

PARTIE A

# Définir et décrire pour bien choisir les outils



<b>1 Enjeux, échelles de travail et types d'aquifères .....</b>	<b>12</b>
<b>2 Données et caractérisation des sites d'étude .....</b>	<b>16</b>



# Enjeux, échelles de travail et types d'aquifères

# 1

## Questions posées

- ▶ Quels sont les enjeux concernant les échanges nappe/rivière ?
- ▶ A quelles échelles caractériser les échanges nappe/rivière ?
- ▶ Quels sont les grands types d'aquifères où s'observent des échanges nappe/rivière ?

## Synoptique

- ▶ Connaître les enjeux
- ▶ Connaître et choisir les échelles de travail (espace et temps)
- ▶ Connaître les grands types d'aquifères

## Liens et renvois

**Chapitre 3.** Typologie des échanges nappe/rivière

**Chapitre 4.** Outils : méthodes de diagnostic

**Partie C.** Mettre en œuvre les outils

## 1.1. Enjeux et échelles de travail

### Enjeux liés à la directive cadre européenne sur l'eau


Une partie des enjeux liés aux échanges nappe/rivière est définie par la directive cadre européenne sur l'eau (DCE, 2000). Les principales problématiques soulèvent différents besoins (Vernoux, 2013).

**Besoin en termes de connaissance.** Il s'agit de mieux comprendre les échanges nappe/rivière et de mieux en tenir compte dans la description des masses d'eau (unités hydrographiques utilisées par la DCE).

**Besoin en termes de méthodes pour l'évaluation du bon état des masses d'eau (superficielles et souterraines).** Ce type d'évaluation doit être fait du point de vue qualitatif et quantitatif. En effet, les échanges nappe/rivière jouent un rôle important pour déterminer :

- ✓ l'état des masses d'eau souterraines qui ne doivent pas dégrader les masses d'eau de surface avec lesquelles elles sont connectées ;
- ✓ l'état des masses d'eau « cours d'eau » dont l'hydromorphologie doit garantir des échanges avec les eaux souterraines.

**Besoin en termes de méthodes pour dimensionner et suivre les opérations de restauration.** Ces méthodes doivent permettre de travailler sur des mesures de restauration de masses d'eau souterraines ou des masses d'eau « cours d'eau » dont les échanges nappe/rivière posent problème.



Ces enjeux de la DCE, transcrits en droit français, sont déclinés au niveau des grands bassins versants dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) et plus localement, par exemple, dans les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (Sage) et les contrats de milieux.

Ce guide présente dans la Partie C une série de méthodes et outils permettant de mieux appréhender les relations entre masses d'eau souterraines (Meso) et masses d'eau de surface (Mesu).

## Exemples d'enjeux opérationnels

La connaissance des relations nappe/rivière répond également à des questions plus locales de gestion de l'eau illustrées par quelques exemples.

**Gestion et biodiversité.** Par ex. maintien du débit des cours d'eau et tamponnage thermique en période estivale, maintien des zones humides et de leur fonctionnement...

**Alimentation en eau potable.** Par ex. importance stratégique, périmètres et dispositifs de protection, recherche de nouvelles ressources, meilleure utilisation des ressources, impact des échanges nappe/rivière sur les captages, ressource de secours...

**Sécurité et enjeux sanitaires.** Par ex. transfert d'eau lors d'une pollution...

**Enjeux règlementaires.** Par ex. arrêtés cadre de limitation de l'irrigation, lien entre débit d'objectif d'étiage ou de crise et piézométrie des nappes...

**Autres enjeux.** Par ex. changements globaux, services écosystémiques...

## Liens enjeux et échelle de travail

Les quelques exemples d'enjeux listés ci-avant montrent que les échelles d'étude des échanges nappe/rivière peuvent être très variées. Il est important de bien circonscrire ces échelles tant du point de vue spatial que temporel en fonction de ces enjeux.

**Échelles spatiales.** On distingue trois niveaux :

- ✓ local (unité géomorphologique : 10 à 100 m) ;
- ✓ intermédiaire (tronçon de rivière ou entité hydrogéologique : 100 m à 10 km) ;
- ✓ global (sous-bassin ou bassin versant ou masse d'eau : 10 à 100 km).

**Échelles temporelles.** On distingue trois temporalités :

- ✓ court terme (instantané, événementiel) ;
- ✓ moyen terme (saisons, cycle hydrologique annuel) ;
- ✓ long terme (décennie, cycle hydrologique pluriannuel).

