

MODULE



SUIVI DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE ET GESTION DE L'INFORMATION





CONTENU

MODULE 5

Suivi des nappes d'eau souterraine et gestion de l'information

5.1	Introduction	4
5.2	Pratique de suivi et de contrôle	8
5.3	Le stockage des données et la gestion de l'information	13
5.4	Avantages et efficacité des coûts du suivi	16
5.5	Accès et échange de données nationales dans les OBT	17
5.6	Les données mondiales	18
5.7	Référence	19
5.8	Exercice	20

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: IWMI





SUIVI DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE ET GESTION DE L'INFORMATION

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Pourquoi et comment surveiller les niveaux d'eau souterraine, les prélèvements et la qualité
- Comprendre les différents objectifs du suivi
- Comment concevoir et exploiter un système de surveillance ciblée et à moindre coût
- Comment stocker et gérer des données et informations
- Comment utiliser les données / information de suivi pour la gestion

5.1 Introduction

Surveillance des eaux souterraines: le point de départ de la gestion

La surveillance des eaux souterraines et l'acquisition de données sur les eaux souterraines sont des préalables pour toute gestion efficace des ressources en eaux souterraines, tant en termes de qualité et de disponibilité de la ressource elle-même. En raison de la complexité des systèmes d'eau souterraine, la conception et le fonctionnement d'un contrôle efficace des eaux souterraines est loin d'être simple. Les systèmes de surveillance bien conçus sont capables de fournir des informations vitales à un coût raisonnable sur l'aquifère.

Ce module aborde les différents buts et objectifs de la surveillance pour une gestion axée sur le postulat qu'un système de surveillance peut être conçu et exploité de manière efficace.

Le principe sous-jacent est que la surveillance des eaux souterraines doit toujours être axée sur la cible. Cela signifie que la question de gestion doit être définie d'abord et la surveillance doit être conçue en conséquence. De cette façon, le but de la surveillance et ses résultats sont d'autant mieux reconnus par les gestionnaires de l'eau, ainsi que les usagers de l'eau qui à la fin vont supporter le coût de la surveillance. Le suivi ne doit jamais devenir un but en soi.

Surveillance des eaux souterraines transfrontalières

La surveillance des eaux souterraines transfrontalières a un certain nombre de différences significatives par rapport aux systèmes et stratégies de contrôle interne. Ces différences sont dues à la nature elle-même de la ressource en eau souterraine, au mandat juridique et à la capacité institutionnelle des organismes de bassin transfrontalier (TBO).



Les impacts anthropiques sur les ressources en eau souterraine n'ont généralement pas de portée sur l'écoulement amont / aval, mais ils ont tendance à être plutôt localisés. Cet aspect est pertinent lorsqu'il s'agit de surveiller des eaux souterraines transfrontalières. En effet il est souvent question de suivre une ressource en eau souterraine fortement utilisée ou menacée d'un côté d'une frontière internationale. Il ya des exceptions, par exemple, une forte exploitation des aquifères alluviaux le long des rivières transfrontalières tend à avoir un impact significatif sur le débit de la rivière, réduisant ainsi l'écoulement vers les Etats riverains situés en aval.

Le mandat légal des Organismes de Bassin Transfrontalier (OBT) ne s'étend habituellement pas à la surveillance, ou encore au stockage des données. Il peut être limité à la visualisation, à l'enregistrement et l'évaluation des données de surveillance, et à la détermination des impacts transfrontaliers. Les OBT peuvent ne pas avoir la capacité institutionnelle de procéder à l'analyse des données de surveillance. Dans ces zones, les OBT auront généralement à s'appuyer sur des informations fournies par les institutions nationales de gestion de l'eau qui partagent la ressource en eau souterraine commune.

Le rôle des OBT peut être plus axé sur le rassemblement des données de surveillance des aquifères transfrontaliers provenant des Etats concernés et de fournir un plateau et un ensemble de lignes directrices pour l'intégration des systèmes de surveillance, mais aussi de négocier les résultats.

Le cycle de surveillance des eaux souterraines

L'approche de surveillance des eaux souterraines, axée sur la cible, se reflète également dans le cycle de surveillance qui comprend le processus complet de définition du problème, des objectifs de gestion, des besoins en information, l'acquisition de données, leur stockage, l'interprétation et la diffusion, donnant lieu à des informations précises pertinentes pour la compréhension de l'aquifère et pour des mesures de gestion qui en découlent (Figure 5.1).

L'essence de la surveillance comprend la conception du système de suivi, la collecte, le traitement et l'interprétation des données afin de répondre à une série de besoin d'informations bien définies, à des fins de gestion. Toutes les étapes du processus de surveillance doivent être soigneusement définies et conçues dans le but spécifique de la surveillance. Les spécialistes des eaux souterraines peuvent avoir tendance à mettre l'accent sur la collecte de données et leur interprétation, et peuvent donner moins d'attention à la diffusion des résultats à d'autres parties prenantes. Pourtant, le cycle de suivi n'est complet que si elle fournit les informations requises aux gestionnaires ou utilisateurs de l'eau pour prendre des mesures.

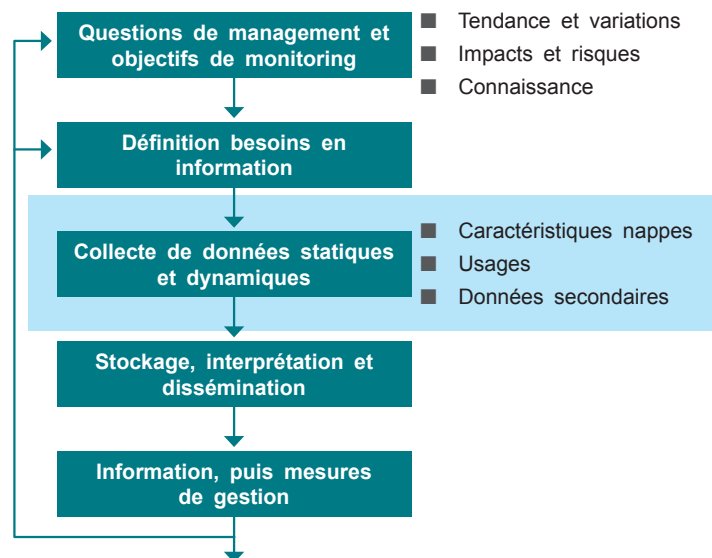


Figure 5.1: Cycle de suivi : informations > Données > Informations.

