

SECRÉTARIAT TECHNIQUE DE BASSIN  
BASSIN LOIRE-BRETAGNE

# Bassin Loire-Bretagne

Etat des lieux 2019

-

Note de synthèse  
Pressions hydrologie



**AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ**  
Établissement public du ministère de l'Environnement



## 1. Pressions liées aux prélèvements

Cette partie décrit les pressions liées aux prélèvements d'eau qui s'exercent sur les trois milieux suivants :

- les cours d'eau ;
- les nappes libres, c'est-à-dire les premières nappes rencontrées à partir du sol, celles qui contribuent notamment à l'alimentation des cours d'eau et de certaines zones humides ;
- les nappes captives, plus profondes, indépendantes des cours d'eau et protégées de la surface par un écran géologique imperméable.

La pression a été approchée par le calcul d'un « taux d'exploitation » correspondant au rapport suivant :

$$\text{Taux d'exploitation} = \frac{\text{Prélèvement (ou consommation nette)}}{\text{Ressource disponible}}$$

Pour chacun des trois milieux subissant cette pression, la méthode de calcul de ce rapport est adaptée : les prélèvements pris en compte et la caractérisation de la ressource disponible diffèrent.

Les prélèvements sont calculés sur la base des données de l'année 2013, considérée comme moyenne la plus récente connue en matière de prélèvements d'eau pour tous les types d'usages sur l'ensemble du bassin. Ces données proviennent pour la plupart des déclarations des usagers pour les redevances à l'agence de l'eau.

En outre une méthodologie a été élaborée pour estimer les prélèvements pour l'alimentation en eau des élevages directement dans le milieu naturel et donc non comptabilisés. Elle s'appuie sur les données du recensement agricole de 2010 et consiste à calculer le nombre d'UGB au droit de chaque masse d'eau souterraine libre et chaque bassin versant de masse d'eau de surface. Une analyse bibliographique, notamment à partir des études réalisées dans le cadre des Sage sur le bassin, conduit à retenir les références suivantes :

- consommation journalière moyenne des animaux : 40 litres / jour / UGB ;
- 60 % des prélèvements effectués dans le milieu naturel et 40 % sur le réseau AEP ;
- 60 % des prélèvements dans le milieu sont en nappe et 40 % en eau de surface.

Ces références appliquées de façon uniforme sur le bassin permettent d'estimer les volumes prélevés dans chaque masse d'eau.

Les pratiques peuvent être différentes sur certains bassins versants mais il est impossible de prendre en compte toutes les disparités locales.

### **Pression des prélèvements sur les cours d'eau**

La pression liée aux prélèvements sur les cours d'eau tient compte des prélèvements effectués en eau de surface ou en eau souterraine dans les nappes libres. Cette pression correspond au rapport entre le débit consommé à l'étiage par les usagers et le débit du cours d'eau au même instant. Cette analyse mesure donc la pression de prélèvements à la période la plus sensible pour le milieu naturel.

La pression la plus forte s'exerce essentiellement dans une large bande centrale du bassin. Deux explications se complètent pour cette observation :

- L'irrigation est très présente dans ces régions et il s'agit de l'usage le plus consommateur d'eau à l'étiage (voir le chapitre « bilan des prélèvements selon leur origine ») ;
- A l'ouest, le débit d'étiage de nombreux cours d'eau est naturellement faible ce qui accentue la pression même lorsque le volume prélevé est peu important.

Ailleurs dans le bassin, la pression est globalement faible à modérée hormis quelques secteurs comme l'aval du val d'Allier ou la plaine du Forez.

### **Définition du taux d'exploitation pour les cours d'eau**

Dans le cas des pressions de prélèvement sur les cours d'eau, il ne s'agit pas réellement d'un taux d'exploitation au sens strict car on compare le débit exploité au débit restant dans le cours d'eau et non au débit disponible avant prélèvement est calculé de la façon suivante :

$$\text{Pression de prélèvement cours d'eau} = \frac{\begin{array}{l} \text{Prélèvements consommés en cours d'eau (m3/s)} \\ + 80 \% \text{ des prélèvements en nappe libre (m3/s)} \\ \text{Hors prélèvement en retenue artificielle, dans la limite de leur} \\ \text{capacité nominale)} \end{array}}{\text{Débit d'étiage du cours d'eau (m3/s)}}$$

Les principes suivants sont appliqués :

