

Inventée en 2002 par **Arjen Hoekstra** (Enseignant-chercheur) et inspirée du principe de **l'empreinte carbone**, l'empreinte eau est un **indicateur qui mesure la quantité totale d'eau douce utilisée**, directement ou indirectement, pour produire un bien ou un service. Elle prend en compte à la fois **l'eau consommée**, qui ne retourne pas immédiatement au cycle naturel, et **l'eau polluée** durant le processus.



EXEMPLE CONCRET : LA MINE DE CHUQUICAMATA

Située dans le désert d'Atacama au nord du Chili, dans une région où les précipitations sont inexistantes, cette mine à ciel ouvert contient à elle seule 13 % des réserves mondiales de cuivre. Elle produit 350 000 tonnes de cuivre chaque année. Elle extrait principalement des sulfures de cuivres par flottation.

L'EXTRACTION

L'eau est utilisée pour **refroidir les machines** de forage. Elle peut également être utilisée pour **fracturer la roche** et faciliter le minage.



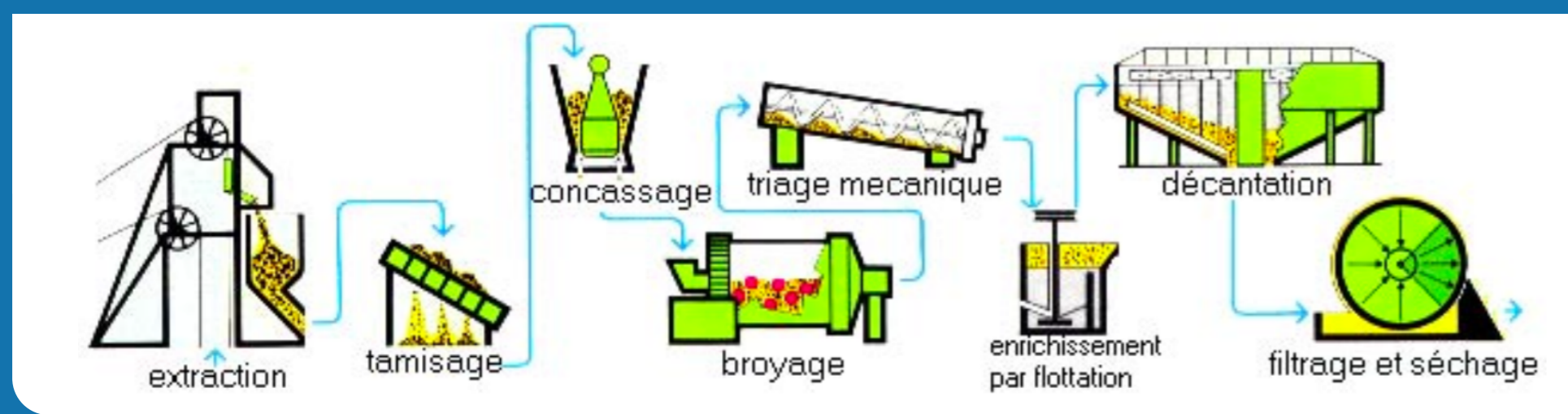
L'eau est également utilisée pour **stabiliser les poussières**, d'autant plus dans la mine de Chuquicamata, située dans une zone très sèche.

Elle sert aussi à **gérer les déchets** (stériles et non stériles) liés à l'extraction du cuivre. On peut aussi l'utiliser pour **transporter le minerai** par coulées de boue.

LE TRAITEMENT DU MINERAI

Le processus de traitement des minerais comprend plusieurs étapes nécessitant toutes de l'eau.

Le minerai est d'abord **broyé** en présence d'eau. Puis, pour extraire le cuivre à Chuquicamata, on utilise le **procédé Guggenheim**, qui est un procédé hydrométallurgique. Le minerai broyé est d'abord **lixivé** : les différents métaux sont mis en solution. Puis les différents constituants sont **séparés** grâce à la technique de flottation. Enfin, le métal est récupéré à l'état solide par **électrolyse**.



