



Révision des états des lieux de Rhône-Méditerranée et de Corse

PLANS D'EAU DOUCE

Évaluation des impacts des pressions et du risque de non atteinte du bon état écologique en 2033

(non atteinte du bon état écologique)

Les outils, méthodes et démarches utilisés



Décembre 2023



Préambule

Le recensement des pressions anthropiques qui s'exercent sur les masses d'eau, l'évaluation de l'impact de chacune d'entre elles et du risque qu'elles font peser sur l'atteinte de leur bon état écologique donne lieu à la production de diagnostics sur chacun de ces points dans l'état des lieux du bassin en 2025. Ces diagnostics constituent la base technique qui permet ensuite d'élaborer le programme de mesures et de fixer des objectifs d'état pour chaque masse d'eau pour 2033.

Ces diagnostics sont établis au terme de plusieurs étapes de travail successives :

Etape 1 : un premier diagnostic brut est proposé sur une base technique élaborée à l'échelle du bassin, à partir de jeux de données et de méthodes de calcul et d'interprétation homogènes et compatibles avec les cadrages nationaux. Les référentiels utilisés tiennent compte de la diversité naturelle des milieux aquatiques du bassin.

Etape 2 : ces premiers résultats sont ensuite examinés globalement à une échelle régionale par les services de l'Etat, de l'Agence de l'eau et de l'Office Français de la Biodiversité (et la CDC pour la Corse). Des ajustements peuvent à ce stade être proposés pour tenir compte de données ou de critères d'appréciation qui ne pourraient pas être pris en compte lors du premier diagnostic brut. La consultation technique des services permet de produire un diagnostic de bassin consolidé.

Etape 3 : le diagnostic de bassin consolidé sur l'évaluation de l'impact des pressions anthropiques sur l'état écologique et quantitatif des masses d'eau fait ensuite l'objet d'une consultation technique auprès des gestionnaires locaux pour vérifier si les niveaux d'impact des pressions par masse d'eau sont en adéquation avec la connaissance des acteurs locaux. Si tel n'est pas le cas, les demandes de modifications sont prises en compte, dans la mesure où les arguments en appui à cette demande sont explicités et étayés par des données et informations dont la nature et l'accès doivent être précisés.

Le dispositif vise *in fine* à produire un diagnostic partagé des enjeux et des problèmes rencontrés dans les territoires concernés et à assurer que les méthodes et informations utilisées pour l'élaborer sont transparentes et documentées, afin de garantir la traçabilité des travaux. Cela permet d'assurer la cohérence globale des échelles d'analyse employées et de permettre l'actualisation d'un cycle de gestion à l'autre de l'état des lieux.

Les éléments techniques qui suivent présentent principalement les méthodes utilisées pour établir le diagnostic brut. Ils proposent également quelques éléments de cadrage pour l'expertise à mener aux niveaux régional et local.

Le diagnostic finalisé de l'état des lieux 2025 qui servira de socle à l'élaboration du SDAGE et du programme de mesures pour 2028-2033 résulte donc bien d'un travail de co-construction entre les différents acteurs impliqués dans la politique de l'eau, de l'échelle de bassin jusqu'à l'échelle locale.

Remarques :

La note ne concerne pas le risque de non atteinte du bon état chimique, celui-ci reposant exclusivement sur l'exploitation des résultats de la surveillance et la conformité avec les NQE pour la liste des substances de l'état chimique et non d'une entrée par les pressions et leurs impacts.

La prise en compte des projections des effets dus au changement climatique aux horizons 2050 et au-delà ne sont pas intégrés dans cet exercice dont l'horizon temporel est 2033, mais que pour autant ces effets seront à considérer aux étapes de mise en œuvre des programmes de mesures.

Sommaire

1.	Pressions étudiées et niveaux d'impacts.....	5
2.	Evaluation du RNABE 2033	6
3.	Les pressions à l'origine du RNABE 2033	8
3.1	Altération du régime hydrologique (marnage)	8
3.1.1	Données utilisées	8
3.1.2	Méthode de caractérisation de l'impact.....	8
3.1.3	Effets de la mise en œuvre du programme de mesures	9
3.2	Altération de la morphologie.....	9
3.2.1	Données utilisées	9
3.2.2	Méthodologie de caractérisation de l'impact.....	10
3.2.3	Effets de la mise en œuvre du programme de mesures	10
3.3	Prélèvements d'eau	10
3.3.1	Données utilisées	10
3.3.2	Méthode de caractérisation de la pression.....	10
3.3.3	Méthode de caractérisation de l'impact.....	11
3.3.4	Effets de la mise en œuvre du programme de mesures	12
3.4	Pollutions par les nutriments urbains et industriels	12
3.4.1	Données utilisées	12
3.4.2	Méthode de caractérisation de la pression.....	12
3.4.3	Méthode de caractérisation de l'impact.....	13
3.4.4	Effets de la mise en œuvre du programme de mesures	13
3.5	Pollutions par les nutriments agricoles.....	13
3.5.1	Données utilisées	13
3.5.2	Méthode de caractérisation de la pression.....	13
3.5.3	Méthode de caractérisation de l'impact.....	14
3.5.4	Effets de la mise en œuvre du programme de mesures	14
3.6	Altération de la continuité écologique.....	14
3.6.1	Données utilisées	14
3.6.2	Méthode de caractérisation de la pression.....	15
3.6.3	Méthode de caractérisation de l'impact.....	15
3.6.4	Effets de la mise en œuvre du programme de mesures	17
3.7	Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)	17
3.7.1	Impact flux	17
3.7.2	Impact milieu.....	18
3.7.3	Impact substances toxiques (hors pesticides)	18

3.8	Pollutions par les pesticides.....	19
4.	Sommaire des annexes	20
4.1	Annexe 1 : Méthode de caractérisation de l'impact du marnage.....	21
4.2	Annexe 2 : Méthode de caractérisation de la pression relative aux pollutions par les nutriments urbains et industriels.....	23
4.3	Annexe 3 : Méthode de caractérisation de l'impact lié aux pollutions par les nutriments urbains et industriels.....	24

1. Pressions étudiées et niveaux d'impacts

L'évaluation du risque de non atteinte du bon état en 2033 (RNABE 2033) pour les plans d'eau s'appuie sur l'analyse de différents types de pressions et de leurs impacts probables sur l'état écologique de chacune des masses d'eau (la méthode ne traite pas du risque de non atteinte du bon état chimique).

