

MODULE



LES EAUX SOUTERRAINES ET L'ENVIRONNEMENT





CONTENU

MODULE 10

Les eaux souterraines et l'environnement

10.1	Introduction	4
10.2	L'interaction eau de surface et eau souterraine	4
10.3	Contamination des eaux souterraines	5
10.4	Écosystèmes tributaires des eaux souterraines (GDE)	8
10.5	Surexploitation des eaux souterraines	11
10.6	Les aspects environnementaux de la gestion des eaux souterraines	12
10.7	Le rôle des Organismes de Bassin pour la gestion environnementale des eaux souterraines	13
10.8	Références et autres lectures	14

Mentions légales

© Droit d'auteur 2015, tous droits réservés

L'utilisation du manuel est gratuite. Les utilisateurs doivent toutefois faire référence à la source, comme suit: «L'intégration de la gestion des eaux souterraines pour les Organismes de Bassins Transfrontaliers en Afrique - un manuel de formation produit par AGW-Net, BGR, IWMI, Cap Net, RAOB, et IGRAC». Les modifications ne sont autorisées qu'avec l'accord de AGW-Net. Les droits d'auteur des photos sont détenus par leurs propriétaires respectifs

A4A – Aqua for All

AGW-Net – Le Réseau Eaux Souterraines en Afrique

RAOB – Réseau Africain des Organismes de Bassin

BGR – Institut Fédéral des Géosciences et des Ressources Naturelles

UNDP-Cap-Net

BMZ – Ministère Fédéral de la Coopération Économique et du Développement

GWP – Partenariat Mondial de l'Eau

igrac – Centre International pour l'Évaluation des Ressources en Eau Souterraine

imawesa – Improved Management of Agricultural Water in Eastern and Southern Africa
(Gestion améliorée de l'eau agricole en Afrique Australe et de l'Est)

IWMI – L'Institut International de Gestion de l'Eau

Equipe de rédaction: Vanessa Vaessen, Ramon Brentführer – BGR

Mise en page: ff.mediengestaltung GmbH, Hannover, Allemagne

Photo: IGRAC





LES EAUX SOUTERRAINES ET L'ENVIRONNEMENT

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES:

- Comprendre le lien entre les eaux souterraines et l'environnement
- Apprécier les principales menaces environnementales qui affectent les eaux souterraines
- Apprécier les impacts que l'utilisation ou l'abus de la ressource en eau souterraine peut avoir sur l'environnement.
- Comprendre les interactions entre les contaminants et les aquifères
- Caractériser les écosystèmes tributaires des eaux souterraines

10.1 Introduction

L'eau souterraine est la partie du cycle de l'eau qui se trouve au-dessous de la surface de la Terre. L'exploitation des eaux souterraines pour diverses utilisations humaines, a un impact sur l'environnement. De même les changements dans l'environnement, qu'elle soit d'origine naturelle ou anthropique, ont le potentiel d'affecter la ressource en eau souterraine.

- Il existe deux principales interactions entre l'environnement et les nappes d'eau souterraine : une est fondée sur les flux de l'environnement vers le système des eaux souterraines et l'autre sur les flux du système des eaux souterraines vers l'environnement.
- L'environnement inter-acte avec les eaux souterraines en impactant la quantité et la qualité de la recharge. Certaines de ces interactions sont tout à fait naturelles et d'autres sont modifiées par les activités humaines. Par exemple, les différentes formes d'occupation des sols et la gestion des déchets humains peuvent entraîner la contamination des eaux souterraines. La recharge des nappes peut augmenter ou diminuer à cause des changements naturels ou humains induits pour l'environnement.
- La décharge des eaux souterraines vers l'environnement se produit pour les écosystèmes tributaires des eaux souterraines (GDE, en anglais). Un écosystème dépendant de l'eau souterraine peut être défini comme un endroit où la surface de la nappe phréatique coupe la surface du sol, donnant lieu à une certaine forme d'environnement de zones humides en général pérennes. Les GDE ont tendance à accueillir un ensemble tout à fait distinct de biote, et sont généralement hautement bio-diversifiés et productifs par rapport à la zone sèche environnante. Les GDE peuvent résulter de conditions particulières des nappes d'eau souterraine, ainsi on a différents types de GDE, avec leur spécificité individuelle. Les variétés de GDE sont décrites à la section 4 de ce module.