Objectifs de suivi : répondre aux besoins en information

Il ya quatre objectifs de base pour l'établissement d'un système de surveillance :

- **Suivi des ressources** pour améliorer la compréhension du système aquifère dans un bassin (recharge, décharge, interaction avec les eaux de surface, les changements dans la qualité et la quantité au fil du temps);
- **Surveillance de la conformité** pour obtenir des informations sur l'efficacité des mesures de gestion. Cela a deux dimensions principales :
 - Mesure de l'usage des eaux souterraines et la réponse de l'aquifère : recueillir les informations nécessaires pour les mesures de gestion liées à la quantité (restriction sur le nombre de puits, ainsi que les débits et l'espacement des forages ou la réglementation pour prévenir les niveaux d'eau des forages et champs de forages de descendre en dessous d'un certain seuil).
 - Mesure des paramètres de qualité des nappes d'eau souterraine captées pour vérifier le respect des teneurs maximales prescrites.
- **Suivi de la protection** des impacts potentiels sur les infrastructures spécifiques des eaux souterraines ou sur les eaux souterraines : des exemples typiques sont la protection des :
 - Champs de forages ou des sources d'approvisionnement en eau publique contre les risques d'épuisement et menaces sur la qualité;
 - Infrastructures urbaines contre les affaissements de terrain;
 - Sites archéologiques contre la hausse de niveau des nappes phréatiques;
 - Réserves stratégiques d'eau contre les risques d'épuisement ou de dégradation de la qualité;
 - Écosystèmes dépendants des eaux souterraines contre des changements indésirables en quantité et / ou qualité de l'eau.
- **Suivi du confinement de la pollution** pour fournir des informations d'alerte précoce sur les impacts des risques potentiels de pollution provenant de :
 - L'utilisation intensive des terres agricoles;
 - Sites industriels de secteurs spécifiques;
 - Sites d'enfouissement de déchets solides;
 - Zones de mise en valeur des terres;
 - Carrières et des mines.



Une formulation claire et nette des objectifs de surveillance est la première étape importante, car elle permet de (i) définir les acteurs qui sont impliqués (en amont et en aval) et (ii) d'interagir avec eux sur l'information requise qui devrait être fournie par le système de surveillance.

L'ensemble des exigences pour la conception d'un système de suivi et de contrôle peut combiner plusieurs des objectifs ci-dessus. Un exemple est montré dans la figure 5.2 où la comparaison entre les séries chronologiques des niveaux de précipitations et des eaux souterraines montre la relation pluie-recharge (surveillance des ressources) et aussi l'impact d'un forage profond de production sur la nappe d'eau souterraine peu profonde à proximité d'un piézomètre d'observation (6.11).

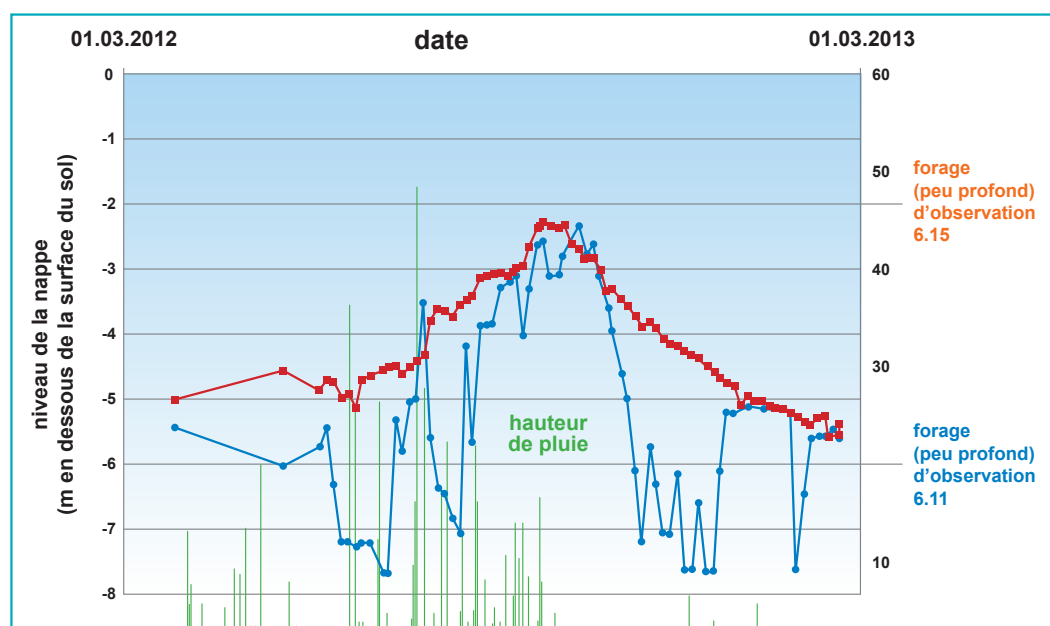


Figure 5.2: Les séries chronologiques du niveau des eaux souterraines (bleu et rouge) et les précipitations (vert clair). Les deux puits d'observation montrent un impact de l'événement de pluie en une journée. Les brusques variations des niveaux d'eau au puits d'observation 6.11 indiquent qu'il est affecté par une production à proximité, alors que le puits d'observation 6.15 ne révèle aucune influence.