Certains outils seront plus ou moins adaptés (Partie C et Chapitre 4) en fonction des enjeux ou des objectifs à atteindre. L'échelle de travail sélectionnée conditionnera non seulement l'étendue (par ex. berge, champ captant, tronçon de rivière, bassin versant, entité hydrogéologique, masse d'eau...) et la densité spatiale des données nécessaires, mais aussi le pas de temps de mesure ou d'échantillonnage, la durée d'acquisition de ces données et leur domaine de validité.

Chaque outil possède ainsi ses contraintes propres en termes d'échelles d'espace et de temps du point de vue :

- ✓ des données nécessaires pour mettre en œuvre la méthode (l'outil) ;
- ✓ de la fenêtre d'interprétation des résultats (seuil d'interprétation et extension maximale d'interprétation).

## 1.2. Typologies des aquifères concernés par les échanges nappe/rivière

D'une manière générale, l'eau des rivières est en contact avec l'eau contenue dans les formations géologiques qui l'entourent. Il est nécessaire de comprendre la dynamique des écoulements en rivière et des écoulements souterrains régionaux pour appréhender les échanges nappe/rivière. Or, il existe différents types de couches géologiques aquifères.

### Aquifères alluviaux

Ils sont constitués de matériaux de nature variée et de granulométrie hétérogène (milieu poral) transportés et déposés par l'eau courante, comme les galets, les graviers, ou les sables. Ils peuvent être liés à des dépôts glaciaires ou fluvioglaciaires (Tirat *et al.* 2006). Ils sont présents le long de presque tous les cours d'eau et de taille variable suivant leur histoire géologique (plusieurs centaines de mètres de profondeur pour la nappe alluviale du Rhin, ou totalement absents pour les cours d'eau qui incisent le substratum). Les aquifères alluviaux sont donc impliqués en premier lieu dans les échanges nappe/rivière. Les plus courants contiennent une nappe libre connectée à un cours d'eau avec une zone hyporhéique (ensemble des sédiments saturés en eau, situés au-dessous et à côté d'un cours d'eau contenant une certaine quantité d'eau de surface).

### Aquifères sédimentaires

La structuration des dépôts qui forment ces aquifères résulte d'une dynamique sédimentaire liée notamment à des variations de niveau de la mer. Ces aquifères sont souvent multiples ou superposés (aquifères multi-couches), séparés par des niveaux d'argiles imperméables, traduisant des conditions de dépôts de plus grande profondeur et de moindre énergie (par ex. le Bassin parisien, le Bassin aquitain) (Roux, 2006). Les cours d'eau peuvent être des exutoires des nappes contenues dans ces aquifères ou contribuer à les alimenter. La connexion de ces nappes avec les cours d'eau se fait souvent via les aquifères alluviaux lorsqu'ils existent.

### Aquifères karstiques (aquifères sédimentaires carbonatés dont les vides sont surtout des fissures élargies par la dissolution)

Comme leur nom l'indique, ils sont caractéristiques du karst : « paysage particulier créé par l'eau et dans lequel l'eau circule de façon spécifique ou complexe » (Bakalowicz, 2006) ; par exemple, les plateaux du Jura, du Vercors, du Vaucluse, les Grands Causses, le Périgord ou le Quercy. Dans les régions karstiques, l'eau est souvent absente du sol car les perméabilités sont grandes et l'accumulation se produit dans les profondeurs, puis il y a émergence au niveau de sources. Les rivières peuvent parfois se perdre complètement dans le karst comme c'est le cas pour la Dive du Sud et la Bouleure à Lezay, la Tardoire et le Bandiat.

## Aquifères de socles (ou aquifères fissurés ou discontinus)

Ils sont liés à l'altération de roches cristallines plutoniques (granites) ou métamorphiques (schistes) ; par exemples, le Massif central, la Vendée, la Bretagne, les Vosges, les Ardennes, les Maures, l'Estérel ou la Corse (Lachassagne & Wyns, 2006). La productivité de ces aquifères est toujours modeste, elle peut être élevée dans les zones de fracturation importante.

Ce guide présente des méthodes qui permettent de caractériser différents types d'échanges d'eau entre nappe et rivière (voir Chapitre 3) principalement en milieux alluvionnaires et pour partie en milieux sédimentaires. Si le guide est surtout adapté au milieu poral, voire aux zones d'altération du socle, certaines méthodes permettent aussi de travailler sur les milieux karstiques (chapitre 4 et partie C).