10.2 L'interaction eau de surface et eau souterraine

Les eaux de surface et les eaux souterraines sont des composantes intimement liées du système hydrologique. Dans les climats humides, les eaux souterraines et les eaux de surface sont souvent en contact direct, tandis que dans les climats arides et semi-arides, le lien est indirect, car elles sont habituellement séparées par une zone non saturée épaisse. Les prélèvements excessifs ou la contamination de l'une d'elles



vont avec le temps, probablement, affecter l'autre. Comprendre les principes de base des interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines est important pour une gestion efficace de toutes les ressources en eau.

L'eau, que cela soit souterraine ou de surface, s'écoule dans la direction du gradient hydraulique. L'eau coule d'une charge hydraulique élevée vers une charge hydraulique faible. Ce principe fondamental régit tous les écoulements d'eau. Afin de déterminer la direction de l'écoulement, il est nécessaire de connaître la charge de l'une ou l'autre extrémité de la trajectoire d'écoulement. Une fois la distribution de la charge est connue, il est facile de déterminer si l'écoulement provient de l'environnement de surface vers les eaux souterraines ou vice versa.

Les eaux de surface et les eaux souterraines interagissent à plusieurs endroits dans tous les bassins versants. Les eaux souterraines qui sont rechargées par les précipitations sur les zones interfluve en hauteur, pourraient décharger des mois ou des années plus tard, vers les cours d'eau, les lacs, les sources et les zones humides. D'autre part, l'eau de surface qui est dérivée de précipitations / ruissellement peut être perdue par infiltration dans le lit de cours d'eau, à travers la couche de sol et les fractures pour se mélanger avec les eaux des nappes.

Les eaux de surface et les eaux souterraines interagissent à différentes échelles physiques et sur de longues périodes de temps. Les interactions les plus significatives incluent (1) les décharges d'eaux souterraines comme un débit de base des cours d'eau pérennes tout au long de l'année; (2) la décharge des eaux souterraines comme émergence naturelle vers les sources, infiltrations, et systèmes de grottes; (3) la recharge provenant d'écoulement de surface vers le système des eaux souterraines; (4) l'écoulement des eaux souterraines vers ou provenant de réservoirs, lacs, étangs et lagunes.

La plupart de l'échange hydrologique à grande échelle, entre les eaux souterraines et de surface dans n'importe quel paysage est contrôlée par : 1) la distribution et l'ampleur des propriétés hydrauliques (conductivité hydraulique, transmissivité et le coefficient d'emmagasinement), 2) la relation du plan d'eau de surface et le niveau de la nappe phréatique adjacente, modifiée par la perméabilité de l'aquifère, 3) la géométrie et la position du chenal du cours d'eau dans la plaine alluviale (Woessner 2000); 4) l'élévation relative du niveau de l'eau le cours d'eau de surface et dans la nappe, et 5) le contexte climatique : la région de pluviosité abondante favorise la recharge dans les nappes aquifères et les fluctuations rapides du niveau des eaux souterraines.

10.3 Contamination des eaux souterraines

La contamination est l'introduction de composants biologiques physiques, et chimiques dans le système environnemental à un rythme tel que l'environnement ne puisse s'en accommoder par dispersion, décomposition, recyclage ou en les stockant sous une forme inoffensive. Dans ce cas, le contaminant occasionne un dégât structurel ou fonctionnel du système environnemental, et peut causer aussi un dommage à la santé humaine. Toute activité de développement (urbanisation, activité industrielle, agricole, et exploitation minière) par l'homme génère des contaminants qui ont un impact à la fois sur les eaux de surface et les eaux souterraines. La contamination

Quel type de processus d'interaction d'eau de surface et souterraine existent dans l'un des bassins versants de votre région? Énumérer les types et identifier les liens?



des systèmes d'eau de surface a un impact direct sur l'écosystème aquatique. D'autre part, lorsque des contaminants pénètrent dans le système des eaux souterraines, ils «s'atténuent» dans le système pendant une longue période. Selon la nature des polluants et les conditions physico-chimiques des aquifères, soit les contaminants se dégradent en composants inoffensifs, soit ils sont conservés ou transportés vers des nappes d'eau souterraine qui sont en contact avec les écosystèmes aquatiques, terrestres ou côtiers, comme les lacs, les rivières, les zones humides, les estuaires et l'océan (Figure 10.2).

