

Bassin Loire-Bretagne

Etat des lieux 2019

-

Note méthodologique

Pressions hydrologie



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



Sommaire

Pression de prélèvement	3
1. Définition de la pression et périmètre	3
2. Données de base	3
2.1. Prélèvements	3
2.1.1. Volumes comptes	3
2.1.2. Volumes estimés : abreuvement des animaux hors réseau AEP	4
2.2. Pluie et infiltration efficaces	5
2.3. Débits d'étiage	5
3. Calcul des pressions	5
3.1. Pression sur les nappes libres	5
3.2. Cas particulier des nappes alluviales	6
3.3. Pression sur les nappes captives	6
3.4. Pression sur les eaux de surface	6
3.5. Pression de prélèvement hivernale	7
3.5.1. Quelle période, quels prélèvements ?	7
3.5.2. Calcul de la pression hivernale	8
Pression interception de flux	8
1. Objectif	8
2. Données de base	8
3. Calcul de la pression	9

PRESSION DE PRELEVEMENT

Les méthodes de calcul des pressions développées par l'agence pour l'état des lieux 2013 ont été reprises par l'OIEau et le BRGM pour l'élaboration du recueil national des méthodes de caractérisation des pressions¹.

1. DEFINITION DE LA PRESSION ET PERIMETRE

Il s'agit de déterminer la pression de prélèvement sur le milieu par rapport à la ressource disponible. Selon les milieux, cette ressource disponible sera calculée de façon adaptée, en fonction des connaissances et données facilement accessibles, homogènes à l'échelle du bassin et reproductibles d'un cycle à l'autre.

Trois domaines sont traités :

- **pression de prélèvement sur les eaux de surface ;**
- **pression de prélèvement sur les nappes libres ;**
- **pression de prélèvement sur les nappes captives.**

La ressource disponible est déterminée comme suit :

- par le QMNA 5 (débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale sèche) pour les eaux de surface,
- par la recharge interannuelle pour les nappes libres,
- pour les nappes captives, elle n'est pas calculable car mal connue.

Pour chaque domaine, les calculs seront réalisés par masse d'eau pour l'année 2013, année moyenne en termes de volumes prélevés la plus récente, conformément aux consignes nationales.

2. DONNEES DE BASE

2.1. PRELEVEMENTS

2.1.1. VOLUMES COMPTES

Les données de prélèvement sont issues des fichiers des redevances de l'agence. On y trouve les volumes déclarés par les usages redevables : AEP, industrie (dont EDF), irrigation, alimentation des canaux. A noter que les prélèvements pour l'aquaculture ne sont plus redevables et deviennent donc inconnus.

Outre un code « nature de ressource » préexistant, les codes masse d'eau ont été ajoutés pour chaque captage :

- pour les eaux de surface et les eaux souterraines un code BV masse d'eau de surface a été identifié par projection cartographique simple ;
- pour les eaux souterraines, attribution du code masse d'eau souterraine :
 - o en domaine de socle par projection cartographique,
 - o en domaine sédimentaire (3D) :
 - prise en compte des bases de données existantes pour des modélisations (Poitou Charentes et cénomanien),
 - utilisation des logs forages de la banque du sous sol et du SIGES région Centre et comparaison avec les profondeurs des ouvrages.

L'attribution du code masse d'eau est bien entendu entachée d'erreurs qui peuvent être de plusieurs types :

¹ Le recueil est disponible à l'adresse : <http://www.reseau.eaufrance.fr/ressource/recueil-caracterisation-pressions-edl-2013>

- d'une manière générale une erreur est possible sur les coordonnées X ou Y. En outre lorsque les coordonnées sont rattachées au centroïde de la commune, le code masse d'eau peut changer.
- le découpage des masses d'eau pose par endroits problème :
 - o Non prise en compte de certains petits aquifères,
 - o Trait parfois imprécis ou inexact.
- en domaine sédimentaire :
 - o Lorsque la profondeur de l'ouvrage était inconnue, le code de la première masse d'eau rencontrée a été attribué.
 - o Lorsque l'ouvrage pénètre significativement dans la masse d'eau sous jacente, le code de la masse d'eau la plus profonde a été attribué, même si l'ouvrage est peut être mixte (invérifiable sans coupe technique)

L'amélioration des connaissances depuis 2013, sur les coordonnées des captages et leur profondeur peut conduire à des modifications significatives des pressions dès lors qu'il s'agit de prélèvements importants au regard de la ressource disponible.