### 1.3. Pour aller plus loin

#### Références bibliographiques

Bakalowicz M. (2006) *Aquifères karstiques*. In. Aquifères et eaux souterraines, 2 tomes, Collection scientifique et technique BRGM ed., Tome 1, p. 59-73.

DCE (2000) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Directive-cadre-EAU.html>

Lachassagne P., Wyns R. (2006) *Aquifères socles*. In. Aquifères et eaux souterraines, 2 tomes, Collection scientifique et technique BRGM ed., Tome 1, p. 43-51.

Roux J.C. (2006) *Aquifères et eaux souterraines*, 2 tomes, Collection scientifique et technique BRGM ed.

Tirat M., Cottureau C., Mongereau N. (2006) *Vallée du Rhône*. In. Aquifères et eaux souterraines, 2 tomes, Collection scientifique et technique BRGM ed., Tome 2, p. 658-687.

Vernoux J.F. (2013) *Évaluer l'impact des eaux souterraines sur les eaux de surface et les écosystèmes associés. Mise en œuvre dans le cadre de la DCE*. TMS, 3.

#### Voir aussi

Rapport final Naprom : p. XIII (Synthèse opérationnelle), p. 1 (Introduction)

Guide Nappes/Rhône : p. 9 (Résumé), p. 15 (Introduction), p. 23 (Chapitre 1)



## Données et caractérisation des sites d'étude

# 2

### Questions posées

- ▶ Quelles données sont nécessaires pour connaître et décrire le site d'étude ?
- ▶ Quelles données sont nécessaires pour appliquer les méthodes de caractérisation des échanges nappe/rivière ?
- ▶ Où trouver ces données et comment les obtenir ?

### Synoptique

- ▶ Connaître les données et informations nécessaires pour bien décrire et connaître son site d'étude
- ▶ Connaître les données nécessaires à la mise en œuvre des outils
- ▶ Savoir où trouver les données et les référentiels nécessaires

### Liens et renvois

#### Partie C. Fiches outils

Grilles de description des sites d'étude : <http://www.onema.fr/Guide-Interactions-nappe-riviere>


Il faut distinguer trois types de données ou d'informations :

- ✓ celles qui servent à décrire le site pour comprendre globalement son fonctionnement (chapitre 2.1) ;
- ✓ celles qui doivent servir à la mise en œuvre d'une méthode de caractérisation des échanges nappe/rivière sur le linéaire d'étude (chapitre 2.2) ;
- ✓ celles qui permettent de relier son étude à des référentiels existants (par ex. entités hydrogéologiques, masses d'eau...) (chapitre 2.2).

## 2.1. Choix et caractérisation multi-critères des sites d'étude

### Choix des sites d'études

On ne choisit pas toujours son site d'étude. En effet, la réponse à une commande ou à un appel d'offre peut définir a priori le site sur lequel il va falloir travailler. Le choix peut être aussi dicté par un incident ou un accident. Il faudra alors mettre en œuvre dans l'urgence un diagnostic pour répondre par exemple à une pollution accidentelle. À l'opposé, il est possible de choisir sciemment un ou plusieurs sites sur lesquels de nombreuses données sont disponibles et où l'on sait qu'il existe des interactions nappe/rivière afin, par exemple, de caractériser les échanges sur un territoire (une nappe, une masse d'eau, un espace de gestion).



Dans tous les cas, il est important de bien identifier le linéaire d'étude des échanges nappe/rivière et de délimiter le site d'étude dans son ensemble qui est souvent plus large car il prend en compte les éléments du paysage, entourant la rivière, qui vont influencer les échanges avec la nappe.

En d'autres termes, il convient de bien circonscrire son site d'étude et les influences extérieures pertinentes. Ce travail peut être fondé sur des objectifs de gestion, la limite des bassins versants ou des aires d'alimentation souterraine, les interactions aux limites du site, les prélèvements d'eau...

## Caractérisation des sites d'étude

Dans le cadre du projet Naprom, nous avons élaboré une grille pour l'aide à la description des sites d'étude. Elle contient de nombreux champs. L'utilisateur devra faire le tri afin de ne conserver que ceux jugés pertinents en fonction des outils utilisés, des caractéristiques spécifiques du territoire et des enjeux spécifiques liés aux échanges nappe/rivière (par ex. gestion, biodiversité).