Urbanisation: L'urbanisation avec de fortes concentrations de population dans des zones localisées augmente considérablement la charge de la pollution, due aux rejets d'eaux usées et d'élimination des déchets solides et donc les risques de pollution des eaux souterraines. Les populations urbaines génèrent d'énormes volumes d'eaux usées et rejettent de grandes quantités de déchets solides et liquides tous les jours contenant des matières plastiques, des produits chimiques, de la graisse et de l'huile, des métaux, verre, papier, déchets organiques, etc. L'absence de réseau d'évacuation des eaux usées, dans la plupart des centres urbains en Afrique, oblige les gens à utiliser des latrines à fosse et / ou rejettent les eaux usées non traitées dans les cours d'eau. Cela crée alors une énorme pollution diffuse du système des eaux souterraines. Les eaux usées contiennent des sels, des bactéries, du phosphore et de nombreux autres produits chimiques. Le ruissellement des rues et des bâtiments porte également des polluants tels que les bactéries, du pétrole et des produits chimiques qui peuvent entrer dans les eaux souterraines.

L'urbanisation apporte aussi avec elle des déchets, des sites de traitement et d'élimination tels que les sites d'enfouissement de déchets solides et des usines de traitement des eaux usées. Ces sources ponctuelles de pollution sont des sites où il existe potentiellement des concentrations de pollution entrant dans les nappes.

Activité Industrielle: L'élimination incontrôlée des effluents industriels a un impact énorme sur les eaux souterraines, en particulier les déchets chimiques et nucléaires. Les déchets industriels sont produits pendant les processus de fabrication. Les déchets industriels peuvent être toxiques, corrosifs ou réactifs. Quelques exemples peuvent être cités : les huiles, les solvants, les produits chimiques, les déchets radioactifs, de la ferraille et bien d'autres. Si ils sont mal gérés, ces déchets peuvent conduire à des conséquences dangereuses par la pollution des eaux souterraines dont les populations dépendent. Les eaux usées provenant des manufactures ou des procédés chimiques dans les industries, contribue beaucoup à la pollution des eaux souterraines. La plupart des grandes industries ont des installations de traitement, mais de nombreuses petites industries n'en ont pas.

Exploitation minière: La prospection et l'exploitation des ressources minérales et énergétiques en Afrique, impliquent des activités qui potentiellement peuvent affecter de manière significative la quantité et la qualité des ressources en eau souterraine existantes dans ces zones.

La pollution chimique est souvent associée à l'exploitation minière. Le principal polluant dans les zones minières actives et abandonnées est le drainage minier acide qui



est riche en métaux lourds. L'oxydation des minéraux sulfurés, tels que la pyrite, produit de l'eau très acide qui dissout alors les métaux lourds et les porte dans le milieu aquatique, y compris les eaux souterraines.

Le dénoyage des ouvrages souterrains est une composante normale de toute exploitation minière. Le dénoyage autour des zones minières abaisse nettement la nappe phréatique, ce qui affecte les écoulements d'eau de surface et l'assèchement des aquifères peu profonds. À l'échelle locale, il peut y avoir des pénuries d'eau pour les communautés en raison de l'assèchement de surfaces d'eau (ruisseaux, rivières, étangs, marécages, lacs) et les sources.

Les impacts de l'exploitation minière peuvent durer de nombreuses décennies. Par conséquent, l'évaluation de l'impact environnemental, la surveillance environnementale, la planification prévisionnelle et les garanties financières doivent être mises en place pour la gestion. Les conditions géochimiques dans le corps du minerai, les stériles et les résidus peuvent changer avec le temps et doivent être suivis. La flexibilité est donc nécessaire pour apporter les changements nécessaires en matière de contrôle de l'eau et le traitement de l'eau après la fermeture des mines.

La gestion active de la mine et la gestion de l'eau peut être nécessaire pendant des années, voire des décennies après la fermeture, selon le type de mine, la taille et la nature de la zone de perturbation, et le type de traitement du minerai utilisé. La fermeture permanente comprend systématiquement tout ou partie de ce qui suit : enlèvement / élimination des produits chimiques; la démolition de la structure ; suppression des routes et des fossés inutiles; désintoxication des déchets; endiguement des résidus et stériles; remblayage des puits; et la gestion active de l'eau, y compris en s'assurant que toutes les normes de qualité des eaux en vigueur sont remplies. Dans de nombreux cas, cela se traduit par l'exploitation et l'entretien d'une installation de traitement d'eau afin d'éliminer les produits chimiques toxiques. Sur les sites où le drainage minier acide est un problème, le traitement de l'eau après la fermeture est nécessaire pour plusieurs années, et dans certains cas, de façon permanente.