Le référentiel des masses d'eau superficielle utilisé est celui validé en 2023, dans une version provisoire qui sera intégrée à l'état des lieux et servira de référence pour élaborer le programme de mesures (PDM) et les objectifs.

Les types de pressions pris en compte sont :

- L'altération du régime hydrologique (marnage) ;
- L'altération de la morphologie ;
- Les prélèvements d'eau ;
- Les pollutions par les nutriments urbains et industriels ;
- Les pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)
- Les pollutions par les nutriments agricoles ;
- Les pollutions par les pesticides ;
- L'altération de la continuité écologique (seule la continuité piscicole est ici traitée).

La démarche consiste à identifier la présence de ces différents types de pressions et d'évaluer leurs impacts probables sur le milieu selon 3 niveaux :

- 1 – impact nul ou faible : absence de pression ou pression avec impact très localisé non mesurable et donc négligeable – pas de mesure aucune action de réduction à prévoir ;
- 2 – impact moyen : pression présente avec des impacts mesurables mais limités en intensité ou en étendue spatiale par rapport à la taille de la masse d'eau – pas de mesure de réduction de pression à prévoir, mais une vigilance à prévoir sur l'évolution à moyen/long terme.
- 3 – impact fort : pression présente avec des impacts mesurables et significatifs à l'échelle de la masse d'eau, susceptibles d'empêcher l'atteinte ou le maintien du bon état – une ou des mesures sont à prévoir. Pression à réduire, réflexion à mener dans le cadre du PdM.

2. Evaluation du RNABE 2033

Le RNABE 2033 est ensuite évalué sur la base d'une analyse des différents impacts : la démarche consiste alors à retenir le score d'impact le plus déclassant pour caractériser les effets potentiels d'une pollution ou d'une altération hydromorphologique. Le RNABE étant apprécié à l'horizon 2033, son calcul utilisera les impacts des pressions intégrant le scénario d'évolution (pressions de rejets urbains ponctuels et de prélèvements, liés aux tendances évolutives de la démographie).

Le scénario d'évolution des pressions à l'horizon 2033 (appelé aussi scénario tendanciel) concerne uniquement les pressions liées à la démographie. On ne dispose pas de données suffisamment objectives sur les autres types de pression que l'on considèrera, par hypothèse et par défaut, stables d'ici à 2033.

Pour cela, les données INSEE de projection centrale des populations départementales sur la période 2014-2027 permettent d'établir un taux d'évolution (en %). Le pourcentage d'évolution départemental (positif ou négatif) est appliqué aux volumes prélevés et au flux rejetés pour chaque « ouvrage » (point de prélèvement AEP et point de rejet des stations d'épuration urbaines) situé dans le département concerné.

Les évolutions du RNABE entre les différents cycles de gestion peuvent être liées à la réduction des impacts sous l'effet du programme de mesures (PdM), à l'actualisation des données utilisées et/ou au recours à des méthodes nouvelles ou modifiées. En effet, l'évaluation du RNABE permet, lorsque les données sont disponibles, d'intégrer la réduction éventuelle des impacts par le PdM dans l'évaluation du risque et de mettre en évidence la part du PdM dans cette évaluation.

Un risque est établi pour une masse d'eau lorsque au moins une pression présente un impact de niveau 3. Les pressions qui sont à l'origine du RNABE (impact de niveau 3) sont alors distinguées. Le PdM proposera des mesures pour les pressions ainsi identifiées.

La prise en compte des effets du changement climatique :

Les effets actuels du changement climatique sont pris en compte au travers de la mise à jour des données de pressions : l'évolution de ces pressions intègre déjà des modifications des usages pour s'adapter aux conséquences déjà bien concrètes du changement climatique. Ils seront aussi partiellement pris en compte par un examen de l'actualité des débits d'étiage utilisés dans la démarche pour, le cas échéant, évaluer les impacts actuels des pressions en tenant compte de l'éventuelle diminution de ces débits de référence.

Une réflexion générale sur les effets du changement climatique sur les usages de l'eau et sur les milieux aquatiques doit être conduite dans l'état des lieux du bassin de 2019. Elle intégrera l'évaluation du RNABE 2033 mais ne peut s'y réduire. Cette réflexion plus large, au-delà de l'évaluation du RNABE qui alimente l'état des lieux du bassin en 2025, permettra d'ajuster le programme de mesures 2028-2033 en identifiant les mesures d'adaptation nécessaires à une

anticipation des problèmes de quantité et de qualité des milieux aquatiques, pour envisager la réponse des usages pour respecter les objectifs d'état des milieux. Un chapitre spécifique sera produit dans l'EDL afin d'alerter les représentants du CB et acteurs locaux sur les tendances d'évolution de l'impact des pressions (même à pression constante) et donc de la dégradation probable de l'état des milieux à terme.