5.2 Pratique de suivi et de contrôle

Collecte de données statiques et dynamiques

Tout réseau de suivi doit être conçu pour atteindre des objectifs spécifiques tels que déterminés par un certain nombre de questions de gestion en ce qui concerne un ou plusieurs aspects de la ressource en eau souterraine. Ceci détermine le type de données qui doivent être collectées et la localisation et la répartition des forages du réseau de surveillance. Le tableau 5.1 ci-dessous résume le type de données qui peuvent être nécessaires et établit une distinction entre les données statiques et dynamiques.

Tableau 5.1 Types de données nécessaires à la gestion des eaux souterraines

TYPE DE DONNÉES	DONNEES STATIQUES Aucune variation significative avec le temps (à partir d'archives)	DONNÉES DYNAMIQUES Variation dans le temps (à partir du terrain)
Présence des eaux souterraines et propriétés des aquifères	Registre de forages d'eau (logs hydrogéologiques, niveaux et qualité initiale des eaux souterraines) Pompages d'essai (tests de puits et de nappes)	Suivi du niveau des eaux souterraines Suivi de la qualité des eaux souterraines
Utilisation des eaux souterraines	Installations de pompes de forage d'eau Inventaires de l'utilisation de l'eau Registres et prévisions de la population Consommation d'énergie pour l'irrigation	Suivi des prélèvements d'eau des forages (direct ou indirect) Variations du niveau de la nappe au niveau du forage
Informations additionnelles	Données climatiques Inventaires de l'occupation des sols Cartes / coupes géologiques	Jaugeage du débit de la rivière Observations météorologiques Etude par satellite de l'occupation des sols

La première étape consiste à recueillir et examiner les données disponibles (statiques) dans les archives et les rapports, afin d'établir la situation de référence. Sur cette base, un réseau de points d'observation doit être configuré pour collecter des données dynamiques, si possible à partir de forages/puits de suivi ou dédié à l'observation (figure 5.3).

Pour la surveillance des eaux souterraines, des données telles que le niveau des eaux souterraines, la pression piézométrique et la qualité de l'eau doivent être collectées pour détecter les changements potentiels dans l'écoulement des eaux souterraines et la qualité. Une série de puits d'observation associée à une sélection de forages de production composent normalement un **réseau de suivi**, conçu pour :

- Détecter des changements dans la réserve de la nappe, le débit et la qualité
- Évaluer les risques spécifiques à l'aquifère;
- Évaluer la recharge et la décharge des aquifères



L'utilisation des puits abandonnés ou des forages de production existants pour le suivi, est un aspect rentable, mais dans le cas de l'utilisation de forages de production en activité, des précautions doivent être prises comme :

- Le niveau d'eau mesuré soit bien le niveau statique ;
- L'échantillon d'eau prélevé est représentatif et fiable.

Les autres données dynamiques qui peuvent être nécessaires sont l'utilisation de l'eau, les précipitations, le débit de la rivière, le changement démographique et les changements d'occupation des sols.



Figure 5.3 Un exemple d'ouvrage de suivi : un tubage crépiné de 1'' ou 2'' avec un tubage supérieur de 3 ou 4'' qui protège l'ouvrage des inondations et permet de visser un bouchon de protection approprié. Les piézomètres d'observation de 1'' sont faits pour les mesures de niveau de l'eau uniquement (avec une sonde d'eau ou un capteur). Ceux de 2'' permettent également l'échantillonnage de l'eau avec un tube de prélèvement.

Comment mesurer la réponse de l'aquifère aux prélèvements de l'eau souterraine?

En faisant le suivi des prélèvements et les changements de niveaux d'eau, l'effet du pompage de l'aquifère peut être évalué, ce qui fournit des informations clés pour la gestion des ressources en eau souterraine.

Les champs de forages sont généralement conçus sur la base d'une **réponse prévisionnelle acceptable de l'aquifère** pour un certain niveau de prélèvement. Cette information est normalement basée sur les résultats des essais de pompage de longue durée et/ou la modélisation numérique qui simule différents scénarios de prélèvements. La mise en place de champs de captage et les permis de prélever sont ensuite délivrés sur la base de ces prévisions.

Le débit et le sens d'écoulement de l'eau souterraine sont contrôlés par le gradient, ce qui peut être déterminé à partir des niveaux d'eau observés dans l'aquifère. Si la zone sur laquelle les changements de niveau d'eau ont lieu et les porosités de l'aquifère y sont connus, alors la recharge ou décharge volumétrique peuvent être calculées.

Le suivi de l'aquifère joue un rôle important dans ce contexte, car :



- Mesurer (et archiver) la situation de référence pour les nouveaux forages de production est important pour fournir des informations de base pour l'évaluation des changements futurs ;
- Les observations de niveau des eaux souterraines et des débits de pompage au cours d'opération de terrain, fournissent des informations pour vérifier la réaction prévisible de l'aquifère et, si nécessaire, prendre des mesures en temps opportun pour réduire les prélèvements (voir la figure 5.2) ;
- L'information recueillie peut également jouer un rôle clé dans l'augmentation de la sensibilisation des usagers de l'eau, et de faciliter ainsi la mise en place de mesures nécessaires de gestion de la demande en eau souterraine. Cela peut alors conduire à un suivi participatif.

ENCADRÉ 5.1: VOIR PAR EXEMPLE LA FIGURE 5.2

La situation dans la figure 5.2 correspond à l'exemple pratique suivant

3 forages de production ont été forés au cours des dernières années et les essais de pompage sur les nouveaux forages ont fourni des informations sur les caractéristiques de l'aquifère (transmissivité, perméabilité) et sur la performance des forages (débit spécifique).