Exploitation agricole: L'agriculture a des effets directs et indirects sur la qualité des eaux souterraines. Les impacts directs incluent la dissolution et le transport de quantités excessives d'engrais, de pesticides, d'herbicides, des antibiotiques, des hormones et les matériaux associés, et les modifications hydrologiques liés à l'irrigation et le drainage. Les impacts indirects incluent les changements dans les interactions eau-roche dans les sols et les nappes aquifères causés par une concentration accrue des principaux ions et des métaux. De nombreuses études indiquent que les pratiques agricoles ont conduit à la contamination par les nitrates (NO₃⁻) et par les pesticides des eaux souterraines à des concentrations localisées dans les aquifères peu profonds.

Une agriculture durable est l'un des plus grands défis à atteindre dans les économies en développement rapide en Afrique. Selon la FAO, la durabilité implique que l'agriculture non seulement, assure un approvisionnement alimentaire, mais que ses effets sur la santé humaine, environnementaux, socio-économiques soient reconnus et pris en compte dans les plans nationaux de développement. Cependant, ce n'est pas la priorité dans les zones pauvres puisque l'attention se focalise sur l'atteinte de la sécurité alimentaire.



Les contaminants potentiels des eaux souterraines dus à l'activité agricole sont :

Nutriments: Le risque lié aux nutriments tels que l'azote et le phosphore, atteignant les eaux souterraines, dépend de la méthode d'application des éléments nutritifs et de leur étendue, le type de plantation et le type de sol. Le phosphore est très peu soluble dans l'eau, et atteint rarement la nappe, sauf dans les sols très perméables. En revanche, l'azote est soluble dans l'eau et rapidement se transforme en nitrate, qui peut contaminer la nappe phréatique, sauf si elle est utilisée par les plantes. Des niveaux élevés de nitrates peuvent conduire à l'eutrophisation¹. des plans d'eau.

Les pesticides sont plus susceptibles de s'infiltrer dans les sols sableux qui contiennent peu de matière organique. L'absorption et la décomposition de pesticides est inefficace dans les sols sableux contenant peu de matière organique, car il y a moins de microbes, et le lessivage peut être rapide à travers les grandes pores du sol. Comme les pesticides sont conçus pour tuer les parasites, son utilisation excessive aura un impact profond sur les personnes qui consomment les eaux souterraines sous-jacentes des zones agricoles.

Les micro-organismes vivent dans l'appareil intestinal animal et humain et sont déversés dans les excréments et le fumier. Quand ils atteignent les eaux de surface, ils peuvent causer des maladies chez les humains et le bétail. L'eau souterraine est largement protégée contre ce type de contamination en raison des processus physique (filtration), chimiques (adsorption) et biologiques (disparition naturelle).

10.4 Écosystèmes tributaires des eaux souterraines (GDE)

Les écosystèmes tributaires des eaux souterraines (GDE) varient; il y'en a qui sont marginaux, d'autres dépendent occasionnellement des eaux souterraines, et d'autres le sont entièrement. Les écosystèmes tributaires des eaux souterraines sont des communautés de plantes, d'animaux et d'autres organismes dont l'étendue et les processus liés à leur vie dépendent de l'eau souterraine.

Certains des écosystèmes qui suivent peuvent dépendre des eaux souterraines :

- Environnements fluviaux où la décharge du débit de base entretient un écoulement pérenne.
- Zones humides dans les zones de décharge des eaux souterraines ou de nappe phréatique peu profonde
- Végétation et faune terrestres, dans les zones où la nappe phréatique est peu profonde ou dans les zones riveraines le long de ruisseaux / rivières
- Écosystèmes aquatiques dans les ruisseaux et les lacs alimentés par les eaux souterraines
- Systèmes karstiques
- Sources
- Écosystèmes marins côtiers et d'estuaires

¹ Eutrophisation : le processus par lequel une eau de surface acquiert une concentration élevée de substances nutritives, en particulier des phosphates et des nitrates. Celles-ci favorisent généralement la croissance excessive d'algues. Comme les algues meurent et se décomposent, des niveaux élevés de la matière organique et les organismes en décomposition, soustraient à l'eau l'oxygène disponible, provoquant la mort d'autres organismes, tels que les poissons. L'eutrophisation est un processus naturel, lent pour un plan d'eau, mais l'activité humaine accélère grandement le processus.

Activités constituant des menaces pour les écosystèmes tributaires des eaux souterraines

Les principales activités constituant des menaces sont :

- exploitation intensive des ressources en eau souterraine
- changements dans l'occupation des sols - en particulier le changement de la végétation indigène sur les terres agricoles
- le développement et l'expansion agricole
- drainage et substrat minier acide associés à l'exploitation minière
- déviation de rivière et construction de barrage
- aménagements commerciaux, urbains ou de loisirs.

Quelles sont les quelques activités menaçant les écosystèmes tributaires des eaux souterraines dans votre bassin versant?