Ces grilles contiennent les champs suivants pour l'aide à la caractérisation des sites :

- ✓ onglet « Description du site d'étude » pour lister les spécificités physiques, chimiques et biologiques ;
- ✓ onglet « Niveau d'anthropisation » pour caractériser le niveau d'anthropisation du site étudié, c'est-à-dire son degré d'aménagement et l'influence des activités humaines ;
- ✓ onglet « Enjeux socio-économiques » pour recenser les spécificités en termes d'enjeux socio-économiques ;
- ✓ onglet « État des connaissances » pour lister les spécificités en termes d'enjeux de connaissance à l'échelle locale du site ou régionale.

## Contenu des grilles de caractérisation des sites

Voici ci-dessous une liste thématique synthétique des informations potentiellement nécessaires pour :

- ✓ décrire son site ;
- ✓ mettre en œuvre les méthodes et outils de caractérisation des échanges nappe/rivière ;
- ✓ faire le lien avec les référentiels existants.

Cette liste n'est pas exhaustive. En effet, certaines particularités d'un site peuvent conduire à rechercher d'autres informations ou à laisser de côté certaines informations qui y sont présentées.

**Onglet « Description du site d'étude ».** Cet onglet permet de saisir les spécificités physiques, chimiques et biologiques du site étudié. Sont à renseigner, des informations concernant :

- ✓ la localisation du site (appartenances administrative et hydrographique, nom du site, surface...) ;
- ✓ l'hydrologie et le climat de site (cours d'eau principal, débits, affluents, masses d'eau superficielles DCE, paramètres climatiques, linéaire de berge...) ;
- ✓ la géologie du site (formations en place sur le site, failles...) ;
- ✓ la géomorphologie du linéaire étudié (style, sédiments, colmatage, transport solide...) ;

- ✓ l'hydrogéologie du site (code masses d'eau souterraine DCE, code entité BDLisa, paramètres hydrogéologiques, niveaux d'alerte, connexions avec un cours d'eau ou une autre entité hydrogéologique, vulnérabilité, hydroécotémoins...);
- ✓ les grandes caractéristiques physico-chimiques du site (fond géochimique, valeurs de référence...);
- ✓ les grandes caractéristiques paysagères du site (éco-régions codes HER1 et 2).

**Onglet « Niveau d'anthropisation ».** Cet onglet permet de caractériser le niveau d'anthropisation du site étudié, c'est-à-dire son degré d'aménagement et l'influence des activités humaines :

- ✓ aménagement du cours d'eau principal et du site (barrages, ID ROE V2, seuils, obstacles, gravières, contre-canaux, canaux, ouvrages de captage, digues, loisirs nautiques, centrales nucléaires...);
- ✓ rejets (industriels, agricoles, ménagers);
- ✓ occupation des sols (à proximité des berges, code CLC...);
- ✓ problématiques principales (incision du lit, pollution, effet de chasse, recharge artificielle, biodiversité, urbanisation, pompe à chaleur, AEP, déconnexion...).

**Onglet « Enjeux socio-économiques ».** Cet onglet liste des spécificités en termes d'enjeux socio-économiques du site :

- ✓ prélèvements d'eau (souterraine, superficielle, volumes prélevés, usages...);
- ✓ instruments et documents de gestion (nom, contact, organisme, objectifs, vulnérabilités, risques...).

**Onglet « État des connaissances ».** Cet onglet liste des spécificités en termes d'enjeux de connaissance à l'échelle locale du site ou régionale :

- ✓ instrumentation du site en nappe (niveaux, paramètres mesurés, instruments, nombre de stations de mesures, propriétaires des données et du matériel...);
- ✓ instrumentation du site en rivière (niveaux, paramètres mesurés, instruments, nombre de stations de mesures, propriétaires des données et du matériel...);
- ✓ instrumentation du site à l'interface nappe/rievière (niveaux, paramètres mesurés, Instruments, nombre de stations de mesures, propriétaires des données et du matériel...);
- ✓ mesures hydrométriques en nappe (paramètres mesurés, campagnes, chroniques...);
- ✓ mesures hydrométriques en rivière (paramètres mesurés, campagnes, chroniques...);
- ✓ mesures hydrométriques à l'interface nappe/rievière (paramètres mesurés, campagnes, chroniques...);
- ✓ modèles (type, description...);
- ✓ mesures physico-chimiques (paramètres mesurés, campagnes, chroniques...);
- ✓ mesures biologiques (paramètres mesurés, campagnes, chroniques...);
- ✓ données sociologiques et économiques;
- ✓ autres données.