- Sont pris en compte les prélèvements dans les cours d'eau mais aussi une partie des prélèvements dans les nappes libres. En effet, à l'étiage, le débit des cours d'eau est fortement soutenu par les apports des nappes souterraines. Les prélèvements effectués dans les nappes exercent donc une pression significative sur le débit d'étiage. Le guide national préconise de prendre en compte 80 % des prélèvements en nappe libre pour le calcul de la pression sur les cours d'eau.
- Seuls les volumes réellement consommés par les usages doivent être pris en compte, le reste étant restitué au cours d'eau après épuration. Le service de l'observation et des statistiques du ministère recommande d'utiliser les ratios suivants pour estimer la part de consommation (c'est-à-dire non restituée au milieu) pour les différents usages :
  - o AEP : 20 % de consommation (et donc 80 % de restitution au milieu, après épuration) ;
  - o Industrie hors centrales électriques : 7 % de consommation (et donc 93 % de restitution au milieu) ;
  - o Irrigation, élevage et alimentation des canaux : 100 % de consommation<sup>1</sup> ;
  - o Centrales électriques : environ 30 % de consommation, hormis Cordemais à consommation quasi nulle et Montpezat dont la dérivation est entièrement consommée pour le bassin.
- Lorsque les prélèvements sont effectués dans une retenue artificielle, on ne prend en compte dans le calcul que les volumes au-delà de la capacité nominale de la retenue, car on considère que tout volume inférieur à cette capacité a été intercepté et stocké en hiver. Donc seuls les volumes au-delà de cette capacité nominale sont considérés comme prélevés en période d'étiage.
- Les volumes prélevés annuellement sont déclarés et disponibles, pour tous les utilisateurs, dans les bases de données redevances de l'agence (année 2013). Pour passer de volumes prélevés annuellement à des débits prélevés à l'étiage, on considère ces volumes comme répartis de manière homogène sur l'année pour l'eau potable et l'industrie. Pour l'irrigation on considère le volume réparti sur une période de 3 mois : l'essentiel, sur l'ensemble du bassin, est prélevé en juillet / août mais il faut tenir compte d'une partie de prélèvements effectués au printemps et, plus rarement, en septembre.
- Les volumes prélevés par période et par usage sont ensuite transformés en débits consommés en leur appliquant les taux de consommation.
- La ressource disponible est traduite par le débit moyen mensuel du cours d'eau à l'étiage, correspondant au QMNA 5<sup>2</sup> des stations hydrométriques sur la période 1980-2015<sup>3</sup> ou établi à

<sup>1</sup> Selon le guide méthodologique national pour le calcul des pressions, seule l'irrigation gravitaire restitue une partie de l'eau au milieu mais elle est pratiquement absente en Loire-Bretagne.

<sup>2</sup> Le QMNA 5 est le débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale.

partir des données hydrométriques interpolées pour les cours d'eau ne disposant pas de station de suivi des débits. Ces débits ont ensuite été homogénéisés par le logiciel PEGASE afin d'obtenir une valeur de débit d'étiage interpolé pour chaque bassin versant de masse d'eau cours d'eau.

### **Pression des prélèvements sur les nappes libres**

La pression de prélèvements dans les nappes libres représente le rapport entre le volume annuel prélevé et la recharge interannuelle de la nappe. On remarque :

- De très fortes pressions qui s'exercent sur la masse d'eau Beauce, la chaîne des Puys en Auvergne, du fait de très forts prélèvements, respectivement pour l'irrigation et pour l'eau potable ou l'embouteillage ;
- Des pressions fortes en Champagne berrichonne, Poitou, bassin d'alimentation de la Sèvre Niortaise et du Marais poitevin, vallée de l'Huisne et monts du Devès. Il s'agit de régions agricoles où l'irrigation est intensive hormis le Devès où l'eau potable est prépondérante ;
- De fortes pressions sont affichées pour les masses d'eau alluviales (c'est-à-dire contenues dans les alluvions) de la Loire, de l'Allier et de la Vilaine. Il s'agit d'un biais méthodologique : la recharge de ces nappes est calculée à partir de l'infiltration de l'eau de pluie et ne tient pas compte de la réalimentation continue par le fleuve lors des crues ou lorsque les pompes s'effectuent. Cette réalimentation variable spatialement et temporellement n'est pas chiffrable sur tout le linéaire des cours d'eau concernés. La forte pression observée sur ces masses d'eau se répercute de fait sur les cours d'eau.