Le débit spécifique est contrôlé annuellement par un essai de pompage de courte durée. Un changement dans le débit spécifique au fil des années, signifie que (i) le rendement du forage diminue, par ex. en raison du colmatage ou (ii) que les conditions de l'aquifère ont changé par ex. en raison de sur-pompage.

- Les niveaux d'eau souterraine dans les forages d'observation en combinaison avec les données pluviométriques montrent que (i) la recharge annuelle est beaucoup plus élevée que les prélèvements combinés des forages de production et des puits peu profonds et (ii) que les forages de production affectent la nappe phréatique seulement dans un rayon de 200-250 mètres autour des forages.

Cette information a été utilisée pour informer les utilisateurs des puits peu profonds et s'accorder avec eux sur un plan de gestion commun pour le captage des eaux souterraines de l'aquifère.

Quelles sont les questions clés dans le suivi des fluctuations et des tendances du niveau des eaux souterraines?

Les réseaux de suivi des eaux souterraines doivent être conçus par des spécialistes sur la base des exigences de gestion, et avec un accent particulier sur la surveillance dans les zones de réalimentation et de décharge. Déterminer l'étendue des zones de recharge peut être complexe, car elles sont généralement de vastes zones diffuses avec différentes lithologies, sols et occupation des sols. Les zones de décharge ont tendance à être plus localisée et sont souvent marquées par les zones humides, les zones d'infiltration, le débit de base ou des sources.

Les mesures du niveau des eaux souterraines peuvent être faites automatiquement ou manuellement, soit dans les forages d'observation ou de production, et doivent



toujours être soumises à des contrôles de qualité. Les changements de niveau des eaux souterraines observés grâce à la surveillance peuvent avoir des causes très différentes et doivent être soigneusement évalués pour déterminer l'action correcte nécessaire.

Comment surveiller l'utilisation des eaux souterraines?

Le suivi direct des prélèvements de la nappe par des compteurs d'eau est précis mais coûteux, puisque tous les points de pompage doivent être équipés de compteurs; cela exige la pleine coopération des usagers de l'eau, ce qui n'est pas toujours facile à réaliser.

Le contrôle indirect de captage des eaux souterraines est toujours moins précis, mais au moins une estimation est obtenue. Un suivi indirect peut être effectué par :

- La collecte de données indicatives, par exemple l'usage des eaux souterraines par l'irrigation peut être estimé indirectement en utilisant des heures de fonctionnement de la pompe (à partir de la consommation d'énergie) multipliées par le débit moyen de pompage
- L'utilisation de la télédétection : les satellites ou les capteurs aéroportés peuvent fournir des mesures objectives potentiellement à grandes échelles, avec la couverture quasi-continue, à faible coût par km². Les informations sur la superficie des terres irriguées, ou l'évaporation réelle journalière et cumulative peut être estimée. Ces techniques sont en pleine expansion tout le temps, avec différents capteurs et approches.
- Les estimations des changements dans le prélèvement régional des eaux souterraines pour l'approvisionnement domestique peuvent également être obtenues par l'information sur les changements démographiques et des contrôles aléatoires sur l'utilisation de l'eau par habitant.

Les approches ci-dessus se réfèrent principalement à des eaux souterraines dans les zones rurales, où l'usage pour l'irrigation est le plus grand consommateur. L'utilisation intensive des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau domestique se rencontre aussi dans les villes à croissance rapide, où la fourniture des services d'eau est insuffisante. C'est le cas dans de nombreuses villes d'Afrique, et a conduit à un captage massif des eaux souterraines, par des privés. Le suivi de cet usage de l'eau peut être fait en utilisant des données démographiques en combinaison avec des images satellitaires montrant l'expansion urbaine et l'estimation de la consommation d'eau par ménage à travers des échantillons (ex. par des enquêtes aléatoires).

Comment surveiller la qualité des eaux souterraines?

Pour le suivi de la qualité des eaux souterraines, un intérêt particulier est généralement sur le service public d'AEP à partir de forages d'eau et des sources, au moyen de systèmes de distribution par canalisations. Deux composants principaux sont l'échantillonnage de l'eau et l'analyse chimique en laboratoire. L'échantillonnage de l'eau des forages est essentiel, car elle peut provoquer une modification majeure de l'échantillon, comme l'entrée d'air, le dégazage et les pertes volatiles, des procédures d'échantillonnage appropriées sont nécessaires (tableau 5.2). La mesure in situ de la CE, du pH et la température sont nécessaires pour valider l'état de l'échantillon lors de l'analyse en laboratoire.



Une analyse «complète» de la qualité de l'eau est d'abord nécessaire (idéalement), suivie d'une analyse plus limitée de paramètres soigneusement sélectionnés avec des contrôles périodiques sur d'autres paramètres importants qui sont plus complexes ou coûteux à analyser. Toutefois, ce type de suivi ne correspond pas normalement à l'état des eaux souterraines in situ, ce qui est essentiel pour les programmes de surveillance de l'aquifère qui doivent définir la distribution des eaux souterraines de qualité inférieure, sa variation dans le temps et sa réponse aux mesures d'atténuation de gestion.

Le processus de pompage des forages et la manipulation des échantillons peut fournir un échantillon mixte avec de l'eau souterraine obtenue à partir de toutes les couches de l'aquifère recoupées par le forage. La profondeur spécifique d'échantillonnage peut être utilisée pour échantillonner des couches / profondeurs spécifiques; cela est nécessaire pour déterminer les différentes qualités de l'eau (et la charge) dans les diverses unités des systèmes aquifères superposées.

Tableau 5.2 Résumé des procédures d'échantillonnage et précautions pour des groupes spécifiques de paramètres de qualité.