De même la connaissance des volumes d'alimentation des canaux, non pris en compte en 2013, peut apporter des modifications significatives car il s'agit généralement de forts débits de pompage ponctuels.

2.1.2. VOLUMES ESTIMES : ABREUVEMENT DES ANIMAUX HORS RESEAU AEP

L'abreuvement des animaux est très souvent appréhendé de manière générale et les volumes en jeu approchés qualitativement tout en admettant qu'ils peuvent être significatifs. Certains Sage se risquent cependant à donner quelques chiffres.

Au-delà du volume consommé, se pose la question de l'origine de l'eau et de la ressource exploitée avec parfois des différences saisonnières : Réseau AEP / milieu naturel et eau souterraine / eau de surface. Cette question est souvent sans réponse, même dans les études locales réalisées dans les Sage.

Une enquête réalisée par le Sage Mayenne apporte toutefois un éclairage assez précis sur ce bassin versant et permet d'estimer la pression de prélèvement pour abreuvement des animaux. Elle s'avère significative que ce soit sur les eaux souterraines ou sur les eaux de surface.

Face à ce constat, il a fallu trouver une méthode d'estimation simple et la plus fiable possible des volumes consommés par les animaux et utilisable universellement sur tout le territoire du bassin faute de données précises généralisées.

Le cheptel animal est très diversifié sur le territoire. Pour faciliter les calculs, les densités animales seront exprimées en UGB. Ces données sont issues du recensement agricole 2010 fournies à la commune avec secret statistique. Ce sont les dernières disponibles à cette échelle qui paraît la plus pertinente.

Ces UGB sont ensuite réparties au droit de chaque bassin versant (BV) de masse d'eau de surface (MESU) au prorata des surfaces impactées pour les communes situées sur plusieurs BV, ainsi qu'au droit de chaque masse d'eau souterraine (MESO) de premier niveau c'est-à-dire la première rencontrée. On admettra que si l'abreuvement se fait à partir d'eau souterraine, l'eau est captée dans la première nappe libre rencontrée. En cas d'absence, on admettra qu'il n'y a pas de forage profond pour exploiter une nappe captive et que l'alimentation se fait à partir d'eau de surface.

Après analyse bibliographique où l'on trouve des informations assez variables sur les consommations en eau des divers animaux (veaux, vaches, cochons, volailles, moutons ...) nous avons décidé de retenir une consommation moyenne journalière de 40 l d'eau par UGB.

La lecture des différents Sage du bassin montre que la pratique d'alimentation en eau des cheptels est très variée d'un territoire à l'autre. Quelle part du réseau d'AEP par rapport au milieu naturel ? Quelle part d'eau souterraine et d'eau de surface quand les prélèvements sont effectués dans le milieu ?

En l'absence de données précises généralisées et en s'appuyant sur les résultats de quelques enquêtes réalisées dans certains Sage nous avons appliqué les partitions suivantes :

- Part milieu naturel / réseau AEP : 60 / 40

- Part eau souterraine / eau surface : 60 / 40

Cette partition est sans doute erronée sur certains territoires mais il est impossible de rechercher puis d'appliquer une partition différenciée type « confettis » sur l'ensemble du bassin.

Le volume annuel prélevé par les animaux par masse d'eau est donc calculé ainsi :

$V_{\text{annuel meso en m3}} = \text{Nbre UGB meso} * 0.6 * 0.6 * 40 * 365 / 1000$

$V_{\text{annuel mesu en m3}} = \text{Nbre UGB mesu} * 0.6 * 0.4 * 40 * 365 / 1000$

Cette méthode estimative du volume prélevé appliqué au bassin de la Mayenne (objet d'une enquête) donne un volume de 9.3 millions de m3 contre 9.6 estimés par le Sage, ce qui est très correct.

Il s'agit d'un élément nouveau par rapport à l'état des lieux de 2013. Bien que déjà existante en 2013, cette pression devient en 2019 une variable explicative supplémentaire à l'état des masses d'eau.

2.2. PLUIE ET INFILTRATION EFFICACES

Les données de pluies efficaces sont fournies par Météo France (moyenne 1975 – 2010). Pour calculer l'infiltration efficace, part de la pluie efficace qui recharge les nappes, nous avons utilisé l'outil IDPR (indice de développement et de persistance des réseaux) du BRGM qui permet de hiérarchiser les capacités infiltrantes ou ruisselantes des sols.