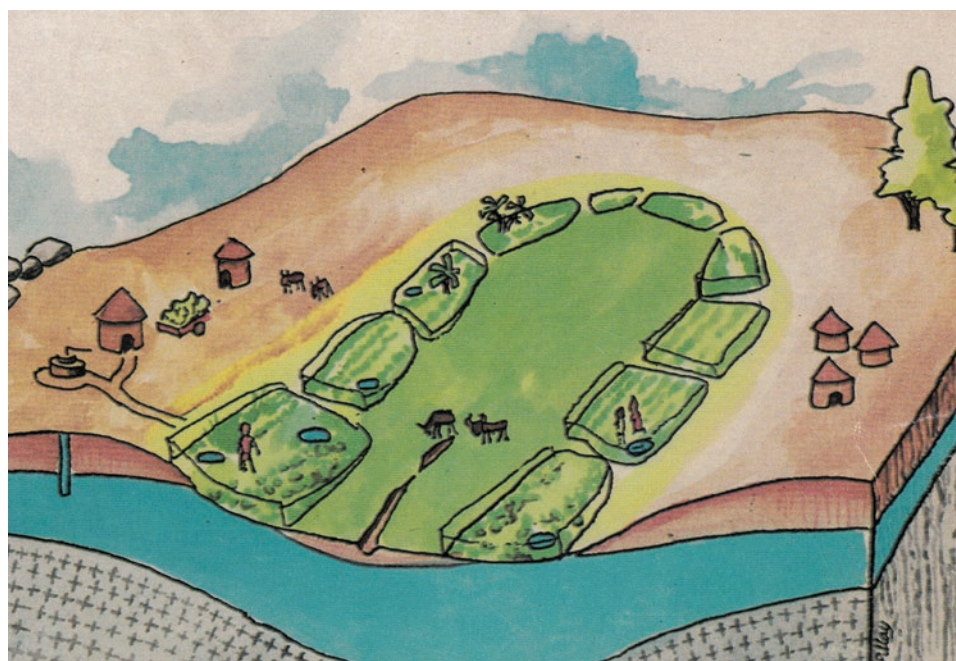


Figure 10.1. Les écosystèmes tributaires des eaux souterraines se rencontrent lorsque le niveau de la nappe est intercepté par la surface terrestre, ce qui occasionne la formation de zones humides pérennes. Pendant les périodes de sécheresse prolongées, ils servent de refuges pour la flore et la faune. Cet exemple montre une «Dambo» qui est utilisée pour l'arrosage de jardin au Zimbabwe (Source: Université du Zimbabwe).

Ces activités peuvent potentiellement de modifier les niveaux des eaux souterraines et la qualité de l'eau utilisée par les écosystèmes. Les écosystèmes sont, dans une large mesure, dépendant des eaux souterraines, et ceux qui occupent une bande écologique très étroite et des zones arides et semi arides pourraient être complètement éliminés même par des changements relativement petits dans le régime de l'eau ou de la qualité de l'eau. En saison sèche, surtout dans les zones moins humides et semi-arides en Afrique, le débit de base des cours d'eau est entretenu entièrement à partir des eaux souterraines. Cela rend la gestion de ces eaux souterraines très importante à la fois pour l'homme et l'environnement où la faune, la flore et les gens dépendent de la disponibilité des eaux de surface.

Beaucoup d'écosystèmes existent dans des environnements qui ont été modifiés par l'activité humaine. Certains ont vu le jour en raison des activités humaines, telles que



les zones humides qui peuvent exister en aval des usines de traitement des eaux usées ou des sites de décantation des mines. D'autres se sont taris à la suite d'une ou plusieurs activités dangereuses indiquées ci-dessus.

Quelques écosystèmes tributaires des eaux souterraines, sont vulnérables à une légère baisse des nappes en raison de l'utilisation excessive et / ou une diminution de la recharge. Les prélèvements d'eau souterraine par les humains peut abaisser les niveaux des nappes dans les aquifères libres, et le niveau piézométrique dans les aquifères captifs. Le résultat peut être une modification du timing, de la disponibilité, et du volume des flux d'eau souterraine vers les écosystèmes.

