

Relations entre eaux souterraines et écosystèmes aquatiques

L'eau souterraine contribue largement à l'alimentation des cours d'eau et des rivières et par conséquent des plans d'eau et des milieux aquatiques dans leur globalité. Cette fonction lui confère une "responsabilité" dans le maintien des ressources en eau de surface et notamment dans la préservation des zones humides. Cette responsabilité est bien intégrée dans la DCE : « *L'état quantitatif d'une masse d'eau souterraine peut avoir une incidence sur la qualité écologique des eaux de surface et des écosystèmes terrestres associés à cette masse d'eau souterraine.* » (alinéa 20 p.3 du J.O.)

I - Présentation du cas des zones humides et de leur lien avec les eaux souterraines

D'une certaine manière, chaque zone humide entretient avec les eaux souterraines et les eaux de surface, des interactions qui lui sont propres, ce qui rend difficile la généralisation des relations entre les eaux souterraines et les zones humides.

Les relations entre ces milieux sont de ce fait compliquées. De nombreuses zones humides doivent en effet leur existence à des sols ou des roches imperméables qui limitent les mouvements verticaux de l'eau, d'autres zones humides doivent leur existence à l'émergence des eaux souterraines sous forme de sources. D'autres encore, installées sur des sols très perméables favorables à l'infiltration, sont alimentées par des eaux de surface comme les plaines d'inondation, eaux qu'elles restituent aux eaux souterraines sous l'apparence d'une recharge.

Toutefois, cette complexité ne doit pas être un obstacle à la prise en compte de ces échanges.

A) Présentation

Sur le bassin Rhône-Méditerranée, un travail a alors été engagé en 2004 afin de constater des relations existantes entre les écosystèmes aquatiques que sont les zones humides et les eaux souterraines.

Lors de la phase d'élaboration de l'état des lieux des masses d'eau souterraine des bassins de Rhône-Méditerranée et de Corse, les experts ont relevé des échanges constatées ou soupçonnées entre les nappes souterraines et les zones humides.

Pour identifier un tel lien, le protocole a consisté en premier lieu à croiser les données recueillies à l'occasion de la caractérisation initiale des masses d'eau souterraines (travaux des bureaux d'études + experts locaux) avec différentes sources d'informations telles que les inventaires des zones humides achevés des départements du bassin; l'atlas du bassin Rhône-Méditerranée-Corse de 1995 ; l'inventaire des ZNIEFF (type I et II), les données des sites retenus pour le réseau Natura 2000, ainsi que les données en provenance d'experts (hydrogéologues et naturalistes).

Dans un deuxième temps, la carte alors établie a fait l'objet d'une superposition avec la carte de synthèse des masses d'eaux souterraines du bassin.

En troisième lieu, au regard des résultats de cette superposition, un tri a été fait entre des relations faibles ou localisées, potentiellement significatives et avérées importantes.

B) Description de la carte

Environ 500 cas d'échanges entre les zones humides et les eaux souterraines ont été évoqués dont plus de 30 % seraient significatifs et près de 9 % considérés comme avérés importants sur le plan hydrologique.

La répartition des types d'échanges est très homogène autant sur le plan géographique, que sur le plan typologique (des tourbières de têtes de bassins aux lagunes méditerranéennes).

Ce travail de superposition permet aujourd'hui les constats suivants :

- ❑ de très nombreuses zones humides du bassin sont situées dans des zones d'émergence de nappe, elles matérialisent les interfaces eaux souterraines - eaux superficielles et à ce titre sont extrêmement dépendantes du bon état des eaux souterraines tant sur la plan quantitatif que qualitatif ;
- ❑ ces zones humides se rencontrent en particulier dans les vallées alluviales dès que la surface de la nappe recoupe la surface du sol (vallées de la Saône, Rhône, Isère, Drac, Arve, Romanche, Durance et certains de leurs affluents) mais aussi dans les zones de drainage des autres grands types

d'aquifères au pied des reliefs et sur le littoral (plus spécialement aquifères calcaires karstifiés et alluvions anciennes)