Cette méthode permet de calculer la lame d'eau infiltrée pour chaque masse d'eau souterraine libre et donc le volume infiltré.

Ces données de pluie efficace, ratio, volume et lame d'eau infiltrée figurent dans la base de données. Elles sont bien entendu critiquables.

Pour les nappes captives nous ne disposons pas de données fiables sur les volumes d'alimentation de ces ressources, donc sur la ressource renouvelable.

2.3. DEBITS D'ETIAGE

Le débit d'étiage de référence retenu est le QMNA5. La banque hydro fournit cette donnée statistique sur chacune des stations hydrométriques du bassin lorsque les chroniques de mesure sont suffisantes. Les stations avec 30 ans de mesures entre 1980 et 2015 ont été retenues mais elles ne couvrent pas tout le réseau hydrographique.

Pour calculer des valeurs de débit d'étiage de référence sur chacun des BV de masse d'eau de surface du bassin et assurer une cohérence hydrologique de l'ensemble des valeurs, nous avons utilisé l'outil de modélisation PEGASE accompagné d'interpolation par krigeage.

Il n'y a pas de données sur les BV des masses d'eau de transition.

Les nouvelles simulations de PEGASE pour l'état des lieux 2019 peuvent conduire à des modifications significatives des débits d'étiage estimés dans la gamme des faibles débits ce qui pourra avoir un impact fort sur les pressions calculées.

3. CALCUL DES PRESSIONS

3.1. PRESSION SUR LES NAPPES LIBRES

La disponibilité du milieu est déterminée par la quantité d'eau infiltrée annuellement dans les masses d'eau libres souterraines (les premières rencontrées à partir du sol). Il est difficile de connaître précisément pour chaque masse d'eau la part de celle-ci disponible en période estivale pour calculer une pression en période de forte sollicitation.

Le calcul de la pression sera donc le calcul du rapport entre le volume annuel prélevé en nappe libre par tous les usagers et le volume moyen interannuel de recharge.

Il s'agit bien de volume prélevé et non pas de volume consommé puisqu'il est supposé qu'aucun volume ne retourne en nappe après prélèvement.

Les volumes prélevés concernent les codes ressources suivants dans la base de données : NP, SO, RP, RA, RO (profonde, source, retenue alimentée par nappe, nappe alluviale ou source).

Le calcul final est réalisé par masse d'eau.

3.2. 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 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.

On admettra que le volume prélevé pendant le mois le plus sec correspond environ au tiers du volume total prélevé pour l'irrigation et au 1/12e pour les autres usages. Ces volumes sont ensuite transformés en débit.

3.3. PRESSION SUR LES NAPPES CAPTIVES

On ne connaît pas les volumes d'alimentation de ces nappes (ou volume renouvelable) et donc la disponibilité du milieu.

Le calcul de la pression sera le calcul du rapport du volume prélevé par unité de surface. Il sera réalisé à deux échelles car les masses d'eau captives sont généralement très étendues sur le bassin ce qui conduit à lisser les résultats :

- Calcul du rapport entre le volume annuel prélevé par commune et la surface de la commune (carte de « mitage »).
- Calcul du rapport entre le volume annuel prélevé dans la masse d'eau et la surface de la masse d'eau.

Certaines masses d'eau étant mixtes (libres et captives) un champ captivité a été créé dans la base pour sélectionner les captages adéquats.

3.4. PRESSION SUR LES EAUX DE SURFACE

Le calcul de la pression sera réalisé au moment le plus sensible de l'année, c'est-à-dire à l'étiage. La disponibilité du milieu est alors représentée par le débit d'étiage (voir ci-dessus).

Le calcul de la pression sera déterminé par le rapport entre le débit consommé par les usagers à l'étiage et le débit d'étiage.

Une partie des prélèvements se retrouve dans les cours d'eau après usage. Il y a donc lieu de prendre en compte le volume consommé net et non le volume prélevé. Les coefficients de consommation nette retenus sont les suivants (données nationales) :

- AEP : 20 % ;
- Industrie : 7 % ;
- Centrales nucléaires : environ 30 % ;
- Irrigation, abreuvement animaux et alimentation des canaux : 100 %.