Remarque : les scénarios d'adaptation relèvent de réflexions prospectives basées sur des hypothèses contrastées voire de rupture et ne se limitent pas à une évolution tendancielle des usages de l'eau. L'ajustement du programme de mesures et sa déclinaison en actions s'appuiera sur le plan de bassin d'adaptation au changement climatique (PBACC).

3. Les pressions à l'origine du RNABE 2033

3.1 Altération du régime hydrologique (marnage)

3.1.1 Données utilisées

Cette pression est étudiée au travers de l'amplitude du marnage artificiel des plans d'eau.

Pour les plans d'eau d'origine naturelle, le maintien d'une cote par un ouvrage de régulation au niveau de l'exutoire est également considéré comme une pression. Des périodes d'exondation sont en effet nécessaires au bon fonctionnement de l'écosystème, notamment pour le développement des roselières et la minéralisation de la matière organique accumulée en zone littorale.

Pour les retenues d'eau à l'amont de barrages, le marnage doit permettre l'atteinte du bon potentiel écologique.

❖ Données pour caractériser la pression :

	Description	Source
Amplitude du marnage	Valeur connue (m) ou classe ($\leq 3m$ ou $> 3m$)	Données INRAE et Agence de l'eau RMC
Nature du marnage	Artificiel*, naturel ou inexistant	Données INRAE et Agence de l'eau RMC

* Dans le cas des plans d'eau d'origine naturelle, le marnage artificiel d'un plan d'eau peut être caractérisé par les fluctuations de sa cote ou au contraire par son maintien.

❖ Données pour caractériser l'impact :

Les seuils utilisés pour les classes d'impact du marnage sont ceux appliqués pour l'état des lieux de 2019. Ces seuils avaient été définis sur la base d'un score de qualité d'habitat (protocole lake habitat survey).

3.1.2 Méthode de caractérisation de l'impact

Le marnage artificiel (fortes fluctuations ou maintien d'une cote) diminue la richesse spécifique et l'abondance en macrophytes, dans la zone littorale, proportionnellement à l'amplitude du marnage. L'annexe 1 décrit la méthode appliquée pour définir les seuils des classes d'impact.

Les seuils retenus pour les classes d'impact sont les suivants :

Tableau 1 : Classes d'impact pour la pression « Modification du régime des eaux »

Marnage artificiel (m)	Score d'impact
≤ 3	1
$3 < X < 10$	2
≥ 10	3

Cas particuliers :

- Plans d'eau naturels : dans le cas des masses d'eau naturelles, dont le marnage artificiel excède rarement 1.5m, l'attribution d'un score d'impact supérieur à 1 s'appuie sur des expertises ou les études disponibles. A l'inverse, les plans d'eau naturels qui subissent une forte régulation de leur niveau ont une valeur de classe d'impact supérieure à 1 ;
- Plans d'eau artificiels : pour les masses d'eau fortement modifiées stockant l'eau pour un usage hydroélectrique, compte tenu des contraintes techniques obligatoires le score d'impact maximal est de 2 si aucune mesure ne remettant pas en cause cet usage n'est identifiée.

3.1.3 Effets de la mise en œuvre du programme de mesures

Les effets de la mise en œuvre du programme de mesures sont évalués sur la base des actions réalisées pour rétablir un marnage proche de l'hydrologie naturelle du plan d'eau et/ou reflétant l'hydrologie de ses affluents.

3.2 Altération de la morphologie

Cette pression est étudiée au travers des altérations observées au niveau de la zone rivulaire et littorale.

3.2.1 Données utilisées

Depuis 2011, le protocole ALBER (altération des berges) est mis en œuvre dans le cadre du réseau de surveillance des plans d'eau. L'impact lié à la pression morphologie est établi à partir de l'indice multi-métriques LHYMO (Lake HYdroMOrphological conditions) calculé à partir des données issues de ce protocole.

Ces données sont transmises par l'INRAE pour l'ensemble des masses d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse pour lesquelles le protocole ALBER a été mis en oeuvre.

3.2.2 Méthodologie de caractérisation de l'impact

Le tableau suivant précise les classes d'impact attribuées en fonction de l'indice LHYMO :

Indice LHYMO	Score d'impact
<0.2	3
$0.2 \leq x < 0.6$	2
$0.6 \leq x < 1$	1

3.2.3 Effets de la mise en œuvre du programme de mesures

Les effets de la mise en œuvre du programme de mesures sont évalués par expertise sur la base des actions mises en œuvre pour restaurer les habitats du plan d'eau.

3.3 Prélèvements d'eau

3.3.1 Données utilisées

Les données utilisées pour évaluer la pression et l'impact de cette pression sont listées ci-après.

❖ Données pour caractériser la pression :

- Volumes prélevés (m³) dans les plans d'eau et sur leur bassin versant, par type d'usage.

❖ Données pour caractériser l'impact :

- Volumes d'eau apportés par les affluents des plans d'eau ;
- Temps de séjour des plans d'eau.

3.3.2 Méthode de caractérisation de la pression

Cette pression est uniquement étudiée au travers de l'impact des prélèvements sur les apports naturels au plan d'eau. La mise en regard des prélèvements identifiés avec les temps de séjour de chacune des masses d'eau n'a pas pu être effectuée compte tenu du manque de données (et de fiabilité). Il a donc été proposé un indicateur qui compare les volumes prélevés dans le plan d'eau au volume apporté par les affluents, sur une année.

Les types de prélèvement considérés sont : alimentation en eau potable (AEP), les prélèvements industriels et ceux pour l'irrigation (gravitaire, et autre). Les prélèvements qui restituent l'eau quasi-instantanément (ex : aquaculture ...) ne sont pas pris en compte.

Les prélèvements d'eau liés aux canons à neige peuvent être assimilés à de l'irrigation de type gravitaire (consommation estimée à 18% du volume prélevé). Une fraction de la neige créée artificiellement, généralement redistribuée dans le bassin versant du plan d'eau prélevé, va revenir sous forme liquide jusqu'au plan d'eau.

La pression de prélèvement est définie à partir des volumes consommés obtenus d'après les équations suivantes :

- Alimentation en Eau Potable (AEP) : $V_{consommé} = 20 \% V_{prélevé}$;
- Irrigation (gravitaire) : $V_{consommé} = 18 \% V_{prélevé}$;
- Irrigation (autres) : $V_{consommé} = 100 \% V_{prélevé}$;
- Industrie : $V_{consommé} = 7 \% V_{prélevé}$.

3.3.3 Méthode de caractérisation de l'impact

Un indicateur propose de calculer le rapport entre le volume mensuel consommé en période d'étiage et le volume mensuel écoulé sur la base du QMNA5 (débit d'étiage de référence sur 5 ans). Le QMNA5 n'étant pas pertinent pour les plans d'eau puisqu'il s'agit d'un débit, une méthode spécifique aux plans d'eau est nécessaire.

Hypothèse de travail (d'après **R. Pourriot et al.**, 1995) : les prélèvements d'eau ont une incidence sur le temps de séjour des plans d'eau. La sensibilité des plans d'eau aux pollutions organiques dépend en partie de leur temps de séjour, qui conditionne la circulation, le stockage et le relargage des nutriments.

En partant de cette hypothèse, un indicateur basé sur le rapport du volume consommé et du volume annuel (calculé à partir des modules des affluents de la masse d'eau considérée) apporté au plan d'eau a été calculé selon l'équation suivante :

$$R = \frac{\text{Volume consommé (m}^3\text{)}}{\text{Volume annuel apporté au plan d'eau (m}^3\text{)}}$$

❖ Analyse du ratio et construction des seuils de classe d'impact

Les seuils délimitant les classes ont été fixés par expertise :

- $0 \leq R \leq 0,20$: la pression est inexistante, ou elle existe mais n'est pas significative (**score d'impact 1**), cela revient à dire que le volume annuel consommé représente moins de 20% du volume d'eau apporté au plan d'eau sur 1 an.
- $0,20 < R \leq 0,50$: pression dont l'impact est significatif mais insuffisant à lui seul pour déclarer le plan d'eau à risque (**score d'impact 2**).
- $0,50 < R \leq 1$: pression dont l'impact est déclassant à lui seul (**score d'impact 3**) c'est-à-dire que le volume consommé équivaut à plus de la moitié du volume apporté.

Tableau 2 : Classes d'impact pour la pression « Prélèvements »

Ratio de prélèvement	Score d'impact
$0 < R \leq 0,20$	1
$0,20 < R \leq 0,50$	2
$0,50 < R \leq 1$	3

Une expertise au cas par cas peut conduire à ajuster ces scores d'impacts, notamment pour tenir compte du temps de séjour de l'eau dans le plan d'eau.

3.3.4 Effets de la mise en œuvre du programme de mesures

La réduction des prélèvements ne montre pas toujours d'effets facilement mesurables dans le milieu. Pour tenter de les identifier dans un premier temps, les différences de prélèvements entre les EDL sont calculés. Puis dans un second temps, ces résultats sont examinés là où des PGRE ont été effectivement engagés afin de vérifier que les données pressions prennent bien en compte ces mesures.

3.4 Pollutions par les nutriments urbains et industriels

3.4.1 Données utilisées

Les données utilisées sont issues des bases de données agence relatives aux rejets ponctuelles de type urbain (BD ERU, base Redevances, base Mesures Rejets) et industriel (GIDAF ou Suivi Régulier des Rejets). Des flux journaliers rejetés directement dans le plan d'eau, ou sur les cours d'eau du bassin versant (local) du plan d'eau, sont calculés.

3.4.2 Méthode de caractérisation de la pression

Cette pression est étudiée uniquement sous l'angle des apports des affluents du plan d'eau considéré et des rejets directs au plan d'eau. Comme indiqué dans le chapitre 1, les données disponibles ne permettent pas de prendre en compte à ce stade les transferts de nutriments stockés dans les sédiments.

Les flux de nutriments (Ptot) sont calculés à l'échelle du bassin versant du plan d'eau. Ils sont ensuite rapportés à la surface des plans d'eau. Ces flux sont exprimés en Kg/Jour/Hectare. Des tests ont été réalisés pour vérifier la corrélation entre les concentrations en chlorophylle-a dans le plan d'eau (utilisé comme proxy de la production primaire) et les concentrations en phosphore total (Cf. annexe 2).

3.4.3 Méthode de caractérisation de l'impact

L'impact de la pression est établi par croisement entre les données de chlorophylle-a et les flux de phosphore total (Cf annexe 3) rapportés à la surface du plan d'eau. Les seuils ainsi obtenus sont les suivants :

Tableau 3 : Classes d'impact pour la pression « Pollutions ponctuelles – nutriments »

flux de phosphore total rapporté à la surface du plan d'eau Kg/J/Ha	Score d'impact
Flux \leq 0.06	1
0.06 < Flux \leq 0.12	2
Flux > 0.12	3

3.4.4 Effets de la mise en œuvre du programme de mesures

Les effets du programme de mesures sont mis en évidence par comparaison des flux de phosphore total calculés les cycles précédents.

3.5 Pollutions par les nutriments agricoles

3.5.1 Données utilisées

Les données ici utilisées sont celles relatives à l'occupation des sols issue de la base de données CES OSO 2021 produite par le laboratoire THEIA, du registre parcellaire graphique (RPG) 2021 et du RPG BIO. Ces données sont croisées avec l'indice RIPE du BRGM (ratio d'infiltration de la pluie efficace qui caractérise la propension des sols à ruisseler ou infiltrer l'eau de pluie) dont les valeurs ont été régionalisées dans le bassin RMC.

3.5.2 Méthode de caractérisation de la pression

Cette pression est étudiée sous l'angle des apports des affluents et des apports directs au plan d'eau considéré. Comme indiqué dans le chapitre 1., les données disponibles ne permettent pas de prendre en compte à ce stade les transferts de nutriments stockés dans les sédiments. Après application de la présente méthode, une réévaluation de la classe d'impact

pour la pression considérée peut être opérée au cas par cas en fonction des connaissances locales disponibles.

Les apports directs et provenant des affluents des plans d'eau sont approchés au regard des données d'occupation du sol du bassin versant de chaque plan d'eau. Un lien est mis en évidence entre la surface relative des terres agricoles (rapportée à la surface du bassin versant) et la qualité de la masse d'eau en termes de teneurs en nutriments.

3.5.3 Méthode de caractérisation de l'impact

D'après la distribution des ratios de surfaces agricoles rapportées à la surface du bassin versant du plan d'eau, les classes d'impact suivantes ont été utilisées :

Tableau 4 : Classes d'impact pour la pression « Pollutions diffuses (nutriments) »

Ratio surface agricole / surface total BV (%)	Score d'impact
$0 < R < 0.1$	1
$0.1 < R < 1$	2
≥ 1	3

3.5.4 Effets de la mise en œuvre du programme de mesures

Les effets du programme de mesure seront estimés sur la base de l'évolution des risques d'émission calculés en 2019 et 2021.

3.6 Altération de la continuité écologique

La pression étudiée ici concerne l'enjeu de continuité piscicole. La méthode appliquée pour caractériser la pression et l'impact est celle utilisée depuis l'état des lieux de 2013. Pour le présent EDL, les classes d'impact sont reprises de l'EDL de 2019 sur la base de la méthode décrite ci-après. Les classes d'impact sont ajustées si nécessaire par expertise en fonction des actions de rétablissement de la continuité mises en œuvre et de leur efficacité.

3.6.1 Données utilisées

❖ Données pour caractériser la pression :

La liste des plans d'eau avec un enjeu piscicole, présentant sur les tributaires des obstacles de type seuil/barrage infranchissables pour des espèces identifiées, a été transmis par l'OFB.

❖ Données pour caractériser l'impact :

- 3 Couches SIG issues de la base de données de l'Agence de l'eau RMC :
 - Couche « rivières principales » ;

- Couche « rivières secondaires » ;
- Couche « hydro linéaire 50 000 T0 » ;
- Utilisation du SCAN 25 à partir du SIG.

3.6.2 Méthode de caractérisation de la pression

20 plans d'eau ont été identifiés à enjeu piscicole, avec des ouvrages en amont.

3.6.3 Méthode de caractérisation de l'impact

❖ Construction du ratio

La méthode proposée pour évaluer l'impact de cette pression repose sur le calcul du ratio R. Il s'agit du rapport entre le nombre d'affluents présentant des seuils/barrages pondérés par un score d'importance (affluent principale, secondaire) et le nombre total de tributaires pondérés par leur importance.

Ce ratio s'écrit :

$$R = \frac{\sum(n_{AFi} \times score_{AFi})}{\sum(n_{AFi} \times score_{AFi}) + \sum(n_{AF} \times score_{AF})}$$

Avec :

n_{AFi} = nombre d'affluents impactés, c'est-à-dire présentant un ouvrage, avec un score d'importance identique.

$score_{AFi}$ = score d'importance de l'affluent impacté, basé sur les couches SIG rivières principales, secondaires et hydro 50 000.

$n_{AF} \times score_{AF}$ = la même opération mais pour les affluents non impactés et repérés à partir des couches SIG ou du scan 25.

Les scores d'importance sont attribués comme suit :

- Affluent présent dans la couche SIG « rivières principales » : score 3 ;
- Affluent présent dans la couche SIG « rivières secondaires » : score 2 ;
- Affluent présent dans la couche SIG « hydro 50 000 T0 » : score 1.

Exemple du lac d'Annecy :

EU_CD	Nom du plan d'eau	Tributaires	EU_CD tributaire	Score importance du tributaire (classe)
FRDL66	Lac d'Annecy	Rivière l'Eau Morte	FRDR535	3
		Le Laudon	FRDR10745	2
		Rivière l'Ire	FRDR10708	2
		Ruisseau de Bornette	FRDR11598	2
		R. d'Entrevernes	Non codé	1
		Ruisseau Nant Terlin	Non codé	1
		Ruisseau Nant de Grenant	Non codé	1
		Ruisseau Nant des Charnières	Non codé	1
		Ruisseau de la Combe Noire	Non codé	1
		Ruisseau des Champs fleuris	Non codé	1

Les affluents grisés (l'Eau Morte, le Laudon, l'Ire et Bornette) sont ceux impactés par un ou plusieurs ouvrages. Le nombre d'ouvrages n'est pas pris en compte, considérant qu'un ouvrage peut à lui seul être infranchissable pour l'espèce considérée. Les six derniers affluents ne sont pas impactés.

Calcul :

$$R = \frac{(1 \times 3) + (3 \times 2)}{[(1 \times 3) + (3 \times 2)] + [(6 \times 1)]}$$

1 affluent x score d'impact = 3
ET
3 affluents avec score d'impact = 2

6 affluents x score d'impact = 1

❖ **Analyse du ratio et Construction des seuils de classe d'impact**

Après calcul du ratio de chaque plan d'eau, les seuils ont été délimités au vue de la distribution de ces ratios comme suit :

- $R \leq 0,20$: pression existante mais impact négligeable : **score d'impact 1.**
- $0,20 < R \leq 0,50$: pression dont l'impact est significatif mais insuffisant à lui seul pour déclarer le plan d'eau à risque : **score d'impact 2.**
- $0,50 < R \leq 1$: pression dont l'impact est déclassant à lui seul : **score d'impact 3.**

Tableau 5 : Classes d'impact pour la pression « Autres pressions – Continuité piscicole »

Ratio de continuité piscicole	Score d'impact
$R \leq 0,20$	1
$0,20 < R \leq 0,50$	2
$0,50 < R \leq 1$	3

3.6.4 Effets de la mise en œuvre du programme de mesures

Les classes d'impact retenues lors de l'EDL 2013 et l'EDL 2019 seront comparées afin de mettre en évidence les effets des actions mises en œuvre sur les ouvrages identifiés pour chacune des masses d'eau présentant un enjeu continuité piscicole.

3.7 Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)

La classe d'impact de la pression liée aux pollutions par les substances toxiques est définie en calculant un impact lié aux rejets (impact flux) et un impact lié aux concentrations observées dans les milieux (impact milieu).

3.7.1 Impact flux

L'impact lié aux flux de substances émis dans le plan d'eau considéré, noté de 1 à 5, prend en compte les flux connus dans le bassin versant d'alimentation (flux amont) et les rejets directs au plan d'eau et aux masses d'eau situées à l'amont immédiat de ce plan d'eau (flux local).

Le flux global considéré pour le calcul de l'impact flux est ainsi calculé de la manière suivante :

$$\text{Flux global de substances (Kg/an)} = \text{flux amont (Kg/an)} + \text{flux local (Kg/an)}$$

Les flux globaux sont ensuite rapportés au volume du plan d'eau considéré (exprimé en Km³). La classe d'impact est définie selon la distribution des ratios flux global / volume classés par rang selon la grille suivante :

Classe d'impact flux	Rang du ratio Flux global (Kg/an) / volume (Km ³)
Impact 1	[1-70[
Impact 2	[70-80[
Impact 3	[80;85[
Impact 4	[85-90[
Impact 5	>=90

3.7.2 Impact milieu

L'impact milieu est calculé à partir des résultats d'analyses obtenus dans le cadre de la surveillance des milieux aquatiques entre 2016 et 2021 sur support « eau », en considérant le nombre de quantification. La classe d'impact milieu est ainsi définie par le rapport entre le nombre de quantifications et le nombre total d'analyses réalisées. Ces ratios sont classés par rang et la classe d'impact est définie selon la grille suivante :

Classe d'impact	Rang du ratio Nombre de quantifications / Nombre d'analyses
Impact 1	[1-20[
Impact 2	[20-40[
Impact 3	[40;60[
Impact 4	[60-80[
Impact 5	>=80

Lorsque le nombre d'analyses réalisées est inférieur à 100 sur la période considérée (2016-2021), la classe d'impact est définie par expertise au regard des connaissances disponibles. Pour cet exercice, 3 masses d'eau sont dans ce cas de figure : les lacs d'Anterne, Montriond et Barterand. Les pressions anthropiques apparaissant d'une manière générale très faibles sur ces masses d'eau (lacs dit de référence), leur classe d'impact pour la pression substances toxiques est estimée à 1.

3.7.3 Impact substances toxiques (hors pesticides)

La classe d'impact notée de 1 à 3 pour la pression liée aux pollutions par les substances toxiques hors pesticides est définie par croisement de l'impact flux et de l'impact milieu selon le tableau suivant :

		Impact_Flux (/5)				
		1	2	3	4	5
Impact_Milieu (/5)	1	1	1	1	2	3
	2	1	1	1	2	3
	3	1	1	2	2	3
	4	2	2	2	3	3
	5	3	3	3	3	3

Information spécifique relative à la prise en compte des PFAS (Substances per- et polyfluoroalkylées)

Cette famille de substances est prise en compte dans l'analyse de risque « Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides) » pour l'ensemble des masses d'eau « plan d'eau ». En effet, le risque est établi en croisant les données de rejets connus et la qualité des eaux, en tenant compte de l'ensemble des substances mesurées, y compris donc certains PFAS.

Par ailleurs, les captages d'eau destinés à la consommation humaine contaminés par les PFAS ou autres substances seront identifiés dans un second temps dans le cadre de l'actualisation du risque spécifique aux zones de protégées, en application de la directive européenne «eau potable » notamment.

A noter que ces substances font d'ores et déjà l'objet d'une attention particulière au niveau national et en particulier sur le bassin :

- La DREAL de Bassin et les ARS mènent des investigations sur les différents captages et sites contaminés connus sur le bassin (analyse sur prélèvements d'eau brute ou de captage, de sol et éventuellement de produits agricoles). Les principaux sites émetteurs sont en cours d'identification en s'appuyant sur les différentes analyses environnementales ainsi que les analyses des rejets des installations classées instituées par l'arrêté ministériel du 20 juin 2023 ;
- L'Agence de l'eau a également renforcé la surveillance de ces substances, initiée en 2017 sans attendre la réglementation nationale sur la surveillance environnementale qui a introduit l'obligation de suivre les 20 PFAS en 2022 ;
- Conformément à la Directive Eau Potable 2020, dans le cadre du contrôle sanitaire mené par les ARS l'analyse des PFAS sera étendue à l'ensemble des captages d'eau potable du bassin à partir du 1^{er} janvier 2026.

Pour en savoir plus sur les enjeux liés aux PFAS et les actions menées par les services de l'État :

- <https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/substance-perfluorees-pfas-r5711.html>
- <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/les-et-polyfluoroalkylees-pfas>

3.8 Pollutions par les pesticides

La méthode relative aux pollutions par les pesticides n'est pas traitée dans cette note. La méthode utilisée est la même que pour les cours d'eau : la classe d'impact retenue pour une masse d'eau plan d'eau est la classe d'impact la plus pénalisante parmi les masses d'eau cours d'eau qui l'alimentent. Il conviendra donc de se référer à la note de méthode relative aux cours d'eau pour cette pression.

4. Sommaire des annexes

Annexe 1 : Méthode de caractérisation de l'impact du marnage

Annexe 2 : Méthode de caractérisation de la pression relative aux pollutions par les nutriments urbains et industriels

Annexe 3 : Méthode de caractérisation de l'impact lié aux pollutions par les nutriments urbains et industriels

4.1 Annexe 1 : Méthode de caractérisation de l'impact du marnage

Hypothèse de travail (d'après Agences de l'eau, 1999 ; P. A. Keddy *et al.*, 1986 ; T. Riis *et al.*, 2002 ; K. Schmieder *et al.*, 2004 ; J. Nishihiro *et al.*, 2004) : le marnage artificiel diminue la richesse spécifique et l'abondance en macrophytes, dans la zone littorale, proportionnellement à l'amplitude du marnage.

Le marnage naturel n'est pas censé impacter les communautés végétales du littoral puisqu'elles y sont adaptées, et les variations de hauteur d'eau sont périodiques et stables dans le temps.

❖ Choix des métriques

- Etude de la relation entre **amplitude de marnage** et le score de **qualité d'habitat de la zone littorale** des 80 plans d'eau échantillonnés par le protocole Lake Habitat Survey (LHS). Ce score est basé en partie sur l'abondance et la diversité en macrophytes.

-La sélection des plans d'eau concernés par le marnage (artificiel et naturel) et échantillonnés par le protocole LHS conduit à l'obtention **d'un jeu de données de 62 plans d'eau**, 49 à marnage artificiel et 13 à marnage naturel.

- Mise en évidence d'une corrélation entre amplitude du marnage artificiel et qualité d'habitat de la zone littorale. Pas de relation entre marnage naturel et qualité d'habitat littoral.

- L'objectif final est d'associer à chaque plan d'eau un score d'impact concernant la pression de marnage.

Le score 0 est directement attribué au plan d'eau non marnant et aux plans d'eau dont le marnage est naturel. Pour les autres, il faut fixer des seuils d'amplitude de marnage.

❖ Construction des jeux de données et détermination des classes de l'impact

- Pré-identification de classes et de seuils :

➤ **Groupe T** : plans d'eau à marnage naturel, dont l'amplitude est connue (22 PE).

➤ **Groupe 0** : plans d'eau à marnage artificiel, avec une amplitude ≤ 3 m (23 PE). Ce seuil a été fixé à 3 m car d'une part l'IRSTEA a considéré qu'en dessous de ce seuil l'impact du marnage est négligeable et d'autre part cela permettait d'augmenter l'effectif du jeu de données en incluant les plans d'eau pour lesquels l'IRSTEA a simplement donné la classe (≤ 3 m et > 3 m)

➤ **Groupes 1 et 2** : regroupent 32 plans d'eau à marnage artificiel supérieur à 3m. Le seuil entre ces deux groupes a pris différentes valeurs : 10, 15, 20, 30 m d'amplitude. Ceci afin de choisir le seuil le plus cohérent statistiquement et biologiquement.

-Au total **le jeu de données final est composé de 77 plans d'eau** (55 à marnage artificiel et 22 à marnage naturel)

- Des tests statistiques ont ensuite été effectués sur la base des boîtes à moustache des différentes distributions obtenues. Le test non paramétrique de Mann-Whitney-Wilcoxon, basé sur la somme des rangs attribués à chaque score de qualité d'habitat selon sa position au sein du groupe, a été utilisé.

Constats :

- Qualité d'habitat de la zone littorale diminue du groupe 0 à 2.

- Le groupe T a une distribution un peu inattendue, avec une variance de qualité d'habitat importante. Hypothèse explicative : un facteur autre que le marnage (altitude) entre en compte et diminue le score de la zone littorale indépendamment du marnage.

- Relation établie entre le score de la zone littorale et l'altitude des plans d'eau à marnage naturel. Plus l'altitude est importante, plus le score est faible en lien avec les caractéristiques naturelles du milieu.

- A l'exception de 3 masses d'eau, les marnages artificiels mesurés sur les plans d'eau naturels n'excèdent pas 1.5m.

❖ Classes d'impact retenues

- Le seuil de 3m a été conservé car le groupe 0 contient des plans d'eau avec les meilleures qualités d'habitat.

- Les différentes distributions et tests des groupes 1 et 2 conduisent à sélectionner le seuil de 10 m. Il paraît le plus cohérent au niveau statistique et biologique vis-à-vis des autres (15, 20 et 30 m).

- Le **score d'impact 1** a été attribué aux plans d'eau à **marnage artificiel ≤ 3 m**, le **score d'impact 2** aux plans d'eau à **marnage artificiel > 3 m et ≤ 10 m**, et le **score d'impact 3** aux plans d'eau à **marnage artificiel > 10 m**.

4.2 Annexe 2 : Méthode de caractérisation de la pression relative aux pollutions par les nutriments urbains et industriels

D'après la littérature, le phosphore est un paramètre limitant pour le développement des communautés algales en eau douce. Les tests réalisés sur les jeux de données rejets et de surveillance des milieux montrent une corrélation entre les teneurs en chlorophylle a estivales et les rejets ponctuels (directes + BV) en phosphore total rapportés à la surface des plans d'eau.

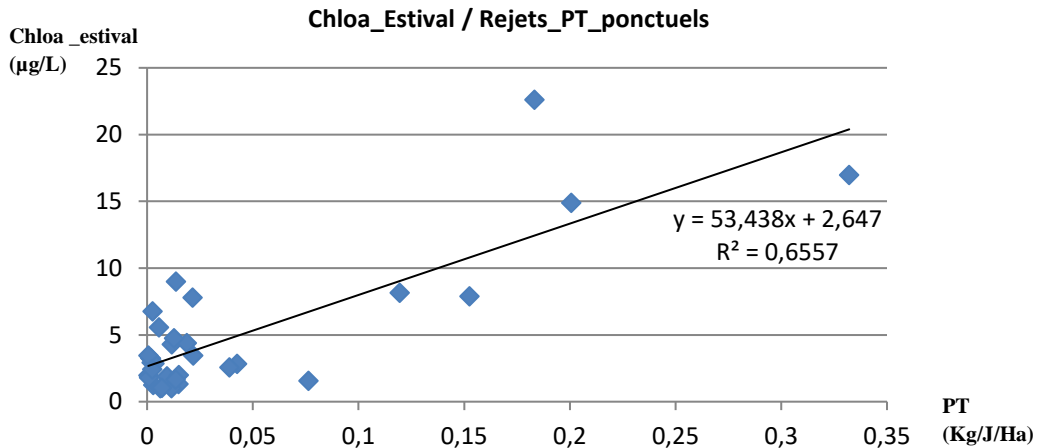


Figure 1: Concentrations moyennes estivales en chlorophylle-a (µg/L) en fonction des flux ponctuels (BV et directs) de phosphore total rapportés à la surface des plans d'eau (Kg/J/Ha)

Des rejets ponctuels directs et/ou sur le bassin versant sont ainsi identifiés pour 37 masses d'eau. La masse d'eau FRDL1 Réservoir de la Vingeanne a été sorti de cette analyse : les concentrations élevées en phosphore total et en azote minéral dans le plan d'eau ne peuvent être expliquées par les données de rejets ponctuels disponibles.

4.3 Annexe 3 : Méthode de caractérisation de l'impact lié aux pollutions par les nutriments urbains et industriels

La représentation graphique ci-dessous présente l'écart entre la concentration en chlorophylle-a mesurée dans le milieu, et le seuil qui délimite le bon état pour ce paramètre d'après les directives nationales (Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface). L'écart au seuil de bon état correspond à : (Seuil de bon état – [Chlorophylle-a estival]).

Pour mémoire, les seuils d'états pour la chlorophylle-a sont définis pour chaque plan d'eau à partir de la profondeur moyenne.

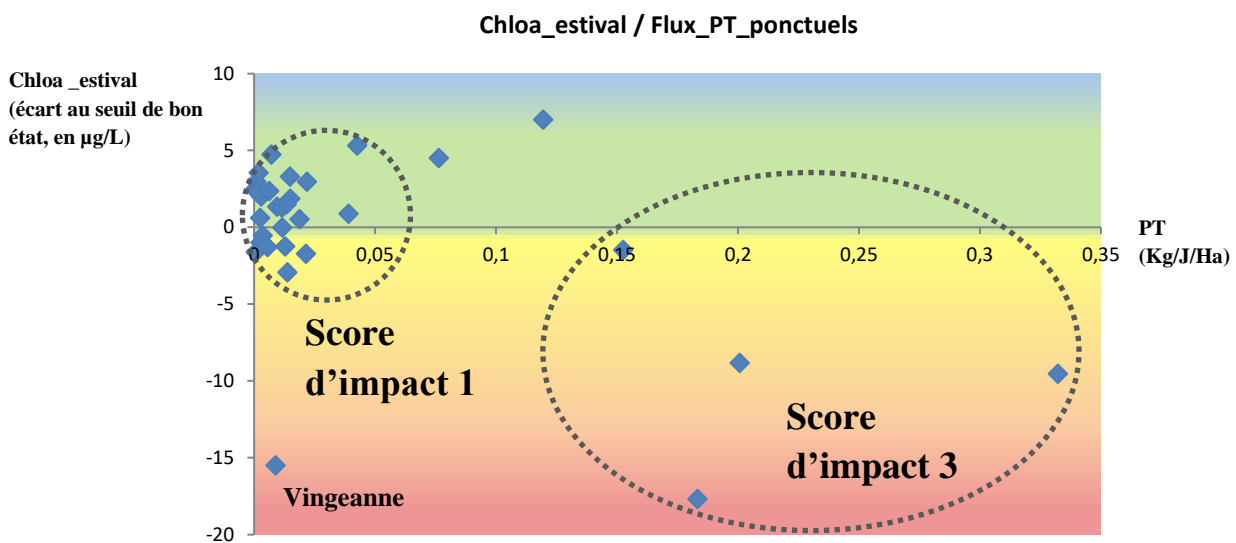


Figure 2: Ecart des concentrations moyennes estivales en chlorophylle-a (µg/L) par rapport au seuil de bon état en fonction des flux ponctuels (directs et BV) de phosphore total rapportés à la surface des plans d'eau (Kg/J/Ha)

A l'exception de la Vingeanne, les plans d'eau pour lesquels les flux ponctuels de phosphore total sont supérieurs à 0,12 Kg/J/Ha présentent un état moyen à mauvais pour le paramètre chlorophylle-a estival. Il est donc proposé de considérer qu'au-delà de cette valeur il existe un risque majeur d'impact sur le milieu. Pour des flux inférieurs à cette valeur, il est difficile de distinguer l'impact de cette pression vis-à-vis de celui exercé par les pressions de pollution diffuse.