- ❑ c'est à travers les **zones alluviales** que les grands flux issus des nappes libres rejoignent les cours d'eau, les zones humides installées à l'interstice entre les eaux souterraines « alluviales » et les eaux superficielles représentent en surface 63% de la totalité des zones humides du district Rhône et côtiers méditerranéen
- ❑ les **étangs et lagunes méditerranéens** et leurs zones humides périphériques sont souvent très dépendants pour leur alimentation des aquifères qui les jouxtent : ainsi d'est en ouest les marais entre Arles et Fos recueillent les eaux de la Crau, l'étang de l'Or, le complexe des étangs Palavasiens, la Grande Maïre, les zones humides sous le massif de la Clape, les étangs de Thau, Bages, Salses-Leucate, Canet, Saint -Nazaire ... sont respectivement connectés aux masses d'eau 6104 (Crau), 6102, 6124, 6316, 6310, 6109, 6122 (Corbières), et 6221 (Plaine du Roussillon).
- ❑ en portant atteinte à la quantité ainsi qu'à la qualité de la ressource autant en eau souterraine que superficielle, les pressions humaines (prélèvements et rejets des eaux domestiques) compromettent le maintien du bon état écologique des masses d'eau concernées mais aussi des zones humides qui leur sont liées
- ❑ une « complicité » fonctionnelle indispensable et de plus en plus évidente existe entre eaux souterraines et zones humides. Certaines zones humides pourraient en effet influencer de façon favorable l'état de la masse d'eau sous-jacente en jouant, entre autres, un rôle de tampon vis à vis des altérations liées aux activités humaines sur certains bassins versants à forte pression d'aménagement, d'activités agricoles et urbaines.

Pour illustrer ces relations étroites il est intéressant de porter un regard sur la situation de zones humides comme par exemple:

- les zones humides de l'Herretang (38) et la masse d'eau 6341, dont la dominante d'activité du bassin versant est agricole,
- les zones humides de la Bourbre (38) et la masse d'eau 6340 et dont le bassin versant est assujéti à la pression urbaine, industrielle et agricole,
- les marais de la Combe de Savoie (73) et la masse d'eau 6314, qui sont aujourd'hui soumis à une forte croissance de l'urbanisation et de l'industrialisation de leur bassin versant,

le complexe des marais de Lavours et Chautagne avec la masse d'eau 6330 (dont les pressions humaines sur le bassin versant sont agricoles comme urbaines)

II - La situation hydrogéologique favorable au développement des zones humides

Le thème des eaux de transition évoquant le cas des lagunes méditerranéennes fait l'objet d'un chapitre indépendant dans l'état des lieux, il ne sera pas ici développé.

A) Le cas de tourbières

Si les tourbières sont aujourd'hui schématisées comme pouvant être de véritables éponges avec une restitution de l'eau en cas d'étiage sévère et prolongée, cette situation est très ponctuelle et ne peut faire l'objet d'une véritable généralisation, car le fonctionnement de ces milieux est beaucoup plus complexe.

En effet, les recherches sur l'hydrogéologie, la géologie et la pédologie des tourbières montrent que le fonctionnement hydrologique est en étroite relation avec les caractéristiques des sols du bassin versant. Ces caractéristiques sont à l'origine de la répartition dans chaque zone humide des secteurs liées soit à des dépressions topographiques où l'eau s'accumule, soit à une ou plusieurs décharges de nappe.

Dans les tourbières l'alimentation en eau et en sels minéraux, par l'aquifère et la pluie, se conjuguent pour entretenir le processus de tourbification où la topographie, les rythmes pluviométriques et l'ancienneté de la tourbière sont les facteurs. La minéralité de l'eau et sa teneur en différents éléments organiques, mais aussi chimiques engendre une formation végétale et la présence d'organismes faunistiques plus ou moins exigeants et tolérants vis à vis de l'acidité, de la fertilité voir de la toxicité. Cet ensemble prend alors le relais pour entretenir le processus de tourbification. La tourbe prend alors sa place et ses fonctions dans le système aquatique comme un des chaînons obligatoires du fonctionnement hydrique et biologique modifient insensiblement les conditions initiales, sans toutefois les masquer (M. DZIKOWSKI & al. 2002).