En matière de ressource, on retient les prélèvements directs en cours d'eau, hors retenues, ainsi que 80 % des prélèvements en nappes libres qui sont censées avoir un impact sur le débit des cours d'eau à l'étiage. Dans la base de données cela correspond aux points codés CN, et 80 % des NA, NP, SO.

Les volumes prélevés en retenues ne sont pas pris en compte car considérés comme résultant d'un stockage (donc prélèvement) hivernal.

Cependant, il existe de nombreuses retenues pour l'irrigation qui sont exploitées au-delà de leur capacité nominale. Nous avons calculé le différentiel entre le volume prélevé et la capacité de la retenue et l'avons considéré comme un prélèvement estival.

On admettra que le volume prélevé pendant le mois le plus sec correspond environ au tiers du volume total prélevé pour l'irrigation et au 1/12e pour les autres usages. Ces volumes sont ensuite transformés en débit.

Les ratios **Q consommé / débit d'étiage** sont ensuite calculés pour chaque BV masse d'eau.

3.5. PRESSION DE PRELEVEMENT HIVERNALE

Les prélèvements hivernaux se développent pour le remplissage de réserves pour l'irrigation. Qu'il s'agisse de réserves de substitution ou de développement économique le phénomène risque de s'accroître avec le réchauffement climatique et les dispositions du Sdage qui ouvrent cette création en ZRE.

Il est donc pertinent de commencer à s'intéresser à l'évolution de la pression de prélèvement pendant la période hivernale et à ses éventuels impacts, ce qui permettra également de répondre aux interrogations de la commission planification du comité de bassin.

On ne dispose pas à ce jour de consignes nationales particulières sur ce sujet qui reste donc spécifique au bassin Loire-Bretagne et il faut bien proposer une ébauche de méthodologie pour lancer les débats.

3.5.1. QUELLE PERIODE, QUELS PRELEVEMENTS ?

Le Sdage définit la période d'étiage entre le 1er avril et le 30 octobre et la disposition 7-D5 indique que les prélèvements hivernaux ne peuvent être réalisés que de novembre à mars. Ceci est cohérent et permet d'étayer le choix de la période de calcul du volume prélevé hivernal de novembre à mars. Cette période est néanmoins à cheval sur 2 années civiles et donc sur 2 années de déclaration de redevances ce qui ne simplifie pas la tâche. Il faut en effet rappeler que les données de volume prélevé déclarées à l'agence sont annuelles depuis 2008.

- Prélèvement direct dans le milieu naturel

Pour ce qui concerne l'eau potable, l'industrie et l'abreuvement des animaux, les prélèvements sont généralement considérés comme lissés sur l'année même si l'AEP est fortement impactée par le tourisme estival sur le littoral.

On peut donc en première approche considérer que le volume hivernal prélevé pour ces usages est proche de 5 /12 du volume annuel.

Pour ce qui concerne l'irrigation au sens strict, il n'y a aucun prélèvement à cette période. Ce n'est donc que le remplissage des réserves qu'il faut rechercher pour cet usage.

- Remplissage des retenues ou réserves

Le volume déclaré par l'utilisateur à l'agence n'est pas le volume prélevé pour alimenter la réserve mais le volume exploité à partir de la réserve (volume de sortie).

En règle générale il faudrait considérer que le volume prélevé en hiver (N/N+1) pour alimenter les retenues est égal au volume exploité l'année N augmenté de l'évaporation durant cette même année N. Ne disposant pas des surfaces de ces retenues (en outre variables pendant la phase d'exploitation), le calcul de l'évaporation s'avère impossible.

On sait également par expérience qu'un certain nombre de réserves sont exploitées à un volume supérieur à leur capacité nominale : les réserves (hors substitution) peuvent être alimentées en continu, même en période d'étiage (forages, sources ou interception d'écoulement). Il faudra donc dans ce cas, ne considérer comme volume hivernal que le volume de la retenue en admettant qu'elle est vide en début d'hiver.

En conclusion, il est proposé que le volume hivernal d'alimentation des retenues quelles qu'elles soient, soit égal au volume d'exploitation de l'année plafonné à la capacité nominale de la retenue lorsqu'il est connu. On admettra ainsi une sous-estimation due à la compensation du volume évaporé.