GROUPE A DETERMINER	PROCEDURE D'ECHANTILLONNAGE	MATERIAUX PREFERES	TEMPS / TEMPERATURE DE CONSERVATION	DIFFICULTE / COUT OPERATIONNEL
Ions majeurs Cl, SO ₄ , F, Na, K	0.45 µm filtre seulement pas d'acidification	N'importe lequel	7 jours/4°C	Minimale
Métaux en traces Fe, Mn, As, Cu, Zn, Pb, Cr, Cd, etc	0.45 µm filtre, fermeture hermétique acidifie (pH <2) éviter l'aération par remplissage / pas d'espace dans flacon	Plastique	150 jours	Modérée
Especies avec N NO ₃ , NH ₄ (NO ₂)	0.45 µm filtre, fermé	N'importe lequel	1 jour/4°C	Modérée/ bas
Microbiologique TC, FC, FS	conditions stériles échantillon non filtré analyse sur site de préférence	Verre sombre	6 heures/4°C	Modérée/ bas
Equilibre carbonate pH, HCO ₃ , Ca, Mg	échantillon bien scellé ,non filtré analyse sur site (pH, HCO ₃) (Ca/Mg dans le laboratoire de base sur l'échantillon acidifié)	N'importe lequel	1 heure (150 jours)	Modérée
Etat de l'Oxygène pE(EH), DO, T	sur le site dans la cellule de mesure éviter l'aération non filtré	N'importe lequel	0.1 heure	Elevée / Modéré
Biologiques TOC, VOC, HC, CIHC, etc	échantillon non filtré éviter la volatilisation (Absorption directe dans des cartouches préférées)	Verre sombre ou teflon	1-7 jours (indefini pour les cartouches)	Elevée

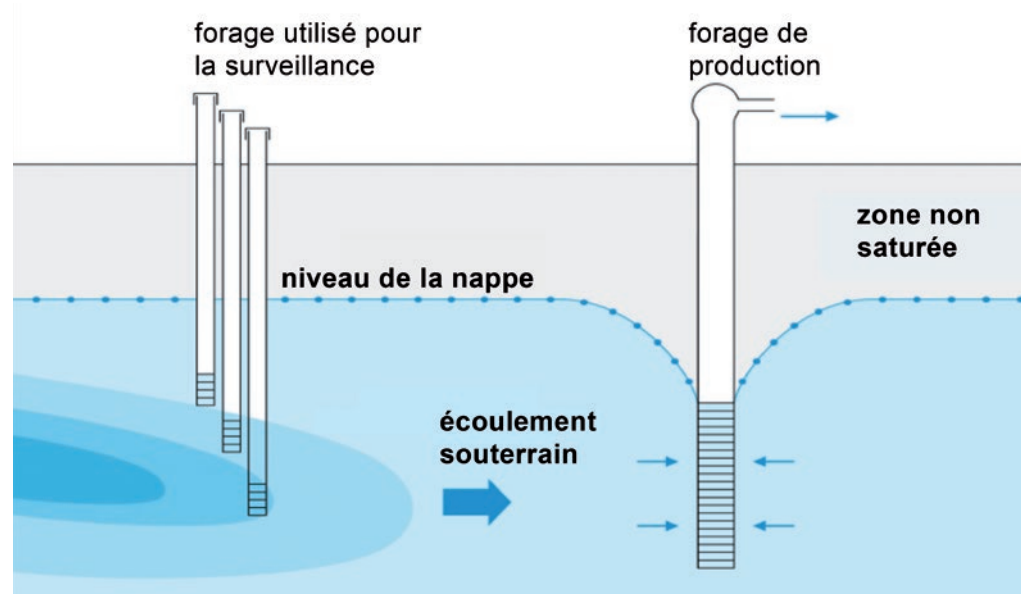
Dans de nombreux cas, la condition essentielle est d'obtenir une alerte précoce des problèmes de qualité potentiels qui pourraient menacer la source d'eau souterraine et le système aquifère. En Afrique, la plupart des problèmes de qualité des eaux souterraines sont liés à :

- à la baisse de la qualité des nappes en milieu urbain, en raison de la construction inadéquate des latrines / fosses septiques et les rejets d'effluents non contrôlés de l'industrie ;



- à la salinisation des eaux souterraines par des méthodes d'irrigation inappropriées ;
- l'intrusion d'eau salée, en raison de l'abaissement de la nappe phréatique par des forages d'approvisionnement en eau situés près de / le long de la côte.

Pour obtenir des informations en temps opportun, une compréhension de base de la nature du problème et un modèle conceptuel de la trajectoire d'écoulement de la pollution est nécessaire. Des forages d'observation doivent être conçus et bien situés pour obtenir des informations à temps sur les changements dans la qualité de l'eau, et de fournir suffisamment de temps pour prendre des mesures d'atténuation. La figure 5.4 montre un exemple typique de suivi défensif de la qualité de l'eau, sur la base d'une connaissance préalable de la trajectoire d'écoulement de l'eau souterraine et l'origine de la menace.



Quels sont les cas typiques dans votre bassin où le suivi de la qualité de l'ES est nécessaire

Figure 5.4: Représentation schématique du suivi de la qualité de l'eau souterraine pour des objectifs spécifiques de gestion

5.3 Le stockage des données et la gestion de l'information

Le stockage et le traitement de l'information

Les données de suivi sont stockées dans une base de données et traitées pour fournir les informations désirées. Ainsi, il est nécessaire de décider du niveau de traitement et le contrôle de la qualité requise pour produire l'information désirée, et aussi pour définir les modes de traitement à utiliser. Une discussion détaillée sur le type de traitement et des méthodes de traitement pour les différents objectifs dépasse le cadre de ce cours. Pour une lecture plus poussée, référence est faite à "Guideline on Groundwater Monitoring for General Reference Purposes (IGRAC) et the Groundwater Monitoring Guidance Manual (Commonwealth of Pennsylvania, Department of Environmental Protection, 2001)"

Un élément important d'une base de données de suivi est le contrôle de la qualité des données. Une fois les données erronées sont entrées dans le système, il sera difficile



à corriger à un stade ultérieur et peut conduire à des informations erronées ou trompeuses. Le slogan est ici qu'il vaut mieux prévenir que guérir. Certaines lignes directrices clés pour un système de contrôle de la qualité (CQ) et d'assurance de la qualité du (AQ) sont :

- Former l'observateur : contrôles croisés sur le terrain, garder les yeux ouverts ;
- Directives : suivre les procédures (par ex. pour l'échantillonnage) ;
- Conserver une copie des relevés de terrain ;
- AQ sur l'analyse chimique ;
- Procédures CQ pour la saisie des données dans la base de données ;
- Contrôle qualité du traitement des données.