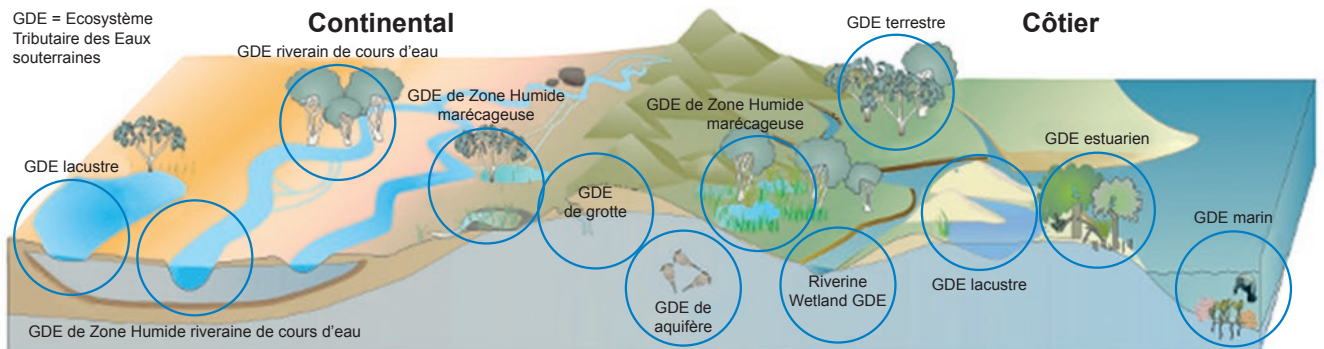


Figure 10.2. Des exemples d'écosystèmes tributaires des eaux souterraines, où la nappe maintient directement ou indirectement des écosystèmes terrestres et aquatiques. (Source: <http://wetlandinfo.ehp.qld.gov.au/wetlands/ecology/aquatic-ecosystems-natural/groundwater-dependent/>)

Certaines des méthodologies de planification et de mise en œuvre coordonnée, qui sont appropriées pour minimiser les impacts négatifs sur les écosystèmes sont (1) le maintien de schémas naturels de réalimentation et de décharge; (2) minimiser les perturbations du niveau de la nappe qui sont critiques pour les écosystèmes; (3) la protection de la qualité des eaux souterraines en évitant l'ajout de contaminants toxiques; et (4) la réhabilitation des systèmes d'eau souterraine dégradés là où c'est possible.

Les débits environnementaux

Les débits environnementaux sont la quantité et le timing des écoulements de surface et souterrains requis pour maintenir les composants, les fonctions, les processus et la résilience des écosystèmes aquatiques et les services qu'ils fournissent aux populations. Les débits environnementaux visent à imiter les schémas et les résultats écologiques du régime d'écoulement naturel. Afin de maintenir un débit environnemental sain, la gestion coordonnée des eaux de surface et des eaux souterraines est essentielle. Il existe des cadres souples et itératifs qui peuvent aider à l'évaluation des débits environnementaux dans un bassin hydrographique donné. Le cadre suivant comprend trois niveaux d'évaluation: 1) l'évaluation hydrologique globale: au bureau et sur le terrain (identification des indicateurs hydrologiques, les limites écologiques de modifications hydrologiques); 2) l'interprétation scientifique des processus et des impacts: groupe de discussion; et 3) l'examen des compromis et la prédiction des impacts et des recommandations.



Même si l'évaluation des débits environnementaux est axée sur l'eau de la rivière, la solution de gestion reposera sûrement sur l'utilisation durable des eaux souterraines afin de maintenir le débit de base des cours d'eau.

Certains objectifs pour la gestion des écosystèmes sont proposés de ci-dessous :

- Gérer les écosystèmes de manière à répondre aux divers mandats légaux, y compris, mais sans s'y limiter, ceux associés aux plaines inondables, les zones humides, la qualité et la quantité de l'eau, le drainage minier acide et le substrat, les espèces en voie de disparition, et des aires culturelles.
- Gérer les écosystèmes en vertu des principes de la GIRE, tout en insistant sur la protection et l'amélioration de la nappe phréatique.
- Délimiter et évaluer à la fois les eaux souterraines et les écosystèmes tributaires avant la mise en œuvre de tout projet susceptible d'affecter négativement les ressources. Déterminer les limites géographiques des écosystèmes en fonction des caractéristiques propres à chaque site d'eau, la géologie, la flore, et faune.
- Établir les limites maximales pour lesquels les niveaux d'eau peuvent être rabattus, à une certaine distance d'un écosystème afin de protéger la nature et la fonction de l'écosystème.
- Pendant l'exploitation d'un forage, fixer une distance minimale par rapport à une rivière, un ruisseau, une zone humide

Quelles autres mesures préconisez-vous?