Il convient toutefois de souligner que la taille importante des masses d'eau souterraines conduit à un lissage des pressions. Ainsi, certaines masses d'eau apparaissent en faible pression mais peuvent présenter des secteurs hétérogènes où s'exercent localement de très fortes pressions. C'est particulièrement le cas de la masse d'eau libre du Cénomaniens fortement exploitée dans le secteur de l'Authion et moins dans les autres secteurs qu'elle recouvre.

### **Définition du taux d'exploitation pour les nappes libres**

Dans le cas des pressions de prélèvement sur les nappes libres, le taux d'exploitation est calculé de la façon suivante :

$$\text{Pression de prélèvement sur les nappes libres} = \frac{\text{Volume annuel prélevé dans la nappe (m3)}}{\text{Volume de pluie annuel infiltré dans la nappe (m3)}}$$

- La part de la ressource disponible en nappe à l'étiage ne peut pas être facilement déterminée. La pression est donc calculée sur une base annuelle, ce qui est plutôt modérateur ;
- La ressource disponible est calculée sur la base du volume moyen interannuel de pluie infiltrée, calculé à partir de données de pluies efficaces de Météo-France et des ratios infiltration/ruissellement du BRGM.

#### **Cas particulier des nappes alluviales :**

Les nappes alluviales sont des nappes libres alimentées majoritairement par le fleuve lors de leur exploitation et très partiellement par les pluies efficaces. Le calcul de la pression en nappe libre ci-dessus n'est donc pas adapté.

Le calcul de la pression sera le rapport entre le débit prélevé en été et le débit d'étiage du fleuve au droit de la masse d'eau alluviale.

$$\text{Pression de prélèvement sur les nappes alluviales} = \frac{\text{débit estival prélevé dans la nappe alluviale (m3/s)}}{\text{Débit d'étiage du cours d'eau (m3/s)}}$$

Pour calculer le débit estival prélevé, on admettra que le volume annuel prélevé est réparti sur 3 mois pour l'irrigation et sur 12 mois pour les autres usages.

---

<sup>3</sup> Les débits n'intègrent donc le soutien d'étiage que dans la mesure où celui-ci a influencé la période considérée.

### **Pression des prélèvements sur les nappes captives**

Les pressions de prélèvement en nappe captive sont les plus importantes dans les calcaires de Beauce sous la forêt d'Orléans, une partie du Cénomanien dans la vallée du Loir, le Dogger du Haut Poitou et le bassin tertiaire de Campbon (Loire-Atlantique). Comme il s'agit de nappes naturellement protégées et classées NAEP dans le Sdage (nappe à réserver dans le futur à l'alimentation en eau potable – disposition 6 E1), la pression provient essentiellement de l'eau potable voire de l'embouteillage comme c'est le cas par exemple pour les calcaires de Beauce sous la forêt d'Orléans.

#### **Définition du taux d'exploitation pour les nappes captives**

Les nappes captives sont généralement profondes et protégées par un niveau peu perméable. Leur réalimentation annuelle n'est pas connue sauf à l'occasion de rares modélisations. Il s'est donc avéré impossible de déterminer quelle était la ressource annuelle disponible pour chacune de ces masses d'eau. La pression a alors été calculée comme étant le rapport entre le volume annuel prélevé dans ces nappes et la surface de la masse d'eau.

$$\text{Pression de prélèvement sur les nappes captives} = \frac{\text{Volume annuel prélevé dans la nappe (m3)}}{\text{Surface de la masse d'eau (km}^2\text{)}}$$

La dimension importante de certaines de ces masses d'eau conduit là aussi à un lissage des pressions. C'est particulièrement le cas de la nappe captive centrale du Cénomanien (GG142) qui présente une forte hétérogénéité d'exploitation avec des secteurs à très forte pression en région tourangelle et vallée du Cher notamment. Ces disparités apparaissent lorsque ces mêmes pressions sont calculées à l'échelle communale.

### **Pression de prélèvement hivernale**

Alors que les stockages d'eau en retenues se développent, il est apparu utile d'examiner la pression due aux prélèvements hivernaux sur les différents types de milieux. Cette analyse n'est pas demandée par le guide national.

Par analogie avec le SDAGE, les prélèvements hivernaux sont ceux effectués de novembre à mars. On considérera qu'ils représentent 5/12 du prélèvement annuel pour chaque type d'usage, hors irrigation. En effet, pour l'irrigation seuls les prélèvements pour le remplissage des retenues seront pris en compte et plafonnés à la capacité nominale de la retenue.