Partage et diffusion de l'information

Il est nécessaire de décider des informations à partager, comment diffuser l'information et sous quelle forme, pour appuyer la prise de décisions et informer les parties intéressées. Le choix des méthodes dépendra des ressources disponibles et du public cible. L'OBT devra décider des méthodes de transmission de ces informations pour les utilisateurs et les gestionnaires en fonction des objectifs fixés et aussi comment répondre aux requêtes sur les informations publiées. Le Tableau 5.3 donne des exemples de différents publics et de leurs besoins d'information correspondants, ainsi que les méthodes et canaux de disséminations appropriés.

Toutes les parties prenantes devraient être en mesure d'accéder à un rapport annuel sur l'état des ressources en eau dans le bassin. Elles pourraient aussi avoir besoin d'avoir accès à un système pour faire des réclamations ou des requêtes sur la gestion de l'eau et l'allocation de l'eau dans le bassin versant. Cela peut prendre la forme de formulaires de plainte ou requête, sous format papier ou électronique sur Internet.

Tableau 5.3: Exemples d'information produite pour les différentes parties prenantes

Public cible	Informations nécessaires pour diffusion	Méthodes / canaux de diffusion
Les gestionnaires de l'eau	Quantité et qualité des eaux souterraines disponibles pour l'allocation; Liste des utilisateurs des eaux souterraines et des titulaires de permis Liste de non-respect par les utilisateurs titulaires de permis de l'eau et les mesures prises Liste des plaintes par les utilisateurs des eaux souterraines / mesures prises Localisation et production des champs de forages / forages	Base de données partagée (par exemple intranet ou CMS)
La société civile, y compris les médias et les ONG	Les tendances générales de l'utilisation et la qualité de l'eau	Nouvelles fonctionnalités sur un site Web
Usagers de l'eau, incluant ceux qui font des rejets de déchets dans l'eau	Décisions d'allocation de l'eau Les habitudes de consommation de tous les utilisateurs Revenu obtenu des permis et comment il est utilisé	Rapports d'étape réguliers, comme un dépliant / bulletin
Les parties prenantes politiques, tels que les représentants du gouvernement	Informations résumée sur l'état de la gestion et de l'allocation de l'eau de la nappe	Rapport semestriel ou annuel



Il faut noter que, pour les OBT, les parties prenantes ont tendance à être les autorités nationales de l'eau des pays riverains et des organisations multi-étatiques telles que la SADC en Afrique australe. Il est rare d'avoir la situation où les OBT sont légalement responsables devant les utilisateurs finaux de l'eau pour la diminution de la qualité de l'eau ou du niveau d'eau. Néanmoins les OBT peuvent jouer un rôle important dans la diffusion de l'information au grand public, et dans la promotion de stratégies appropriées de gestion de l'eau, dans les cas où la surveillance révèle des impacts transfrontaliers significatifs.

Types d'information et caractéristiques.

Il existe une large gamme de types d'information qui peuvent être sélectionnées et utilisées à des fins différentes. (voir le tableau 5.4 ci-dessous).

Tableau 5.4: types d'information et leurs caractéristiques

Type d'information	Caractéristiques
1. Informations statiques	Les informations statiques ne changent pas avec le temps. Elles sont typiquement des informations utilisées pour identifier un objet et les caractéristiques relativement invariables dans le temps de l'objet, comme la géologie, le type d'aquifère, les propriétés de l'aquifère, etc.
2. Informations dynamiques	L'information dynamique varie avec le temps, par exemple données de prélèvement, les données de qualité de l'eau, les niveaux d'eau et le débit de base, le taux de recharge, etc.
3. Données brutes	Les données brutes sont les informations enregistrées par les appareils de mesure ou provenant d'une étude.
4. Informations traitées	Les informations traitées sont des informations qui répondent à un besoin défini et sont traitées à partir des données brutes.
5. Information de type rapport	Information de type rapport est une combinaison de texte, de figures et tableaux, organisés au sein d'un ensemble de texte narratif.
6. Informations de type spatial	Information de type spatial est l'information stockée sous forme de cartes qui sont géo-référencée.

Exemples de certains outils de gestion de l'information

Les progrès rapides de l'information et de la communication ont permis un certain nombre de nouveaux outils de gestion de l'information qui peuvent être développés et aider ainsi les Organismes de Bassin (Transfrontaliers) dans leurs tâches de gestion de l'information. Ceux-ci permettent une meilleure génération de l'information, le traitement et la diffusion que par le passé.

- *Des systèmes dédiés* au traitement de données et des bases de données peuvent être développées pour traiter des données brutes pour stockage dans des bases de données. Les systèmes sont normalement élaborés en fonction des besoins d'information spécifiques des utilisateurs et suivent un ensemble très clair de procédures de traitement de l'information.
- *Les Systèmes d'Information Géographique (SIG)* utilisent la puissance d'un ordinateur pour afficher et analyser les données spatiales qui sont liées aux bases de données. Lorsqu'une base de données spécifique est mise à jour, la carte associée sera mise à jour. Ainsi, en mettant continuellement à jour les données capturées à partir de la surveillance, des cartes mises à jour sont disponibles pour les parties prenantes. Les Bases de données SIG peuvent inclure une grande variété d'informations telles que la population, les infrastructures, les sites de forage, des poches de pollution etc.