D'après l'étude menée par le Groupe d'Etude des Tourbières (GET) dans le cadre du Programme National de Recherche sur les Zones Humides (PNRZH), il faut distinguer 2 types de tourbières qui fonctionnent différemment:

- Des tourbières de pente, dont la morphologie favorise souvent leur imperméabilité contribuant alors à créer des réserves d'eau dans de multiples dépressions. Ces tourbières sont peu connectées aux eaux souterraines.
- Des tourbières de vallée, dont la géométrie tridimensionnelle de la tourbière et ses relations hydrologiques avec les aquifères environnants sont les facteurs géologiques primordiaux à prendre en compte. Sur celles-ci les alimentations souterraines régulent ici les niveaux d'eau.

Les milieux de tourbières apparaissent donc finalement comme une mosaïque de petits domaines dynamiques végétaux plus ou moins en relation avec différents types de réserves d'eau : en sous-sol ; « captives » au travers de la tourbe ou « libres » sur la tourbière ou en ceinture (tourbières de la chaîne du Jura [*masses d'eau sout. 6120*] , du Bugey [*masses d'eau sout. 6114*] , du plateau du Gavot [6201]). Ces types sont contrôlés par des hétérogénéités locales, s'interconnectant lorsque la saturation en eau du bassin versant augmente, dans le cas où n'y a pas d'obstacles topographiques ou anthropiques à cette connexion (drainage artificielle et canalisation des eaux collectées en provenance des surfaces imperméabilisées directement en aval des milieux humides).

Le rôle de stockage des précipitations des milieux tourbeux ainsi que les échanges hydriques avec l'eau libre des étangs, les rivières et les canaux sont également un facteur essentiel du cycle de l'eau et de l'évolution des zones humides. L'étude du contexte géologique et hydrogéologique est donc primordiale à la compréhension du fonctionnement des zones humides.

B) Le cas des plaines alluviales

Les zones humides alluviales sont la plupart du temps en relation avec une nappe libre jalonnant le cours d'un fleuve. Ce jalonnement est très hétérogène et par conséquent complexe .

Pratiquement tout cours d'eau a déposé des alluvions le long de son lit et est donc en liaison avec une nappe alluviale. Cette nappe peut être plus ou moins large par endroit. Plus elle est large et plus les échanges entre les écosystèmes aquatiques et les nappes sont complexes.

En théorie, à l'entrée de la plaine alluviale et s'il y a nappe, le niveau de l'eau du cours d'eau est supérieur à celui de la nappe . En aval, s'il y a rétrécissement de la plaine : celui-ci entraîne un drainage des eaux vers la rivière et dans ce contexte la surface de la nappe est très proche de la surface du sol. Cette zone est souvent une zone marécageuse. En effet, dans cette zone peuvent se développer des colonies végétales et animales propices à l'installation de la zone humide et d'autres écosystèmes aquatiques. C'est le cas par exemple des vallées alluviales du Drueon [*masses d'eau sout. 6348*], du Doubs [*masses d'eau sout. 6306*], de l'Ognon [*masses d'eau sout. 6315*], de l'Oignin [*masses d'eau sout. 6114*], de l'Ain [*masses d'eau sout. 6339*], de la Durance [*masses d'eau sout. 6332*], de l'Isère [*masses d'eau sout. 6313*], de la Bourbre et du Catelan [*masses d'eau sout. 6340*] et des marais et plaines de Lavours et Chautagne sur le Haut-Rhône [*masses d'eau sout. 6330*].

C) Les zones humides de fonds de vallée et en tête de bassin

Les zones humides de fond de vallée sont caractérisées par la présence d'une nappe à faible profondeur (0-30 cm), observée de façon saisonnière, approximativement de décembre à mars pour une année climatique moyenne. Le reste de l'année, le niveau de cette nappe est variable selon les contextes, tantôt restant proche de la surface, tantôt descendant à quelques mètres de profondeur. Ces zones comme dans le cas des tourbières sont en interaction avec l'ensemble du bassin versant. Cette interaction peut s'exercer à deux niveaux :

- Une interaction forte avec le versant. Du fait d'une faible capacité de stockage et de transfert de ces petites zones humides, leur saturation saisonnière (très importante en automne/hiver et faible au printemps et en été) est due aux flux provenant de l'ensemble du versant.