Pour mesurer l'impact de l'utilisation de l'eau sur l'environnement, on distingue trois types d'eau :

L'eau verte : elle désigne l'eau issue de la **pluie et des précipitations atmosphériques**. Elle est stockée dans les sols, puis utilisée pour l'alimentation des végétaux et la production de cultures sans irrigation artificielle.

L'eau bleue : elle désigne l'**eau de surface et l'eau souterraine**. L'eau bleue représente ainsi l'eau prélevée dans les rivières, les lacs et les nappes pour la production de biens et services.

L'eau grise : elle désigne la **quantité d'eau nécessaire au traitement des eaux usées** issues de la production des biens et des services. C'est à dire la quantité d'eau nécessaire pour diluer les rejets chimiques et **revenir aux seuils autorisés**.

En pratique, les mines ne **déclarent pas toujours** le type d'eau utilisée ; par exemple, ne pas préciser la quantité d'eau grise utilisée permet de **caché la quantité de déchets** rejetés dans la nature.

LES METHODES DE CALCULS

L'eau bleue est considérée comme consommée si elle est **évaporée, incorporée** dans le produit, **déplacée géographiquement, déplacée temporellement**.

L'eau verte est prise en compte dans l'empreinte si elle est **absorbée** par les zones de cultures, **transpirée** par les plantes et **évaporée** du sol.

Dans l'empreinte, on considère le volume d'eau **nécessaire à "purifier" l'eau grise** générée.

il existe **deux méthodes principales** pour calculer l'empreinte eau :

- **méthode du Water Footprint Network (WFN)** : elle collecte des données, calcule toute l'eau utilisée le long de la chaîne en **additionnant chaque type d'eau** malgré le fait qu'ils ne possèdent pas le même impact écologique et hydrologique.
- **La méthode AWaRe (Available Water Remaining)** : elle **pondère les consommations** d'eau effectives par un facteur traduisant la rareté de l'eau dans la région où elle a été utilisée.



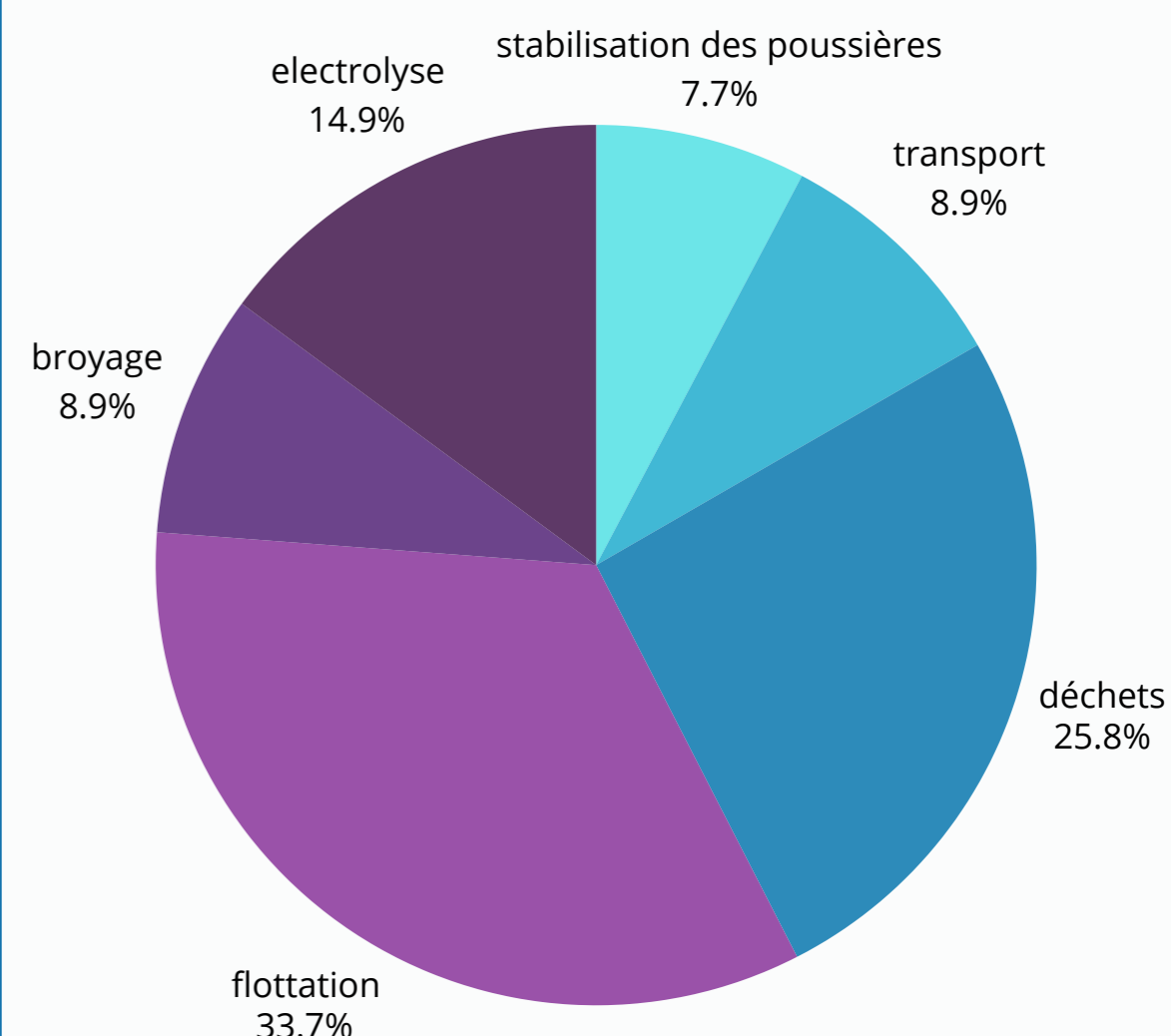
Nous allons utiliser la méthode du WFN car elle est **plus simple** et nous allons pouvoir prendre en compte **seulement l'eau bleue** (eau grise non déclarée et eau verte quasi inexistante car région déserte).