- Le programme «*Google Earth*» combine la puissance du moteur de recherche Google avec des images satellitaires, des cartes, du terrain et des bâtiments en 3D et met à la disposition une vue à vol d'oiseau de l'information géographique dans le monde pour tout domaine d'intérêt. La plupart de l'imagerie par satellite utilisé est de un à trois ans.
- Le *Système de Gestion de Contenu (CMS)* utilise le standard Internet de la présentation des pages web liées pour organiser et présenter l'information de type rapport. Il existe plusieurs types de CMS disponibles, dont beaucoup sont gratuits. Le rapport de type information est le type le plus couramment utilisé par les parties prenantes dans la prise de décisions. Par conséquent, l'utilisation d'un CMS pour stocker et publier des informations de type rapport par voie électronique, soit sur Internet ou dans la forme d'un CD / DVD, permettra à un OB(T) de diffuser et de partager des informations de manière efficace. Le CMS a également l'avantage de permettre un dépôt central d'information pour les données et informations qui sont postées par des personnes différentes.

Plan de Gestion de l'Information

La réalité des ressources humaines et des contraintes financières limitera la capacité d'un OB pour collecter, analyser, interpréter, utiliser et partager l'information. Ainsi, l'OB doit prioriser la collecte et le traitement de l'information pour obtenir les produits de l'information nécessaires afin de résoudre les problèmes urgents de la GIRE dans un bassin hydrographique. De même que les informations sur l'eau de surface, les exigences d'information de gestion des eaux souterraines doivent être hiérarchisées et intégrées dans le Plan de Gestion de l'Information du bassin dans son entier; celui-ci doit répondre aux besoins immédiats du bassin dans le cadre de la GIRE, et peut être mis en œuvre dans les limites des ressources de l'OB. L'exercice systématique ci-dessus peut également aider l'OB à définir les besoins de développement des capacités de gestion de l'information, ainsi que les domaines où des investissements dans les systèmes et améliorations techniques peuvent être faits.

La gestion de l'information est communément définie comme «la collecte et la gestion de l'information d'un ou de plusieurs sources et la distribution de l'information à une ou plusieurs audiences». Pour faciliter l'organisation et la classification des informations, il sera utile de savoir ce que sont les types d'informations génériques et leurs caractéristiques. Il est également utile pour l'Unité de Gestion de l'Information (UGI) d'être exposés à la gamme d'outils de gestion de l'information possibles qui s'offrent à eux. L'UGI doit alors travailler avec des spécialistes de la technologie de l'information et de la communication (TIC) dans le développement et la personnalisation de ces outils pour soutenir ses opérations.

5.4 Avantages et efficacité des coûts du suivi

Avantages du suivi

Le suivi est considéré comme cher, car le retour sur investissement n'est généralement pas visible à court terme. Pourtant, le suivi fournit des informations importantes pour une gestion durable qui empêche des dommages irréversibles et les coûts associés (voir le module 8 : Dangers liés aux eaux souterraines).



- Le suivi assure l'efficacité des mesures de gestion, et donc permet d'éviter les coûts d'atténuation. Un exemple est l'impact de prélèvement excessif des forages profonds destinés à l'irrigation, sur des puits peu profonds qui sont généralement détenus par les petits agriculteurs, qui peuvent alors être confrontés à la nécessité de forer de nouveaux puits plus profonds.
- Le suivi fournit un revenu à l'organisme en charge de la réglementation, car il fournit la preuve des frais et des pénalités qui sont incluses dans les règlements, tels que les tarifs progressifs pour des prélèvements d'eau souterraine et des sanctions en vertu du principe pollueur-payeur.

La quantification de ces impacts en termes monétaires fournit l'occasion de faire une analyse coûts-avantages (ACA) pour la mise en place d'un système de surveillance et de montrer que l'investissement d'aujourd'hui permettra des retombées significatives dans le moyen et long terme.

Efficacité

Le rapport coût-efficacité du suivi des eaux souterraines peut être amélioré, par une attention particulière à la conception du réseau, la mise en œuvre du système et l'interprétation des données. Les données recueillies par activités de suivi passées, devraient être utilisées et on ne doit pas les éliminer. Si possible, les points de suivi doivent être facilement accessibles. Lorsque cela est possible, l'utilisation des indicateurs déterminants peut réduire les coûts d'analyse de manière significative. La précision des opérations de suivi, aussi bien pour les paramètres physiques, que chimiques doit être assurée en intégrant les procédures de contrôle de qualité. L'auto-contrôle complémentaire chez les usagers de l'eau, permet de réduire les coûts, et a l'avantage d'accroître la sensibilisation et la participation à la gestion des eaux souterraines par les parties prenantes.

Les mesures pour l'efficacité des coûts peuvent inclure :

- Le suivi par objectifs et la définition des besoins clairs d'information ;
- Inclure une analyse coûts-avantages dans la conception du projet ;
- Utilisation des données déjà collectées dans d'autres programmes ;
- L'utilisation de puits/forages existants (puits/forages de captage et puits/forages abandonnés) comme des puits d'observation ;
- L'utilisation d'indicateurs: le niveau d'eau / température / conductivité électrique (CE) ;
- Promouvoir l'auto-contrôle et l'auto-régulation par les usagers de l'eau ;
- Système de CQ et d'AQ efficace avec un accent sur la prévention.