Durant le printemps et l'été, les sols sont, en effet plus secs, la nappe étant assez basse. Dans ce contexte, en surface, les milieux humides sont alors temporaires . Les dépressions de petites surfaces telles que les mares temporaires qui en dépendent hébergent en conséquence

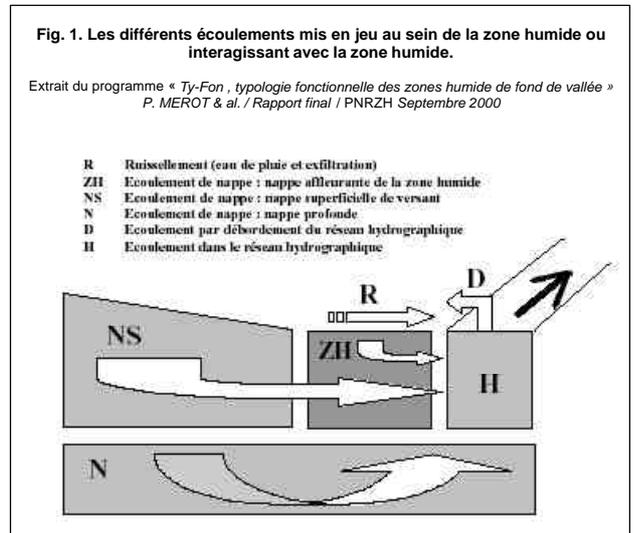


une faune et une flore particulièrement adaptée à ces variations hydrogéologiques extrêmes (*étang de Valliguières /Gard; mare de Bonne Cougne /Var*) (Grillas & al., 2004).

Les flux qui alimentent ces milieux sont superficiels (pluie, ruissellement) ou souterrains (sol, nappe). Cette saturation implique la présence d'un niveau de faible perméabilité, à faible profondeur, continu sur l'ensemble du bassin versant, de nature pédologique ou géologique, limitant de fait les stockages et les transferts d'eau vers les aquifères profonds.

Les zones humides s'installant sur ces nappes composent les paysages des monts du Beaujolais [*masses d'eau sout. 6611*] et du Lyonnais [*masses d'eau sout. 6613*], des landes humides à *Caricion* de têtes de bassins du massif alpin (*bassin versant de l'Arc [masse d'eau sout. 6308]* par exemple) ou sur le secteur Pyrénéen (sources de l'Aude [*masses d'eau sout. 6614*]), mais aussi les paysages annexes du cours d'eau de la Saône.

- Une interaction avec le réseau hydrographique. Le réseau hydrographique a dans ce cas une influence sur la zone humide par inondation lors de crues occasionnelles en fixant le niveau bas de la nappe à proximité du cours d'eau en étiage. La configuration même du cours d'eau et ses éventuels aménagements vont réguler plus directement le fonctionnement des zones humides riveraines (cas de rivières comme l'Azergues [*masse d'eau sout. 6611*], la Valserine [*masse d'eau sout. 6114*] ou certains affluents de la Saône).



III - Ce que nous apportent alors les zones humides en interface entre les eaux superficielles et eaux souterraines

Des zones humides efficaces

Cette efficacité des zones humides ne peut être appréciée que par rapport à une fonction spécifique. Parmi ces fonctions potentielles en lien avec les aux souterraines listons :

A) Les fonctions de stockage (écrêtement de crues) ou de transfert de l'eau.

- Dans le cas des zones humides de bas-fonds et de tête de bassin, la fonction de stockage transversal dépend du temps de remplissage de l'aquifère et ensuite de la zone humide jusqu'à ce que la nappe affleure en aval du versant.

- La fonction de transfert qui dépend de nombreux facteurs complexes comme l'importance des flux internes à la zone humide, la continuité hydraulique dans la zone humide, ainsi que celle entre la zone humide et le reste de l'écosystème aquatique.

B) Les fonctions de zones tampons contre des apports organiques voir chimiques :

Il existe une grande différence entre la capacité tampon potentielle des zones humides, liée à leurs caractéristiques intrinsèques (engorgement des sols, présence de carbone organique facilement minéralisable) et leurs capacités effective, intimement liées au flux d'azote les traversant, véhiculés par l'eau, donc liées à leur connectivité (P. MEROT & al. 2002). Le caractère interstitiel des zones humides de fonds de vallée, (forêts alluviales, prairies humides, marais, tourbières) même ponctuelles en fait toute leur légitimité d'exister. Pour lutter contre l'impact de ces flux, la multiplication des interfaces est en effet importante non seulement du point de vue écologique, mais aussi dans ce cas présent du point de vue agronomique, hydrologique et géochimique.