RESULTATS :

refroidissement des machines : **négligeable**
stabilisation des poussières : **3,3 m³/t**
traitement des déchets : **10,9 m³/t**
transport du minerai : **4,0 m³/t**
broyage : **3,7 m³/t**
flottation : **14,3 m³/t**
électrolyse : **6,2 m³/t**

Empreinte eau totale de Chuquicamata : 42,4 m³ par tonnes de cuivre produites

sources : Simon Meißner MDPI, 2021



distribution pour Chuquicamata, résultats variants pour chaque mines

L'APRÈS MINE

Les conséquences d'une mine sur l'eau ne s'arrêtent pas à la fin de son activité.

En effet, les puits et galeries abandonnés sont fréquemment le lieu d'émissions de gaz, qui peuvent se **dissoudre dans l'eau** et acidifier les nappes phréatiques. Par ailleurs, certaines mines sont **ennoyées** (on arrête d'extraire l'eau d'infiltration et les mines se remplissent), et là encore l'eau peut être contaminée par l'oxydation des sulfures présents dans le minerai : c'est ce qu'on appelle le **drainage minier acide**.

LIMITES DES METHODES UTILISÉES

- **Sous-estimation de l'eau grise** : les mines ont tendance à déclarer le moins de rejets possible, aussi il est compliqué d'évaluer la quantité d'eau grise consommée.
- **Certains aspects flous/non pris en compte** : évaporation de l'eau dans certains contextes, eau nécessaire à créer les infrastructures minières, jusqu'où prendre en compte la chaîne minière ?
- **Variabilité des chiffres** : les besoins en eau fluctuent en fonction de la teneur en cuivre du minerai et des procédés utilisés, rendant difficile une mesure uniforme.

A QUOI SERT L'EMPREINTE EAU ?

- Permet de **comprendre** et **quantifier** l'impact des activités humaines sur les ressources en eau.
- **Identifier** les étapes les plus consommatrices, **optimiser** les procédés industriels, et **réduire** les pertes.
- Favoriser la **réduction des coûts**, **l'adaptation au changement climatique** et la **conformité** aux réglementations environnementales.

COMMENT LA RÉDUIRE ?

- Adopter des **solutions techniques et technologiques**, comme le recyclage en circuit fermé ou les résidus filtrés.
- **Instaurer des lois** inspirées des réglementations sur l'empreinte carbone, ce qui inciterait les entreprises à adopter des pratiques plus durables et responsables.