5.5 Accès et échange de données nationales dans les OBT

Selon le «Guide des bonnes pratiques - Optimisation de la surveillance», la plupart des données et des informations sur les aquifères transfrontaliers sont produites sous l'impulsion de politiques et pratiques de gestion nationales et locales. Le principal défi pour l'organisme international de bassin transfrontalier est que les données de base sont souvent «dispersées, hétérogènes, incomplètes et rarement comparables ou adaptées aux besoins». En outre, les autorités nationales peuvent également être ré-



ticentes à fournir aux pays voisins, des informations considérées comme stratégiques. L'organisme de bassin transfrontalier fournit le cadre approprié pour la gestion des données relatives au bassin, qui est souvent l'un des piliers de son mandat.

La gestion des ressources en eau dans les bassins transfrontaliers nécessite une organisation de la production de données et de partage de l'information pour différentes planifications, le suivi, l'évaluation et les activités d'alerte précoce. Dans de nombreux cas, la production des données nécessaires à la gestion de la ressource est insuffisante. En outre, le partage des données et des informations concernant un bassin transfrontalier est souvent difficile pour des raisons relationnelles, techniques et structurelles. Les Organismes de bassin transfrontalier sont confrontés à deux défis majeurs :

- 1- Initier le développement durable des capacités pour les pays membres, pour produire les données nécessaires à la gestion des ressources en eau, en tenant compte des coûts de production qui peuvent être élevés;
- 2- Développer des procédures, des outils et des méthodes pour améliorer la valeur des données existantes afin de répondre aux attentes d'information du public et des décideurs.

Par conséquent, pour remplir la tâche de gestion de données dans l'ensemble du bassin, l'OBT doit répondre à des conditions législatives et institutionnelles appropriées. Une première étape consiste toujours à évaluer les sources de données existantes, les projets en cours et les parties prenantes dans la production et le contrôle des données. Ensuite, l'OBT doit élaborer des règles communes en matière de partage de données.

Tout partage de données et d'informations est utile uniquement si les données sont comparables et homogènes. Il est donc nécessaire de vérifier la comparabilité des données et peut-être de clarifier les concepts, les définitions, les systèmes de codage, les unités et les méthodes de calcul communes à utiliser lors de l'échange d'informations. Enfin, un programme de renforcement des capacités est nécessaire pour qualifier les ressources humaines dans l'exploitation d'un système d'information du bassin.

5.6 Les données mondiales

Les données mondiales pourraient fournir des informations précieuses pour la gestion des ressources en eau. En 1999, l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) a adopté une résolution pour l'échange de données et de produits hydrologiques afin d'élargir et d'améliorer, autant que possible, l'échange international libre et gratuit des données, en accord avec les besoins de la communauté hydrologique mondiale et des exigences pour les programmes scientifiques et techniques de l'OMM. L'échange de données au niveau régional est renforcée par le programme WHYCOS et à l'échelle mondiale, l'OMM a établi une série de centres de données :



- Le Centre mondial de données de ruissellement (GRDC) créé en 1988, est soutenu par, et situé dans l'Institut Fédéral d'Hydrologie de Coblenz, Allemagne.
- Le Centre Mondial de Climatologie des Précipitations (GPCC) situé au Service Météorologique Allemand à Offenbach.
- Le Centre International d'Evaluation des Ressources en Eaux Souterraines (IGRAC), mis en place conjointement avec l'UNESCO en 2003, est le centre des eaux souterraines de l'UNESCO, à Delft, Pays-Bas.
- Le Centre International de Données sur l'Hydrologie des Lacs et Réservoirs créé en 2007 et hébergé par l'Institut National d'Hydrologie, Roshydromet à Saint-Petersbourg, Fédération de Russie.
- Le Réseau Mondial Terrestre - Hydrologie (GTN-H) a été créé en 2001 comme un «réseau des réseaux» pour soutenir une série d'objectifs climatiques et sur les ressources en eau, en s'appuyant sur les réseaux existants et les centres de données, la production de produits à valeur ajoutée grâce à l'amélioration des communications et le développement partagé. Son objectif est de rendre les données disponibles à partir de réseaux d'observations hydrologiques mondiales existantes et à en accroître leur valeur à travers l'intégration.

Réseau Mondial de Suivi des Eaux Souterraines (GGMN)

Le Réseau Mondial de Suivi des Eaux Souterraines, coordonné par l'IGRAC, facilite **l'évaluation périodique des changements dans la quantité et la qualité des eaux souterraines** par l'agrégation des données et des informations provenant des réseaux de surveillance des eaux souterraines et les connaissances hydrogéologiques régionales. Le GGMN est un processus participatif qui repose sur les contributions des réseaux d'experts en eau souterraine. **L'application de GGMN sur le Web** permet aux utilisateurs de produire périodiquement des cartes en ligne montrant le changement de l'eau souterraine dans le temps à l'échelle régionale. La simplicité de l'application et la propriété claires des informations (les données restent avec le fournisseur) sont garanties pour assurer le soutien essentiel et l'engagement de la communauté mondiale de l'eau souterraine pour le programme de GGMN.

5.7 Référence

IOH (2012):

Guide of good practices - Optimization of monitoring, Coordination of the activities of basin organizations



Suivi des nappes d'eau souterraine
et gestion de l'information

5.8 Exercice

3 Groupes

- 1 Suivi d'un système dunaire d'infiltration pour protéger un champ de captage d'eau potable contre l'intrusion marine
 - 2 Le plan de surveillance pour un site industriel pour empêcher la propagation de contaminants possibles vers les eaux souterraines
 - 3 Système de suivi de tendance dans un aquifère sédimentaire peu profond dans un bassin versant de rivière
-
- Définir les objectifs de suivi et les paramètres de conception de base
 - Quels sont les principaux avantages et qui sont les principaux bénéficiaires du suivi
 - Suggestions pour avoir un coût moindre du plan de surveillance
 - Comment assurer un financement durable?
 - Qui mettra en œuvre le suivi et la façon dont l'information est traitée pour répondre aux objectifs de gestion