## 2.2. Importance, collecte et validation des données

### Données nécessaires à la mise en œuvre des outils

Les données nécessaires à la mise en œuvre des outils sont listées pour chacun d'entre eux dans les fiches présentées en partie C de ce guide (fiches outils). Si certaines données sont plutôt faciles à obtenir et à interpréter, d'autres peuvent être d'accès, de manipulation et d'interprétation plus difficiles. Certaines peuvent présenter un coût d'acquisition et/ou de traitement important tant du point de vue financier qu'en investissement en temps humain. Au besoin, il peut être intéressant de contacter les personnes ressources listées en fin de chaque fiche outils pour demander aide et conseils.

Il est aussi important de garder à l'esprit que certaines données nécessaires peuvent être mesurées ou relevées en dehors de l'emprise du site d'étude. C'est souvent le cas pour les données météorologiques ou piézométriques si l'on travaille sur un territoire de petite taille inclus dans une entité hydrogéologique de plus grande taille.

Pour finir, il est important de s'assurer de la qualité des données de départ pour réaliser un diagnostic de qualité. Il convient donc de s'assurer qu'il s'agit de données validées, acquises dans les règles de l'art et qu'on en connaît :

- ✓ la source (auteur, organisme) ;
- ✓ les conditions d'obtention et d'utilisation (données libres d'usage sous réserve de citation du détenteur, données utilisables après convention...) ;
- ✓ les références et coordonnées spatio-temporelles (date d'acquisition, coordonnées spatiales, x, y et éventuellement z) ;
- ✓ les incertitudes et les marges d'erreurs acceptables.

### Où trouver les données déjà existantes ?

S'il existe des sites très bien documentés sur lesquels de nombreux travaux de recherches ou d'études ont déjà été réalisés, sur d'autres au contraire les données existantes seront rares.

La littérature (rapports, études, publications, thèses...), les laboratoires de recherche, les collectivités territoriales, les syndicats et les industriels constituent une source importante de données dans le domaine de l'eau. Nombre de ces organismes ou entités possèdent des bases de données et des documentations accessibles en interne, mais parfois en ligne. Le guide Nappes/Rhône propose une liste des sources de données et d'informations disponibles en ligne via un site web ou un portail dont nous vous livrons quelques exemples.

**Sites sur la thématique de l'eau.** Par ex. Référentiels nationaux sur l'eau, Sandre ; Système d'information sur l'eau, EauFrance ; Informations sur les outils de gestion, Gest'Eau...

**Sites sur la thématique des eaux superficielles.** Par ex. Base de données des débits des cours d'eau, Banque Hydro ; Référentiel des obstacles à l'écoulement, ROE ; Hydromorphologie et altérations physiques, Syrah...

**Sites sur la thématique des eaux souterraines.** Par ex. Base de données eaux souterraines, Ades ; Portail géomatique Infoterre ; Base de données sur les systèmes aquifères, BDLisa...



**Sites sur la thématique des végétaux aquatiques et zones humides.** Par ex. Systématique des végétaux de France, Tela Botanica ; Conservatoires botaniques, FCBN ; Zones humides, EauFrance...

**Sites sur la thématique des invertébrés souterrains.** Par ex. Biodiversité européenne, Pascalis...

**Sites sur d'autres thématiques.** Par ex. Banque nationale de prélèvement en eau, BNPE ; Géoportail, IGN ; MétéoFrance, Changement climatique, Drias...

## Données à acquérir

Pour certains sites d'étude, il conviendra d'acquérir soi-même les données sur le terrain, en particulier pour appliquer les méthodes décrites dans les fiches outils car :

- ✓ elles n'existent pas ;
- ✓ elles sont de mauvaise qualité ;
- ✓ on souhaite compléter les données existantes.

Chaque fiche outils présentée dans le guide donne des informations sur les données nécessaires et sur les protocoles d'acquisition. Dans certains cas, le coût important d'acquisition de la donnée peut conduire à ne pas choisir une méthode de diagnostic.

## 2.3. Pour aller plus loin

Guide Nappes/Rhône : p. 143 (Bases de données et informations consultables)

Rapport final NAPROM : p. 149 (5.1. Approche multi-critère) et p. 185 (5.4.2. Grilles de comparaison des métriques)