3.5.2. CALCUL DE LA PRESSION HIVERNALE

Il s'agit d'un élément nouveau par rapport à l'état des lieux 2013.

Le principe de calcul de la pression reste le même : on compare le volume prélevé au volume disponible dans la ressource au même moment en fonction des données dont on peut disposer.

- Pression hivernale sur les eaux souterraines

La pression se résumera au rapport entre le volume prélevé en hiver dans les eaux souterraines et la recharge totale annuelle que l'on considèrera comme totalement disponible sur cette période qui est censée être la période de remplissage intégral des réservoirs souterrains libres.

Le calcul sera fait pour chaque masse d'eau souterraine libre :

$$P(\%) = V_{\text{P hiv sout}} (\text{m}^3) / \text{recharge moyenne interannuelle} (\text{m}^3)$$

Pour les masses d'eau captives on ne connaît pas la valeur de la recharge annuelle. On calculera alors pour chaque masse d'eau, le rapport entre le volume prélevé en hiver en nappe captive et la surface de la masse d'eau considérée.

$$P(\text{m}^3/\text{km}^2) = V_{\text{P hiv}} (\text{m}^3) / \text{surf masse d'eau} (\text{km}^2)$$

- Pression hivernale sur les eaux de surface

La pression de prélèvement sur les eaux de surface est due aux prélèvements directs dans ces mêmes eaux de surface, aux interceptions de ruissellement (retenues collinaires) et en partie aux pompages en nappe. Ces derniers seront pris en compte forfaitairement à hauteur de 80 %. C'est le cumul de ces prélèvements en hiver qui seront considérés. En outre, pour tenir compte des rejets, on utilisera les volumes consommés en fonction des types d'usage sauf pour le remplissage des réserves qui restera en volume réel prélevé.

En ce qui concerne la ressource disponible pendant cette même période, on considèrera qu'il s'agit du module moyen interannuel, valeur d'ailleurs proche des QMNA moyen de cette période hivernale.

La pression de prélèvement hivernale sera calculée pour chaque BV MECE et sera le rapport entre le débit moyen prélevé durant la période et le module du cours d'eau au droit du BV.

$$P(\%) = Q_{\text{P hiv}} / \text{module}$$

PRESSIION INTERCEPTION DE FLUX

1. OBJECTIF

Certaines régions du bassin présentent une forte densité de plans d'eau souvent connectés aux cours d'eau par surverse et alimentés par des sources, fossés ou cours d'eau. D'un point de vue quantitatif, l'évaporation de ces plans d'eau constitue un manque à gagner pour les cours d'eau récepteurs.

Cette évaporation constitue donc une pression dont le calcul est explicité ci-après en comparant le volume évaporé au débit d'étiage du cours d'eau.

2. DONNEES DE BASE

- QMNA5 estimé par bassin versant masse d'eau cours d'eau correspondant aux débits d'étiage ;
- lame d'eau évaporée « lac » calculée par météo France ;
- somme des surfaces des plans d'eau par BV masse d'eau cours d'eau.

Débit d'étiage : voir méthode décrite dans les pressions de prélèvement.

Lame d'eau évaporée « lac » : Météo France fournit les données par poste. 176 postes répartis sur l'ensemble du bassin sont utilisés. Il s'agit de la hauteur d'eau évaporée par décade pendant la période estivale et pour les années de 1975 à 2011.

Somme des surfaces des plans d'eau : les plans d'eau sont ceux identifiés dans la BDTOPO. Les plans d'eau non pris en compte pour ce calcul sont : les lagunes des stations d'épuration et les plans d'eau naturels non connectés au réseau hydrographique.

3. CALCUL DE LA PRESSION

- Calcul de la moyenne interannuelle de lame d'eau évaporée par poste en période estivale ;
- Spatialisation en utilisant un outil statistique (krigeage) pour avoir une hauteur d'eau moyenne évaporée par BV de masse d'eau cours d'eau ;
- Calcul du volume évaporé en multipliant la somme des surfaces des plans d'eau présents dans le BV masse d'eau cours d'eau avec la hauteur d'eau évaporée moyenne calculée ;
- Volume transformé en débit évaporé sur la période par masse d'eau ;
- Calcul de la pression :

$$P (\%) = Q_{\text{évaporé}} / \text{débit d'étiage}$$

Ce calcul est réalisé pour chaque BV masse d'eau cours d'eau.