### **Pression de prélèvement hivernale sur les nappes libres**

#### **Définition du taux d'exploitation**

La pression hivernale est représentée par le rapport entre le volume prélevé hivernal et la recharge moyenne interannuelle.

$$\text{Pression de prélèvement hivernale sur les nappes libres} = \frac{\text{Volume hivernal prélevé dans la nappe (m3)}}{\text{Volume de pluie annuel infiltré dans la nappe (m3)}}$$

### **Pression de prélèvement hivernale sur les nappes captives**

#### **Définition du taux d'exploitation**

La pression hivernale est représentée par le rapport entre le volume hivernal prélevé dans la masse d'eau captive et la surface de la masse d'eau considérée

$$\text{Pression de prélèvement hivernale sur les nappes captives} = \frac{\text{Volume hivernal prélevé dans la nappe (m3)}}{\text{Surface de la masse d'eau (km}^2\text{)}}$$

## Pression de prélèvement hivernale sur les cours d'eau

### Définition du taux d'exploitation

La pression de prélèvement hivernale est représentée par le rapport entre les débits prélevés et consommés et le module interannuel du cours d'eau, considéré comme la ressource hivernale disponible.

$$\text{Pression de prélèvement hivernale cours d'eau} = \frac{\begin{array}{l} \text{Prélèvements hivernaux consommés en cours d'eau (m3/s)} \\ + 80 \% \text{ des prélèvements consommés en nappe libre (m3/s)} \\ \text{Hors prélèvement en retenue artificielle, dans la limite de leur} \\ \text{capacité nominale)} \end{array}}{\text{module du cours d'eau (m3/s)}}$$

Plusieurs types de pressions s'exercent sur l'état quantitatif des nappes et sur l'hydrologie des cours d'eau dont les plus importantes sont les pressions liées aux prélèvements d'eau et à l'évaporation des plans d'eau.

L'amélioration des connaissances a permis de prendre en compte les prélèvements pour l'alimentation de certains canaux pour cet état de lieux et une méthode estimative a été élaborée pour approcher au mieux les prélèvements pour l'alimentation en eau des élevages en dehors du réseau AEP. Ces prélèvements constituent des pressions certes existantes en 2013, mais alors non chiffrées et devenant explicatives de l'état des milieux en 2019.

Les prélèvements annuels globaux dans le bassin sont de l'ordre de 4 milliards de m<sup>3</sup> dont la moitié pour les centrales électriques. Hors évènement climatique ils ne présentent pas de tendance significative d'évolution dans leur ensemble. Des tendances locales peuvent toutefois être observées dès lors que des règles de gestion ont été mises en place et appliquées.

Les fortes pressions exercées sur certaines masses d'eau souterraines libres (Beauce, Champagne berrichonne, Poitou-Charentes, Vendée, bassin de la Sarthe...) ont un impact sur l'alimentation des cours d'eau (et donc leur état écologique) ainsi que sur l'alimentation de la zone humide du Marais poitevin. Il n'y a pas d'impact observé sur l'évolution du biseau salé mais ce point méritera d'être étudié plus finement à proximité immédiate du littoral lorsque les pressions sont en augmentation.

Les fortes pressions observées dans les masses d'eau souterraines captives sont essentiellement dues à l'alimentation en eau potable et l'embouteillage. Elles ont un impact avéré sur la piézométrie de la nappe du Cénomanien mais dorénavant localisé et non généralisé.

Les fortes pressions observées dans les bassins versants des masses d'eau de cours d'eau sont issues d'un cumul des prélèvements directs en cours d'eau et d'une grande partie des prélèvements en nappe libre en lien avec le cours d'eau. Elles ont un impact sur le débit d'étiage de ce dernier. Ces fortes pressions s'observent dans une large bande allant du sud-ouest du bassin à l'Orléanais.

L'irrigation est l'usage qui présente la plus importante consommation nette (différence entre le volume prélevé et le volume restitué au milieu naturel) à l'étiage dans une grande partie centrale et sud-ouest du bassin.

La pression d'interception des flux par les plans d'eau, représentée par l'évaporation de ceux-ci, a un impact sur le débit d'étiage des cours d'eau et leur réchauffement. Elle est plus particulièrement marquée dans les régions Pays de la Loire, Limousin et Centre.

La pression liée au drainage des terres n'a pas été estimée car elle est impossible à appréhender de façon fiable d'un point de vue hydrologie quantitative en l'état des connaissances.