10.5 Surexploitation des eaux souterraines

La baisse de niveau des eaux souterraines est la conséquence inévitable et naturelle des prélèvements d'eau d'un aquifère. La surexploitation des eaux souterraines peut potentiellement compromettre le bilan de l'eau dans les bassins versants des rivières et des zones humides en liaison hydraulique avec les eaux souterraines, et peut conduire à des réductions de débit de base. Cependant, «surexploitation» est un jugement de valeur. Jusqu'à quand parle-t-on de «surexploitation»? On considère qu'il y a surexploitation s'il y a des effets irréversibles sur l'aquifère. Bien sûr, à ce stade, il est déjà trop tard parce que les dommages permanents à l'environnement ont déjà eu lieu. On peut considérer une surexploitation, lorsque les avantages des prélèvements d'eau souterraine sont éclipsés par les effets négatifs découlant de la réduction du débit de base et du débit de la source.

L'octroi de licences pour les eaux souterraines dans les zones sensibles, nécessite la compréhension globale de la corrélation entre les plans d'eau de surface et les eaux souterraines. Cette information ne sera pas facile à réaliser sans un système de suivi bien conçu et une bonne série de temps de données pour aider à l'évaluation de cette relation, qui peut ensuite être utilisée comme une base pour ajuster les limites de prélèvement.

La réponse des aquifères au sur-pompage dépend des caractéristiques de l'aquifère, comme la transmissivité et la porosité efficace (aquifère libre) ou le coefficient d'emmagasinement (captif) et le taux de recharge de l'aquifère. Les aquifères captifs ou semi-captifs montreront une réponse rapide et importante de la charge (hydraulique) au pompage; ce qui peut induire les différences les plus importantes de la charge et des flux par rapport à une rivière. Les affaissements de sols adjacents en raison



d'aquifères exploités, peuvent résulter de baisses de pression de fluide, dus aux prélèvements d'eau souterraine.

Il est important de faire preuve de souplesse lors de l'élaboration de solutions de gestion pour relever les défis environnementaux. Conserver les eaux souterraines en réduisant le pompage, peut être accompli grâce à des contrôles administratifs, législatifs, ou de gestion, y compris des incitations économiques pour réduire la demande. Il est important de cibler les réductions qui font économiser l'eau. Dans les zones agricoles, par exemple, l'amélioration de l'efficacité est parfois recherchée par le revêtement des canaux d'irrigation pour réduire les infiltrations. Bien que cela permette d'économiser l'eau d'irrigation, il permet également de réduire le flux de retour vers les nappes. Une stratégie plus efficace consisterait à planter une culture différente qui utilise moins d'eau.

La gestion conjointe des eaux de surface et des eaux souterraines pourrait aider à réduire la pression sur les deux ressources. La gestion conjointe des eaux de surface et souterraines peut être fondée sur le fait que les prélèvements d'eau surface, les barrages, la déviation etc. ont des impacts amont / aval très importantes. Avec les prélèvements des eaux souterraines, les impacts sont centrés autour des points de captage avec beaucoup moins d'effets amont / aval importants. Des méthodes d'optimisation peuvent être utilisées pour positionner les centres de pompage afin de maximiser les retraits tout en minimisant les effets néfastes amont / aval tels que la baisse du débit de base. Cela peut conduire les futurs gestionnaires de l'eau à mettre en œuvre un zonage approprié ou à exiger des permis, où les taux de pompage admissibles varient avec l'emplacement en raison des propriétés hydrogéologiques, la distance des limites, et les réponses de l'unité d'eau de surface.

Une réallocation entre secteurs économiques offre aussi la possibilité d'optimiser l'utilisation conjointe. Par exemple les ressources en eau souterraine potable peuvent être substituées à l'eau de surface non traitée, qui peut ensuite être dirigée vers la demande d'irrigation.

10.6 Les aspects environnementaux de la gestion des eaux souterraines

La gestion des eaux souterraines est une partie importante de la gestion des ressources en eau, afin de soutenir les moyens de subsistance de vastes populations rurales, la croissance rapide de l'urbanisation, de l'irrigation et de l'activité industrielle. Les trois principales considérations pour la gestion des eaux souterraines, du point de vue environnemental, sont les suivantes :

- (i) L'exploitation des eaux souterraines doit être durable sur le long terme. Cela signifie que le taux de prélèvement doit être inférieur ou égal au taux de recharge . Si le taux de prélèvement est plus élevé que le taux de recharge, elle se traduira comme une exploitation minière de l'eau souterraine; ce qui devrait être soigneusement pris en considération pour certains cas spécifiques. Si un tel schéma se produit, les niveaux des eaux souterraines vont continuer à diminuer, ce qui augmentera progressivement les coûts de pompage, et puis à un certain niveau, il ne serait plus économique de continuer à pomper l'eau souterraine pour de nombreux usages tels que la production agricole.