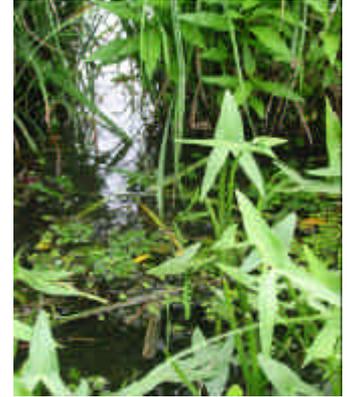
Notons toutefois que ces infrastructures naturelles ne sont pas les seules : les sédiments des cours d'eau, les haies et talus doivent aussi contribuer à la régulation des flux de matières dans les paysages. Cette

contribution doit avoir lieu tout en conservant les défenses naturelles qu'apportent les zones humides et donc doivent les compléter et non les substituer.

Le rôle des zones humides apparaît ainsi majeur vis à vis de nombreux processus de régulation de l'azote mais aussi certainement des métaux lourds des pesticides ou du phosphore pour lesquels cependant le rôle tampon des zones humides est moins établi ou établi par l'approche des alternatives d'épuration (recherche sur les marais artificiels pour l'épuration des eaux ou « *Wetlands Systems* »).

C) Les fonctions biologiques

Le rôle des zones humides dans la préservation de la biodiversité passe par la conservation d'une alimentation optimale en eau de leurs habitats. La contribution des eaux souterraines à l'alimentation de ces réservoirs biologiques est le garant d'une durabilité de tous les écosystèmes aquatiques et de leurs interconnexions.



IV - Ce que nous retenons à cette étape de connaissance

Disséminées, préservées, reconquises en bas-fonds et en têtes de bassin, comme en plaine ou sur le littoral, les zones humides jouent un rôle de premier régulateur des altérations anthropiques en diminuant ainsi leur impact sur les milieux, la faune et la flore aquatiques. Leur fonctionnement optimal dépend de façon vitale de la présence de façon permanente ou/et temporaire d'une alimentation en eau.

Si cette alimentation en eau est évidente en ce qui concerne les eaux superficielles, ce travail nous a montré que la contribution des eaux souterraines à la préservation des zones humides est loin d'être négligeable. Cette alimentation mérite donc d'être plus systématiquement intégrée dans les études des milieux et les programmes d'actions ainsi que dans l'aménagement du territoire qui en découlent ensuite.

Les zones humides à l'interstice « opportuniste » entre les milieux superficielles et les milieux souterrains sont la plupart du temps dépendant de formations hydrogéologiques complexes car fortement hétérogènes dans leur organisation spatiale. En d'autre terme une zone humide peut çà et là être connecté à une nappe et en d'autres secteurs, complètement isolées (cas de la plaine alluviale de la Saône [*masse d'eau 6305*]). La connaissance de ces relations est donc complexe. La mise en place de moyens méthodologiques et matériels très élaborés pour caractériser ces échanges se révèlent onéreux s'ils sont déployés à grande échelle. Des priorités sont donc à envisager en terme de connaissance approfondie des zones humides, en privilégiant les territoires à forte pression humaine.

Pour finir le constat de la relation étroite entre eaux souterraines et les écosystèmes aquatiques au travers de cet exercice de représentation des relations entre les zones humides et les eaux souterraines confirment nettement que :

- tous les types de zones humides sont concernés par une alimentation en eau par les eaux souterraines,
- la répartition des zones humides alimentées par les eaux souterraines est très homogène sur le bassin de Rhône –Méditerranée. Cette situation renforce ce besoin de solidarité amont-aval des acteurs et usagers du bassin pour la préservation des écosystèmes,
- le besoin de gestion de la ressource en eaux souterraines de façon équilibré est primordial pour préserver le fonctionnement des milieux aquatiques (habitats, faune et flore) et éviter leur destruction par manque d'eau.
- les zones humides ont globalement un fonctionnement hydrologique et écologique loin de subvenir aux besoins de la caractérisation des milieux aquatiques.