- (ii) Les activités humaines qui pourraient nuire à la qualité des eaux souterraines pour une utilisation éventuelle future, doivent être contrôlées. Cela comprend le lessivage des produits chimiques comme les nitrates et les phosphates provenant des activités agricoles extensives et intensives, la contamination par les substances toxiques et autres produits chimiques indésirables provenant des décharges et autres pratiques d'élimination des déchets nuisibles à l'environnement, la contamination bactérienne et virale due à un traitement inadéquat des eaux usées et des pratiques d'élimination des eaux usées, et en plus l'augmentation de la salinité due à des pratiques d'irrigation inefficaces ou inappropriées, et la salinisation due à un pompage excessif dans les zones côtières.
- (iii) Une mauvaise gestion des eaux souterraines contribue souvent à d'autres impacts environnementaux négatifs tels que la dessiccation des zones humides, la diminution du débit de base, etc.

Les évaluations d'impact environnemental peuvent être considérées comme un outil de planification pour aider les planificateurs à anticiper les impacts potentiels futurs des activités alternatives d'exploitation des eaux souterraines; il s'agit des impacts à la fois bénéfiques et néfastes, en vue de choisir la solution «optimale» qui maximise les effets bénéfiques et atténue les incidences négatives sur l'environnement. Elle peut être utilisée non seulement pour les projets d'exploitation des eaux souterraines, mais aussi pour les plans, programmes et politiques (Biswas, 1992).

10.7 Le rôle des Organismes de Bassin pour la gestion environnementale des eaux souterraines

Quels sont les rôles que les organismes de bassin peuvent prendre pour s'assurer que la gestion des eaux souterraines réalisée est sensible aux besoins de l'environnement?

Disponibilité de l'eau :

Ce module a discuté de l'impact des eaux souterraines sur le débit de base et sur les écosystèmes tributaires des eaux souterraines. Les Organismes de Bassin pourraient effectuer des analyses de l'hydrogramme de la rivière afin de déterminer la partie de l'écoulement total de la rivière dans le bassin versant qui peut être attribuée au débit de base. Les comparaisons entre le débit de la rivière dans les zones où l'utilisation des eaux souterraines est intensive, et des zones où les eaux souterraines ne sont pas exploitées, peuvent apporter des réponses. Cependant le suivi à la fois du pompage des nappes, des séries chronologiques des niveaux d'eau souterraine et des niveaux limnimétriques de la rivière, sera essentiel pour gérer ces interactions. Sans ces données, la gestion devient juste un travail d'approximation, et peut avoir un impact économique négatif, sans apporter d'avantages à l'écoulement de la rivière.

Les Organismes de Bassin pourraient réaliser un inventaire des écosystèmes tributaires des eaux souterraines et quantifier leur valeur économique et environnementale. Si ces écosystèmes sont potentiellement menacés par l'exploitation des ressources en eau souterraine ou des changements dans l'occupation des sols, l'Organisme de Bassin pourrait instituer une surveillance et délivrer des permis de prélèvement des eaux souterraines de courte durée avec un suivi régulier. Un sys-



tème de classement des priorités peut être utile pour s'assurer que les écosystèmes tributaires, les plus vulnérables et les plus précieux sont protégés. Les écosystèmes pourraient commencer à changer de manière inacceptable, bien avant la dessiccation complète, et les seuils de ces changements doivent être compris et protégés.

Les Organismes de Bassin doivent également évaluer la valeur économique et environnementale du maintien du débit de base. Les eaux souterraines qui se déchargent en débit de base, ont des impacts significatifs en aval, un facteur qui doit être pris en considération lors de l'attribution des permis de prélèvement des eaux souterraines.

10.8 Références et autres lectures

Biswas A.k (1992)

Environmental impact assessment for groundwater management.

Journal of Water Resources Development, 8: 2, 113 — 117

Böhlke J. K(2002)

Groundwater recharge and agricultural contamination.

Hydrogeology Journal 10:153–179

Konikow, L.F., · Kendy, E. (2005).

Groundwater depletion: A global problem.

Hydrogeol Journal 13:317–320

Woessner WW (2000)

**Stream and fluvial plain groundwater interactions:
rescaling hydrogeologic thought.**

Ground Water 38(3): 423–429

Web resources:

http://www.un-igrac.org/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=176

<http://www.deh.gov.au/water/rivers/nrhpgroundwater/chapter2.html>



RESEARCH PROGRAM ON
Water, Land and
Ecosystems

Led
by:

