



Secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne

Fiche d'aide à la lecture du SDAGE LOIRE-BRETAGNE

Application dans les SAGE des dispositions 1 B-1 1-B2 et de l'orientation fondamentale 9B concernant le Taux d'Étagelement des cours d'eau

Fiche n° 6

Commission administrative de bassin
08/04/2011

1. INTRODUCTION.....	3
2. CONCEPTION	3
3. ECHELLE RETENUE	5
4. CONNAISSANCE DU TAUX ACTUEL ET SUIVI	5
4.1. CALCUL DE L'INDICATEUR	6
4.2. COUVERTURE HOMOGENE DU BASSIN	6
5. DEFINITION D'OBJECTIF	7
5.1. OBJECTIF DE BON ETAT	7
5.2. ORIENTATION DE L'OBJECTIF DANS LE SENS DE LA REDUCTION	7
5.2.1. Ensemble des cours d'eau	7
5.2.2. Cours d'eau pour lesquels il est nécessaire de fixer un taux d'étagement.....	8
5.2.3. Suivi du taux d'étagement et intérêt de sa réduction.....	8
5.3. PRECISION D'OBJECTIF	9
5.3.1. Recueil d'expériences	9
5.3.2. Choix des cours d'eau prioritaires à prendre en compte pour la définition d'objectifs	10
5.3.3. Objectifs de référence	12
5.4. ECHEANCE	12
ANNEXE 1	13
ANNEXE 2	15
ANNEXE 3	20
ANNEXE 4	21

Application dans les SAGE des dispositions 1 B-1 1B-2 et de l'orientation fondamentale 9B concernant le Taux d'Étagelement des cours d'eau

1. INTRODUCTION

Le SDAGE Loire-Bretagne aborde les pressions générées par des ouvrages transversaux à travers le taux d'étagelement des cours d'eau et renvoie au niveau des SAGE la définition des objectifs relatifs à cet indicateur. La présente note fournit les éléments de référence et d'orientation concernant cette variable, en lien avec les objectifs de bon état des cours d'eau.

Plus largement, la « fiche taux d'étagelement » répond à différentes questions qui se chevauchent à travers les chapitres 1 et 9 du SDAGE. Elle vise donc à faciliter également la lecture du SDAGE au sujet du traitement des obstacles à l'écoulement et de la continuité écologique.

2. CONCEPTION

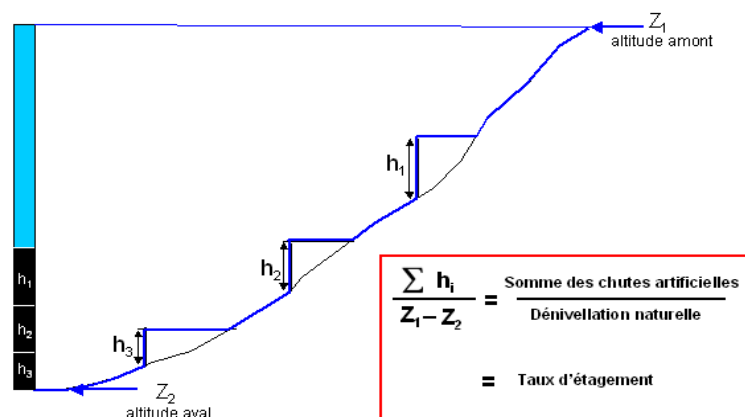
Le SDAGE Loire Bretagne fait appel à l'indication du « taux d'étagelement » pour appréhender **les pressions exercées spécifiquement par les ouvrages** de façon globale, avec les données physiques disponibles. La composition et la justification de cet indicateur sont résumées dans l'illustration ci-dessous, qui montre l'importance de prendre en compte la chute créée par les ouvrages dans le but d'évaluer leur impact.

Intérêt de la chute dans l'évaluation globale des impacts des ouvrages

- **perte de dissipation d'énergie le long du cours d'eau**
(augmentation d'impact exponentielle avec la chute)
- **perte d'habitat et de diversité** : ennoiment des radiers, uniformisation, blocage sédimentaire colmatage des fonds (augmentation d'impact linéaire avec la chute)
- **obstacle toutes espèces** : pente à franchir à la verticale dans les 2 sens
(augmentation d'impact exponentielle avec la chute)
- **altération de la ressource en eau** : temps de séjours en retenue, échauffement, évaporation, processus d'eutrophisation

- la hauteur de chute permet d'intégrer les différentes formes d'impacts

- la somme des hauteurs de chute permet d'appréhender les effets cumulés



Le taux d'étagement cible simplement la perte de pente naturelle liée à la présence des ouvrages transversaux. Cet indicateur physique vise globalement la perte de fonctionnalité induite par les ruptures artificielles de continuité longitudinale sur les cours d'eau.

On cherche ici à quantifier le niveau d'altération de la pente naturelle, sachant qu'il s'agit du facteur structurant l'orientation et la continuité de l'écoulement (eau et sédiments), la dynamique fluviale, la diversification des habitats, la répartition des espèces... En termes d'altération fonctionnelle, on associe également cet indicateur à la perte de dissipation d'énergie le long du cours d'eau.

Le but du présent document est d'encadrer les travaux des SAGE au sujet de cet indicateur, pour que tous les opérateurs adoptent la même lecture du SDAGE en la matière, le même mode de calcul et les mêmes règles de projection sur l'ensemble du bassin.

A partir de références communes, ainsi que des connaissances techniques et scientifiques disponibles, il convient d'encadrer la définition des objectifs relatifs au taux d'étagement, en particulier pour les SAGE à adopter d'ici fin 2012, de façon à ce que l'application de cette disposition du SDAGE (1B-1) soit homogène à l'échelle du bassin.

3. ECHELLE RETENUE

La dimension longitudinale utilisée pour le calcul du taux d'étagement est le premier élément de méthode à définir.

Pour rester cohérent à grande échelle, au niveau du SDAGE, cette unité de référence hydrographique doit être la même pour tous les SAGE.

Le référentiel des Masses d'Eau Cours d'Eau étant le seul disponible aujourd'hui pour faire ce type d'exercice, **l'échelle retenue est celle de la masse d'eau et le réseau à couvrir correspond aux drains principaux de ces Masses d'Eau.**

Ce choix est justifié par ailleurs, dans la mesure où **la masse d'eau est l'unité d'évaluation imposée par la DCE.**

Il convient cependant de rappeler certaines règles de conception :

- **la masse d'eau n'est pas une unité de gestion,**
- en toute rigueur le taux d'étagement devrait faire appel à une échelle définie spécifiquement sur la base de critères hydromorphologiques (pente, hydrogéologie...).
- **les actions visant à réduire le taux d'étagement des cours d'eau doivent être menées à une échelle cohérente en termes d'unité hydromorphologique homogène et d'unité biologique fonctionnelle,** au delà de l'échelle des ouvrages et indépendamment du découpage des masses d'eau.

L'exclusion des têtes de bassin (élagage du chevelu hydrographique autour des drains principaux) est une simplification justifiée dans la mesure où la pertinence et la sensibilité du taux d'étagement diminuent avec l'augmentation de la pente (instabilité et rapport tendant vers zéro près des sources).

Pour rester dans des gammes de pente comparables et adaptées à l'utilisation de cet indicateur, les parties de cours d'eau de rang 1 et 2 sont donc éliminées de la cartographie du taux d'étagement (calcul limité au linéaire aval et médian des drains principaux, jusqu'au niveau des confluences de rang 2 dans l'arborescence de Stralher).

4. CONNAISSANCE DU TAUX ACTUEL ET SUIVI

Avant de chercher à définir tout objectif en matière de taux d'étagement, il importe de connaître le niveau existant de l'indicateur.

4.1. CALCUL DE L'INDICATEUR

Pour simplifier et homogénéiser l'état des lieux, le taux d'étagement doit être calculé sur la base du référentiel disponible (découpage des Masses d'Eau du réseau simplifié correspondant aux drains principaux) et à partir des données bancarisées sur la base du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE disponible sur www.eaufrance.fr).

La couche hydrographique à utiliser est celle des drains principaux des masses d'eau élaborée par l'IGN pour le compte des agences de l'eau : RWBodyMain.tab.

L'opérateur doit récupérer les coordonnées XY des limites amont et aval de chaque masse d'eau et extraire les données d'altitude correspondantes au moyen du MNT25m de l'IGN. De façon manuelle, il pourra préciser les éléments de cette base topographique, s'il dispose de profils en long plus détaillés aux deux extrémités de la masse d'eau.

Il calcule ensuite la somme des hauteurs de chute des ouvrages existant sur le drain principal à partir de la base obstacle de référence ou d'un ensemble de bases (ROE, GEOBS, GEBPS, bases locales) si cette base de référence n'est pas encore au point sur le territoire du SAGE.

La hauteur de chute visée pour le calcul du taux d'étagement est la différence de ligne d'eau entre le plan d'eau amont du seuil et la ligne d'eau en aval immédiat de l'ouvrage, à l'étiage. Les conditions hydrologiques ciblées correspondent à la gamme de débit inférieur ou égal à la moitié du débit moyen interannuel.

Pour les ouvrages dont la chute n'est pas renseignée, on applique par défaut une hauteur moyenne en fonction du type d'ouvrage et de son contexte régional.

Le calcul du taux d'étagement résulte *in fine* des hauteurs de chute qui s'additionnent le long du drain principal de la masse d'eau, divisées par la dénivelée naturelle de ce linéaire.

4.2. COUVERTURE HOMOGENE DU BASSIN

Pour tester et valoriser les connaissances acquises sur les ouvrages (localisation et hauteur de chute) sur la base du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement, l'AELB a prévu de faire l'exercice de calcul du taux d'étagement, dans le cadre de l'étude **d'assistance à la collecte de données sur les seuils dans le bassin Loire-Bretagne**.

La base partenaires GEBPS est aujourd'hui disponible, pour que les SAGE puissent compléter le ROE et calculer les taux d'étagement avec un module prévu à cet effet.

L'intérêt de GEBPS est de couvrir, dans un premier temps et avec les données disponibles, l'ensemble du bassin à grande échelle et de façon homogène, quel que soit le niveau de couverture par les SAGE et leurs niveaux d'avancement.

5. DEFINITION D'OBJECTIF

5.1. OBJECTIF DE BON ETAT

L'objectif général est d'éviter toute accentuation de la pression exercée par les seuils et barrages sur les milieux aquatiques et d'encadrer les actions menées sur les ouvrages dans le périmètre du SAGE, ceci pour obtenir un gain optimal en matière de fonctionnement écologique et de qualité sur l'ensemble des composantes du bon état des cours d'eau.

Afin de répondre à cet objectif, les SAGE doivent contribuer à la connaissance de la situation actuelle et à l'orientation des actions sur leur territoire :

- 1) connaître et suivre précisément l'évolution du taux d'étagement de leurs masses d'eau ;
- 2) définir des mesures dans le cadre de leur plan d'action et de leur règlement, en réponse à la disposition 1B-1 et à l'orientation 9B du SDAGE, de façon à réduire efficacement l'impact des ouvrages dans leur périmètre.

5.2. ORIENTATION DE L'OBJECTIF DANS LE SENS DE LA REDUCTION

5.2.1. Ensemble des cours d'eau

Le SDAGE Loire-Bretagne ne demande pas de fixer systématiquement un objectif de taux d'étagement sur l'ensemble des cours d'eau. Par contre, le jeu d'orientations et de dispositions qui le compose, favorise une réduction globale du taux d'étagement.

L'orientation fondamentale 9B du SDAGE donne priorité aux solutions d'effacement en cas d'intervention sur les ouvrages, puis aux solutions intermédiaires de réduction ou d'ouverture de seuil, ce qui oriente explicitement le traitement des obstacles dans le sens de la réduction du taux d'étagement.

La disposition 1B-2, en cas d'intervention sur un ouvrage existant ou de création d'un nouvel ouvrage, impose de s'interroger sur l'opportunité du maintien ou de la création de l'ouvrage. De plus, en cas de création de nouvel ouvrage provoquant une chute artificielle en étiage, elle impose des mesures compensatoires d'effacement, d'arasement partiel ou toute autre solution permettant de retrouver des conditions équivalentes de transport des sédiments, de diversification des habitats, de vitesse de transfert des eaux (retardant la production de phytoplancton) et de circulation piscicole ou, à défaut, **une compensation par réduction cumulée de chutes artificielles d'au moins 200 %**, en cherchant une

continuité linéaire la plus importante possible, sur le même bassin versant ou en dernier recours sur un autre immédiatement voisin.

La tendance globale à la réduction du taux d'étagement évoquée dans le premier paragraphe n'exclut pas la possibilité d'une augmentation localisée du taux d'étagement. Ceci peut être le cas, par exemple, lors de la réalisation d'un projet d'intérêt général (article 4.7 de la directive cadre sur l'eau) ou lorsque la compensation porte sur un autre bassin versant.

5.2.2. Cours d'eau pour lesquels il est nécessaire de fixer un taux d'étagement

Pour les cours d'eau, définis ci-après au chapitre 5.3.2, où des obstacles entravent la continuité écologique et compromettent l'atteinte du bon état (orientation 9B), la disposition 1B-1 du SDAGE prévoit que le SAGE comporte un plan d'action portant sur le traitement des obstacles. Il identifie les ouvrages qui doivent être effacés, ceux qui peuvent être arasés ou ouverts partiellement, ceux qui peuvent être aménagés avec des dispositifs de franchissement efficaces, et ceux dont la gestion doit être adaptée ou améliorée (ouverture des vannages...). Il comporte également un objectif daté et chiffré de taux d'étagement.

Sur ces cours d'eau, **l'objectif recherché** (amélioration de la continuité écologique, amélioration de l'état) **et le contenu du plan d'action** (effacement, arasement, ouvertures périodiques...) **ne peut conduire qu'à retenir un objectif de réduction du taux d'étagement.**

5.2.3. Suivi du taux d'étagement et intérêt de sa réduction

Pour le suivi du taux d'étagement, les évolutions à prendre en compte sont celles qui réduisent la hauteur de chute des ouvrages transversaux, à l'étiage, conformément à la définition de l'indicateur.

Ces actions de réduction correspondent uniquement aux trois premières solutions listées par le SDAGE au titre de l'orientation fondamentale 9B (1 : effacement, 2 : arasement partiel et aménagement d'ouvertures, 3 : pertuis ouverts et transparence par gestion d'ouvrage). L'aménagement de dispositif de franchissement ne modifie pas l'étagement des cours d'eau, dans la mesure où il ne réduit pas la chute des ouvrages en période d'étiage et ne garantit pas le traitement complet ni la résolution pérenne de leurs impacts.

REDUCTION DU TAUX D'ETAGEMENT

objectif et bénéfices :

- retrouver des masses d'eau courantes : meilleur état écologique
(écoulements libres : plus diversifiés, plus riches et plus productifs en espèces électives du bon état)
- utiliser l'énergie du cours d'eau pour restaurer la qualité hydromorphologique
- rétablir la transparence migratoire : efficacité totale dans les deux sens
- limiter le réchauffement des eaux et les processus d'eutrophisation
- réduire les pertes d'eau par évaporation
- réduire le déficit sédimentaire : libérer les sédiments stockés dans les retenues
.....
- réduire le risque d'inondation (amont des ouvrages)
- réduire le poids des ouvrages dans les charges d'aménagement et l'entretien des cours d'eau

Enfin, avant de préciser tout objectif en matière de taux d'étagement, il convient de rappeler la nécessité de travailler de façon didactique et opérationnelle, à l'échelle du SDAGE et dans le périmètre de chaque SAGE :

- mesure des taux d'étagement actuels sur les drains principaux du réseau hydrographique
- mise en œuvre d'opérations exemplaires réalisées en application de l'orientation fondamentale 9B du SDAGE
- communication en faveur du bon état des eaux et de la réduction globale de l'impact des ouvrages transversaux.

5.3. PRECISION D'OBJECTIF

5.3.1. Recueil d'expériences

Les SAGE qui ont déjà établi leur état des lieux en terme de taux d'étagement, ou ceux qui ont déjà défini des objectifs en la matière, doivent communiquer ces éléments à l'Agence de l'Eau pour que la Direction de l'Evaluation et de la Planification puisse faire le recueil des premières expériences réalisées dans le bassin.

5.3.2. Choix des cours d'eau prioritaires à prendre en compte pour la définition d'objectifs

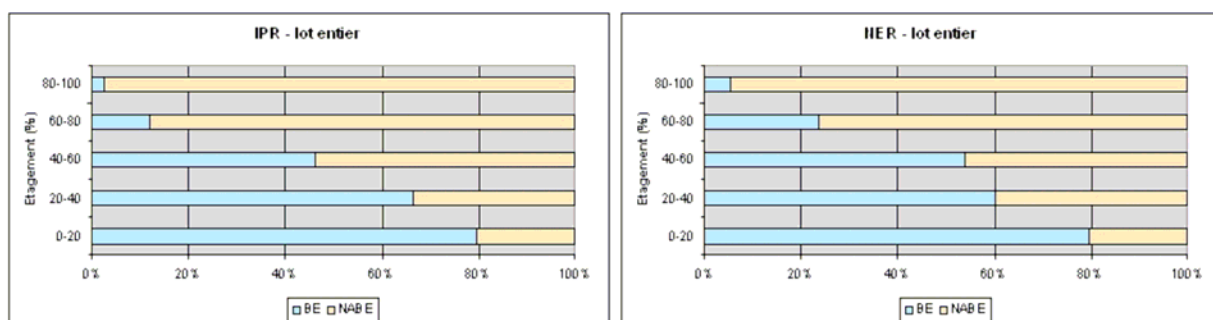
Les besoins et les perspectives d'intervention sur les taux d'étagement concernent plus particulièrement les cours d'eau fragmentés, ralentis et banalisés par des séries de seuils sans usage. La cartographie du taux d'étagement actuel est donc une étape préalable indispensable pour identifier les masses d'eau les plus concernées (voir ci-avant).

Sur la base des connaissances réunies à l'échelle des SAGE, **la définition d'objectif doit donc porter en priorité sur les masses d'eau dont l'état écologique est le plus impacté par les seuils** (ou celles dont les masses d'eau aval sont le plus impactées par ces aménagements) au regard des différents éléments déclassant la qualité écologique.

Les critères proposés pour identifier les besoins de définition d'objectifs sont les suivants :

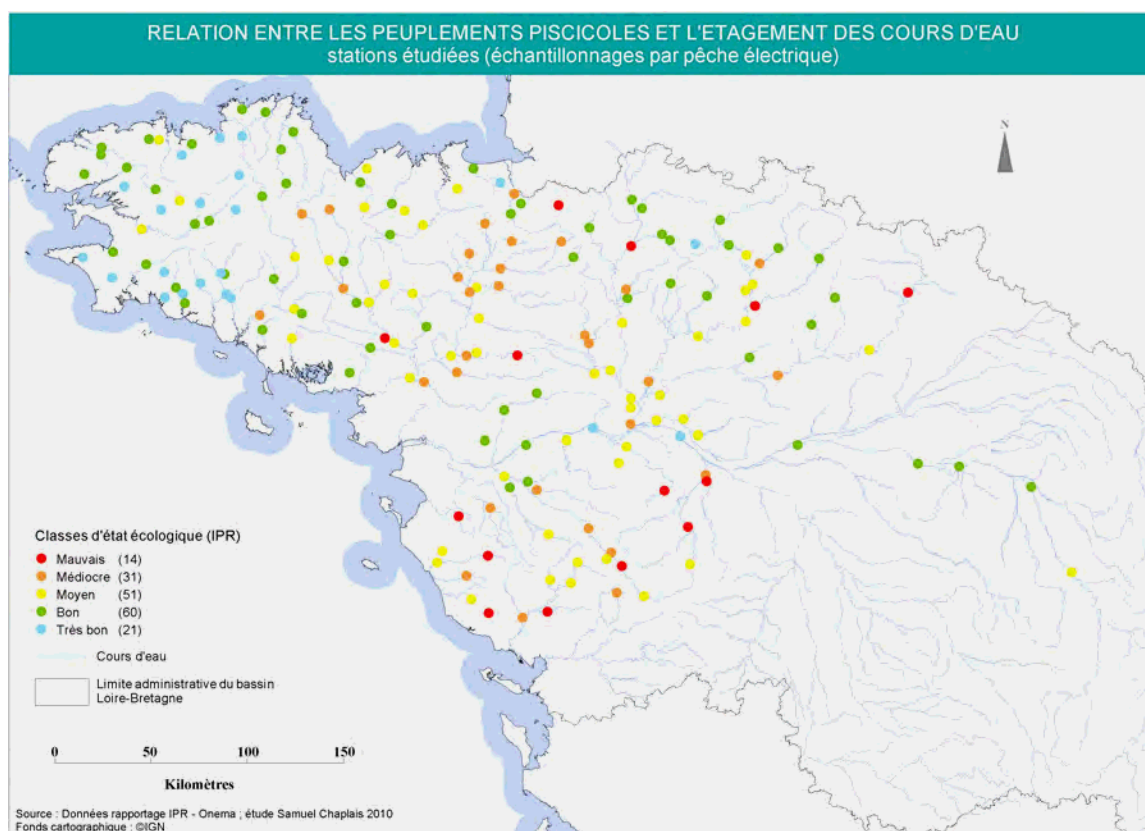
- les cours d'eau très ralentis par l'effet cumulé des seuils et barrages, pour lesquels le modèle PEGASE montre de fortes variations sur les paramètres de qualité après simulation d'effacements de seuils (analyse AELB en cours) ;
- les cours d'eau fortement étagés qui présentent un écart important par rapport aux références de qualité hydromorphologique et biologique, notamment au regard des éléments disponibles sur les peuplements piscicoles ;
- les priorités définies en prenant en compte l'échéance de 2015 pour l'atteinte de l'objectif de bon état ;
- les cours d'eau où il est nécessaire de restaurer la continuité écologique dans le cadre des obligations de résultat liée au classement « liste 2 », arrêtés (ou projet d'arrêté) au titre de l'article L 214-17 du Code l'Environnement.

Concernant l'écart au bon état, l'analyse statistique conduite par la Délégation Interrégionale de l'ONEMA Bretagne - Pays de la Loire (CHAPLAIS, 2010) met en évidence la pertinence du second critère (écart au bon état du point de vue des peuplements piscicoles). Les résultats présentés dans le graphique suivant confirment que plus le taux d'étagement est élevé, plus les peuplements sont dégradés (éloignés du peuplement de référence).



Résultats de l'état « poisson » des cours d'eau (BE = bon état, NABE = non atteinte du bon état) selon le taux d'étagement

Les SAGE peuvent s'appuyer sur les résultats de cette étude basée sur les stations RCS de la partie ouest du bassin (jeu de données IPR / Taux d'Étagement analysés sur le lot des 177 stations RCS correspondant à l'ouest et au centre du bassin).



A échelle régionale, le gradient de la relation observée entre l'étagement et la qualité de peuplement varie en fonction des contextes, notamment dans les secteurs où l'emprise des ouvrages est la plus faible, là où d'autres pressions jouent alors le rôle de facteur limitant.

Il est envisageable d'étendre l'analyse à l'ensemble du réseau hydrographique. Cependant, compte tenu du niveau de corrélation observé et des explications disponibles, les premiers résultats mis en évidence en Bretagne, Pays de la Loire, Centre et Poitou-Charentes sont suffisamment explicites pour être pris en compte dans les autres régions du bassin, d'autant plus que la définition d'objectifs se limitera aux cours d'eau les plus étagés.

A cet égard, on retiendra qu'au delà de 60% d'étagement, moins de 20% des stations étudiées présentent un peuplement piscicole en bon état, quel que soit le secteur de la zone d'étude.

Pour ce qui concerne les cours d'eau peu étagés (faible cumul de chutes artificielles et/ou forte pente naturelle) aucun objectif ne doit être fixé au dessus du taux d'étagement existant.

En faveur des milieux moins transformés dans leur ensemble, mais néanmoins fragmentés par les obstacles à l'écoulement, il conviendra, à minima, de suivre leur taux d'étagement par rapport à l'existant, ainsi que la bonne application de l'orientation fondamentale 9B : priorité à la réduction des seuils pour assurer durablement la continuité écologique, vérification d'évolution hydromorphologique favorable au bon état, absence de dégradation.

5.3.3. Objectifs de référence

Tant que la cartographie des taux d'étagement actuels n'est pas disponible à l'échelle du réseau Loire-Bretagne, de même que le lien avec les bénéfices attendus dans le domaine de la lutte contre l'eutrophisation, le Secrétariat Technique de Bassin n'est pas en mesure de fournir une grille de lecture précise, avec des références aux taux d'étagement à décliner à l'échelle régionale des SAGE.

Néanmoins les premiers résultats mis en évidence sur les peuplements piscicoles permettent de dégager une **référence commune maximale correspondant à 40 % d'étagement**, qui peut guider à moyen et long terme la recherche du Bon Etat sur les cours d'eau fortement étagés.

Plutôt que de fixer des objectifs précis sur l'ensemble de leur réseau, les travaux menés dans le cadre des SAGE devront s'appuyer sur cette référence unique et provisoire pour définir, dans le cadre de leur plan d'action, les premières étapes de réduction du taux d'étagement, sur les cours d'eau les plus touchés de leur périmètre.

Dans le même temps, les études doivent être poursuivies au niveau du bassin et au niveau national, de façon progressive et itérative, pour répondre aux deux points suivants :

- quantifier les gains attendus en termes de qualité d'eau, de fonctionnalité et de qualité écologique ;
- préciser des objectifs minimum de réduction d'étagement adaptés aux objectifs généraux de bon état et aux contextes régionaux.

5.4. ECHEANCE

Certains SAGE en cours d'élaboration avancent sur la question du taux d'étagement et attendent les éléments de cadrage venant du bassin pour appliquer cette disposition du SDAGE dans les meilleurs délais (exemples : Sarthe amont, Cher amont, Loir, Rance-Frémur...)

Le présent document est destiné à répondre rapidement à ce besoin pour les SAGE qui devront être approuvés en 2012.

Courant 2011, les SAGE en cours d'élaboration pourront également bénéficier de la cartographie des taux d'étagement existants à l'échelle du bassin (avec les données disponibles en Loire-Bretagne) dans le cadre de l'étude d'assistance technique confiée à GEOHYD par l'Agence de l'Eau.

ANNEXE 1

RAPPEL DES DISPOSITIONS DU SDAGE LOIRE-BRETAGNE CONCERNANT LE TAUX D'ETAGEMENT ET BESOINS D'ELEMENTS DE DOCTRINE

Disposition 1B-1 : (...) le règlement du Sage comporte un plan d'actions identifiant les mesures nécessaires à la restauration de la continuité écologique du cours d'eau. (...)

Le Sage identifie les ouvrages qui doivent être effacés, ceux qui peuvent être arasés ou ouverts partiellement, ceux qui peuvent être aménagés avec des dispositifs de franchissement efficaces, et ceux dont la gestion doit être adaptée ou améliorée (ouverture des vannages...).

Il comprend un objectif chiffré et daté pour la valeur du taux d'étagement du cours d'eau, défini comme le rapport entre la somme des hauteurs de chute artificielles créées en étiage par les obstacles transversaux et le dénivelé naturel du cours d'eau.

Disposition 1B-2 : *Toute opération de restauration, modification ou de création d'ouvrage transversal dans le lit mineur des cours d'eau fait l'objet d'un examen portant sur l'opportunité du maintien ou de la création de l'ouvrage par rapport, d'une part aux objectifs de la gestion équilibrée de la ressource en eau (...) d'autre part aux objectifs environnementaux des masses d'eau et axes migratoires concernés, fixés dans le Sdage.*

La création d'un nouvel ouvrage (...) provoquant une chute artificielle en étiage, ne peut être autorisée qu'après démonstration de l'absence, sur le même bassin versant, d'alternatives meilleures sur le plan environnemental et d'un coût non disproportionné.

Les mesures compensatoires présentées par le maître d'ouvrage prévoient, dans le même bassin versant, des actions d'effacement ou d'arasement partiel ou toute autre solution permettant de retrouver des conditions équivalentes de transport des sédiments, de diversification des habitats, de vitesse de transfert des eaux (retardant la production de phytoplancton) et de circulation piscicole.

A défaut la compensation porte sur une réduction cumulée de chutes artificielles d'au moins 200 %, en cherchant une continuité linéaire ...

Les dispositions 1B-1 et 1B-2 sont indissociables des autres parties du SDAGE visant la restauration des cours d'eau et la continuité écologique, en particulier l'orientation fondamentale 9B, formulée comme suit :

Orientation fondamentale 9B : Assurer la continuité écologique des cours d'eau

Les ouvrages transversaux aménagés dans le lit des cours d'eau ont des effets cumulés très importants sur l'état et le fonctionnement des milieux aquatiques du bassin Loire- Bretagne. Ces ouvrages font obstacle au libre écoulement des eaux et des sédiments, à la dynamique fluviale, à la libre circulation des espèces aquatiques (poissons migrateurs en particulier), au passage et à la sécurité des embarcations légères...

Outre leurs effets d'obstacles, ces ouvrages de retenues accentuent l'eutrophisation, le réchauffement des eaux et réduisent fortement la richesse des habitats et peuplements aquatiques (banalisation, perte de diversité hydrodynamique, colmatage...) et augmentent l'évaporation. Le bassin hydrographique de la Loire est d'autant plus sensible à ces phénomènes cumulatifs qu'il s'articule autour d'axes fluviaux de très grande longueur.

Pour le franchissement des obstacles, les mesures de restauration doivent privilégier les solutions d'effacement physique garantissant la transparence migratoire pour toutes les espèces, la pérennité des résultats, ainsi que la récupération d'habitats fonctionnels et d'écoulements libres.

Sans préjudice des concessions existantes, les objectifs de résultats en matière de transparence migratoire à long terme conduisent à retenir l'ordre de priorité suivant :

1°) effacement ;

2°) arasement partiel et aménagement d'ouvertures (échancrures...), petits seuils de substitution franchissables par conception ;

3°) ouverture de barrages (pertuis ouverts...) et transparence par gestion d'ouvrage (manoeuvres d'ouvrages mobiles, arrêts de turbine...);

4°) aménagement de dispositif de franchissement ou de rivière de contournement avec obligation d'entretien permanent et de fonctionnement à long terme.

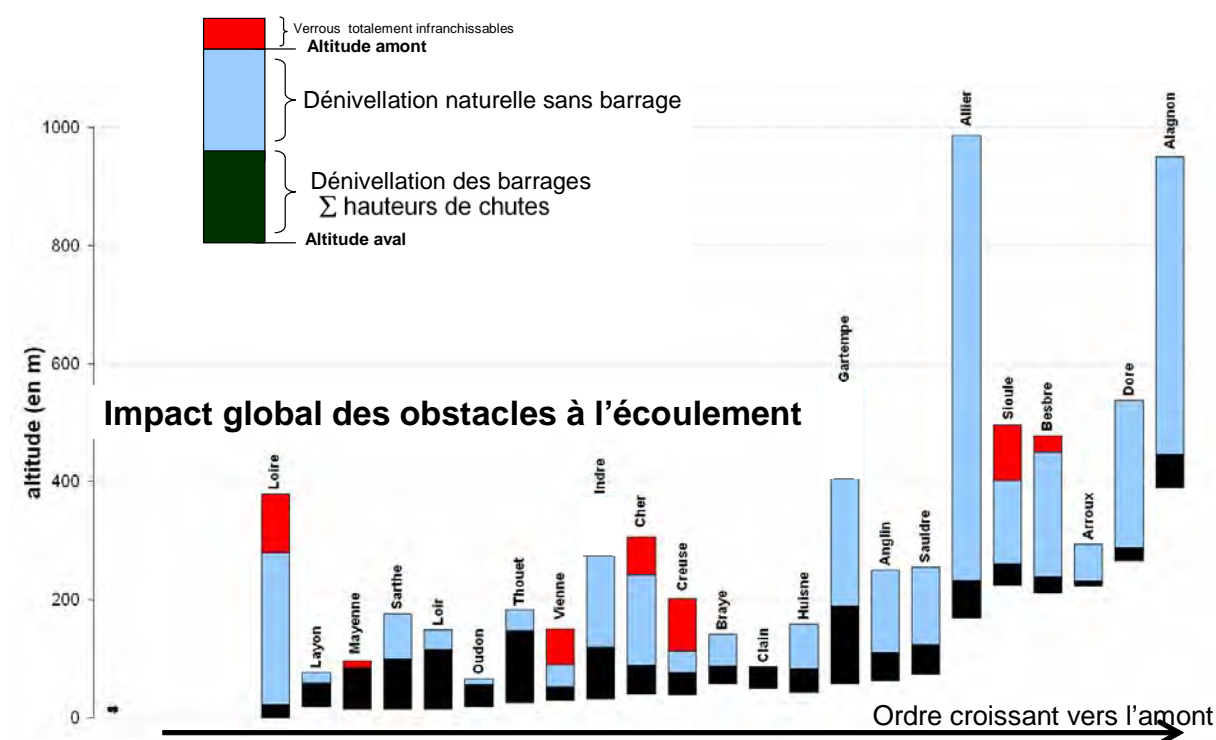
La définition précise des actions à entreprendre suppose des études particulières, cours d'eau par cours d'eau. En matière de continuité écologique des cours d'eau, même si la solution d'effacement total des ouvrages transversaux est, dans la plupart des cas, la plus efficace et la plus durable pour les raisons indiquées ci-dessus, d'autres méthodes peuvent être envisagées, notamment : ouverture des vannages, aménagement de dispositifs de franchissement adaptés. Pour les ouvrages transversaux abandonnés ou sans usages avérés l'effacement sera privilégié.

ANNEXE 2

PREMIERS ESSAIS CONCERNANT LE CALCUL ET L'UTILISATION DU TAUX D'ETAGEMENT

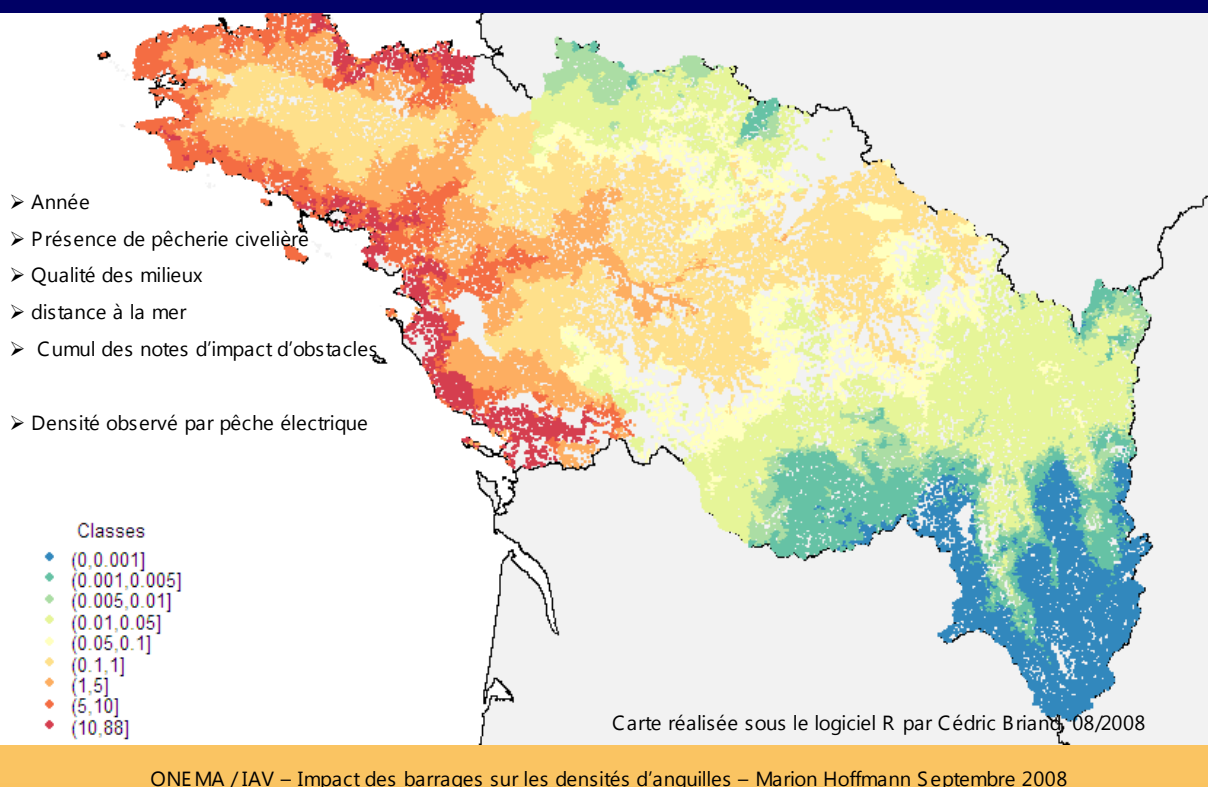
La première définition du taux d'étagement a été testée à l'échelle de l'axe Loire et de ses principaux affluents pour appréhender le potentiel migratoire des cours d'eau du bassin : transparence ou rugosité des axes de migration, grosses ruptures de continuité, parcours à fort potentiel productif en espèces migratrices anadromes (repérage des axes ou portions d'axes fluides, diversifiés et riches d'habitats de reproduction - voir graphique ci-dessous).

TAUX D'ETAGEMENT DES PRINCIPAUX AXES DE MIGRATION DU BASSIN LOIRE



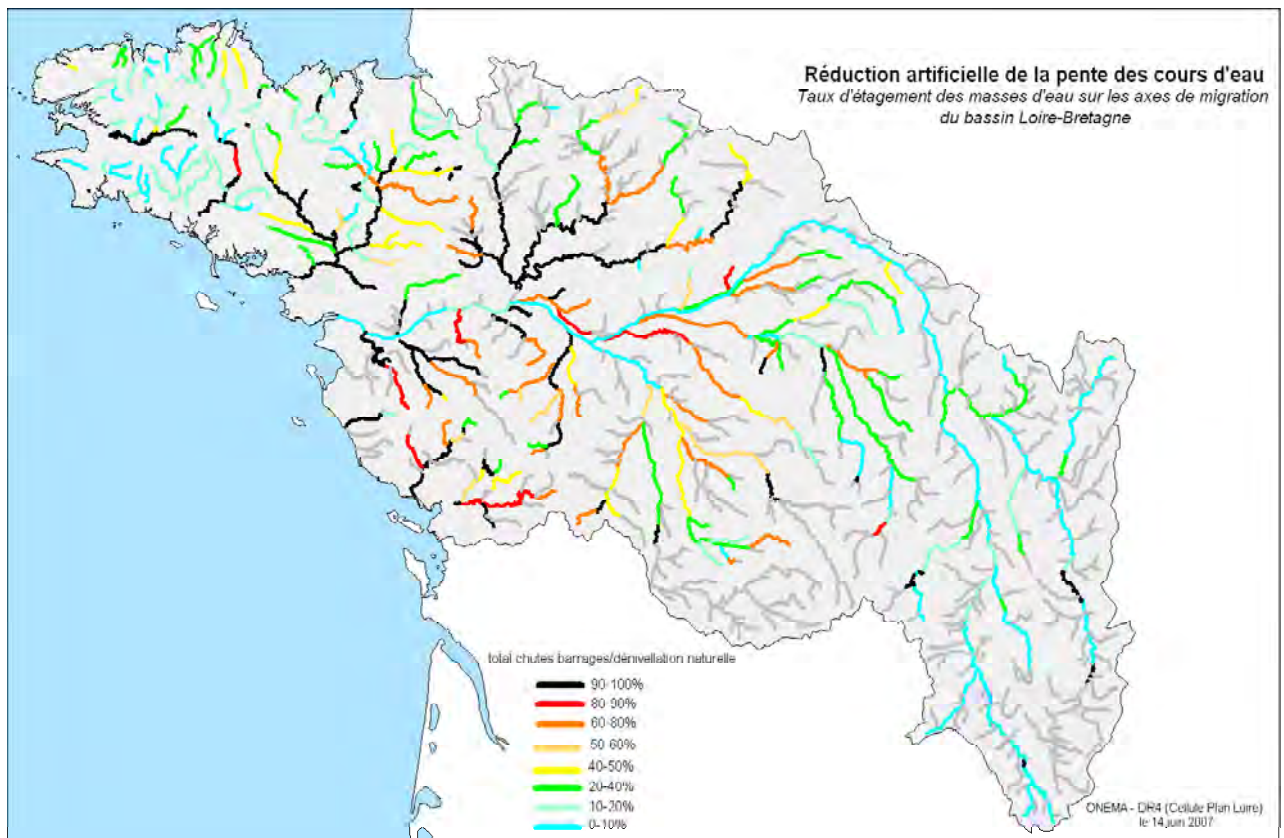
La somme des hauteurs de chute a aussi été utilisée pour modéliser la colonisation et la densité d'anguille à l'échelle du bassin Loire Bretagne.

Modèle de prédiction des densités d'anguilles

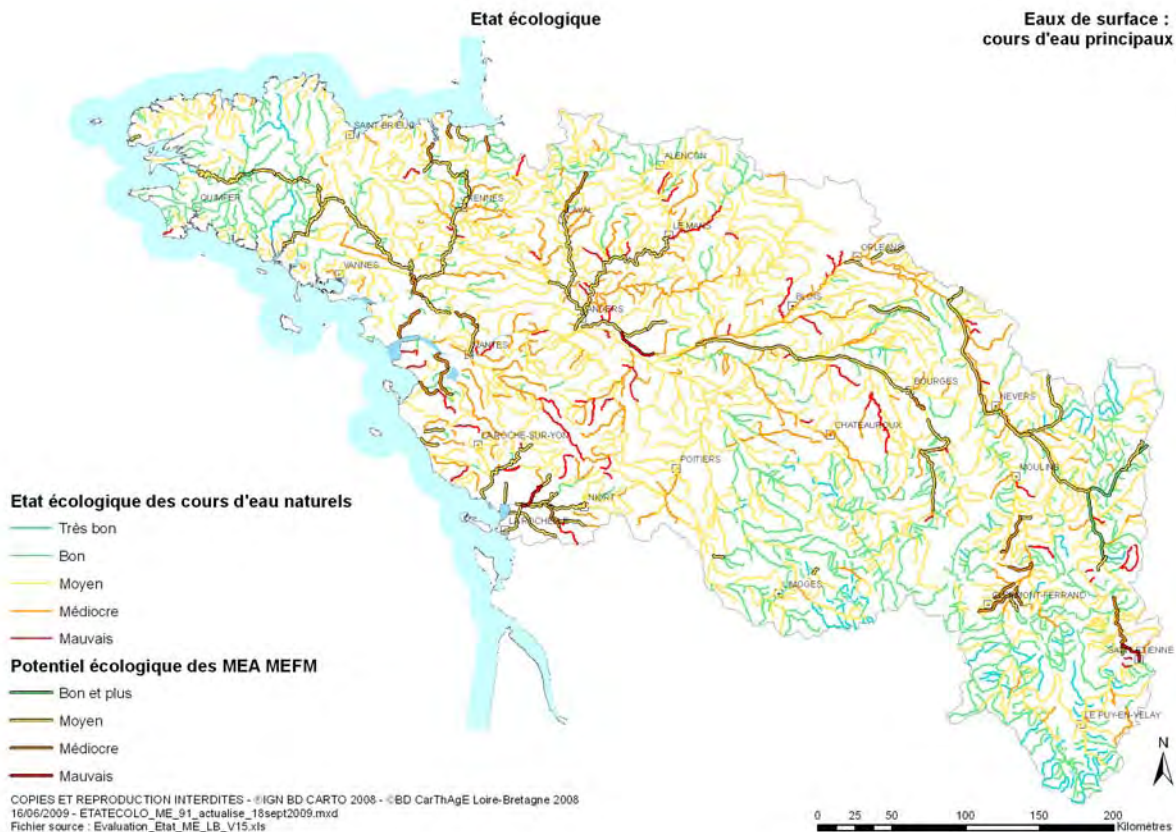


L'utilisation des classes de franchissabilité (STEINBACH, 2005) déterminées par expertise encadrée des ouvrages apporte très peu de valeur ajoutée par rapport au simple cumul des hauteurs de chute à franchir (HOFFMAN, 2008). Le taux d'étagement constitue en effet un indicateur plus simple, plus fiable et plus homogène à grande échelle pour ce type d'application.

Un premier essai de représentation du taux a également été effectué à l'échelle des masses d'eau des principaux axes de migration du bassin Loire-Bretagne (voir carte ci-dessous).



En première approche, l'image du taux d'étagement appliquée aux masses d'eau de ces drains principaux reflète l'état général des masses d'eau de ce bassin (comparaison avec la carte ci-dessous).



Schématiquement, on observe une dégradation progressive des milieux aquatiques, depuis les zones relativement préservées sur les versants du massif central (Allier notamment) jusqu'aux zones aval en mauvais état sur tables sédimentaires de la région Centre et les zones de bas relief du massif armoricain à forte pression (Centre, Pays de la Loire, Poitou-Charentes). Ce premier essai de représentation du taux d'étagement met également en évidence la présence des grands barrages, qui correspondent aux plus grosses ruptures de continuité écologique du bassin, entre les tables sédimentaires et les versants du massif central. Il s'agit principalement de complexes hydro-électriques comme ceux d'Eguzon ou de l'Île Jourdain.

De même, sur les cours d'eau armoricains, on observe un parallélisme entre le niveau d'étagement et l'état général des cours d'eau :

- à l'est et au sud les cours d'eau bretons étagés et dégradés (bassin de la Vilaine...),
- au nord et à l'ouest les cours d'eau bretons moins étagés et en meilleur état écologique.

Pour autant, il convient de rappeler que de nombreux autres paramètres, naturels ou anthropiques, interviennent en même temps sur l'état des eaux, directement ou indirectement. En l'occurrence les débits spécifiques sont plus faibles à l'Est de la ligne de partage géographique Vannes-Saint-Brieuc, ce qui engendre des cours d'eau à étiages plus longs et plus prononcés. En même temps les zones de relief sont moins marquées dans le sud-est de la Bretagne, ce qui se traduit par une sensibilité plus forte à la pression des ouvrages vis à vis la pente naturelle des cours

d'eau, ainsi qu'en termes de pression agricole sur l'état des bassins versant (surfaces cultivées, intensification).

Dans le même sens, les cours d'eau de plaine du bassin Loire Bretagne bénéficient, à l'image d'une partie est du massif armoricain, de débits spécifiques moins favorables que les zones de relief mieux arrosées.

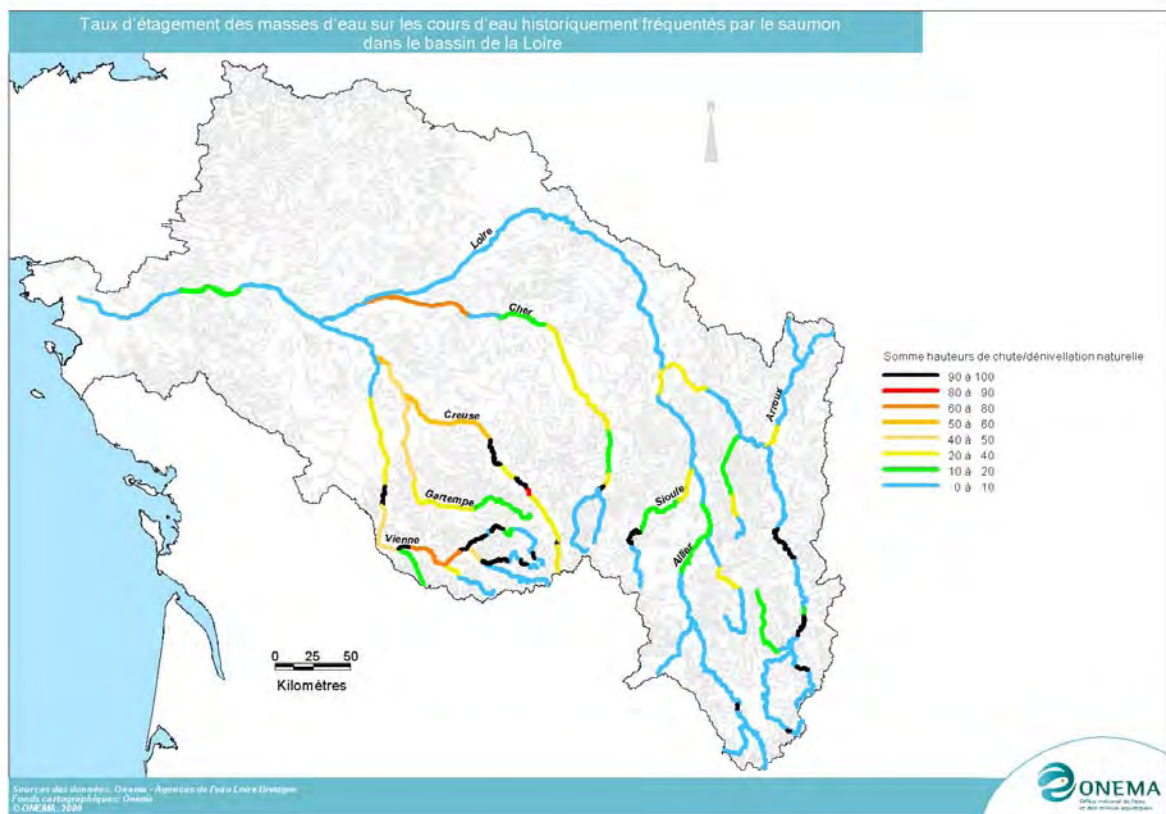
D'une façon générale, la conjugaison des différents facteurs de dégradation apparaît d'autant plus importante que les cours d'eau des zones à faible pente subissent plus de pressions anthropiques que les cours d'eau des zones de relief.

Sachant que les impacts directs et indirects des ouvrages transversaux ont des effets négatifs importants sur le fonctionnement et l'état des cours d'eau, la question doit être traitée de façon spécifique pour répondre aux deux chapitres du SDAGE qui ciblent le levier d'action du devenir des ouvrages (questions importantes 1 et 9). Pour autant l'analyse doit s'inscrire dans l'approche globale donc tenir compte de toutes les pressions et autres facteurs influençant l'état des eaux.

ANNEXE 3

ILLUSTRATION

En attendant la couverture intégrale du bassin Loire Bretagne et la contribution des SAGE un test manuel de calcul du taux d'étagement a été effectué par la délégation interrégionale Centre - Poitou - Charentes de l'ONEMA pour faire l'état des lieux des cours d'eau du bassin de la Loire historiquement fréquentés par le saumon (ci-dessous).



Les rangs 1 2 et 3 des Masses d'Eau ont été élagués afin de calculer les taux d'étagement sur les drains principaux.

ANNEXE 4

POURSUITE DES TRAVAUX DE MISE AU POINT

Tel qu'il est défini (*rapport entre la somme des hauteurs de chutes artificielles créées en étiage par les obstacles transversaux et le dénivelé naturel du cours d'eau*), le taux d'étagement est d'abord un descripteur de l'état physique des cours d'eau.

Cet indicateur récemment introduit par le SDAGE Loire Bretagne 2010-2015 aura besoin d'être documenté (relations avec la dynamique fluviale et la biologie, limite d'utilisation) et ajusté à l'échelle la mieux adaptée.

Un travail important devra aussi être mené pour aider les gestionnaires à quantifier les réponses prévisibles sur les milieux aquatiques, notamment les gains attendu sur chacun des éléments de qualité mesurés dans le cadre de la DCE : poissons, invertébrés, diatomées, physico-chimie. A partir des données disponibles, il faudra pourvoir vérifier et si possible mesurer sur les composantes biologiques les effets de la distribution d'énergie, de la diversification des habitats, de la continuité écologique, ainsi que les impacts du rétablissement des écoulements sur la réduction de l'eutrophisation).

Champs d'analyses

Dans un premier temps le croisement des données entre étagement et indicateurs biologiques concernera seulement les poissons, dans la mesure où ces données sont :

- disponibles à l'ONEMA (chutes cumulées et inventaires piscicoles),
- *a priori* réactives (structure de peuplement),
- intégratives à une échelle plus importante que celle des ouvrages (zones d'évolution des populations piscicoles).

L'autre sujet prioritaire de croisement correspond à la physicochimie et plus particulièrement aux processus d'eutrophisation. L'Agence de l'Eau procèdera à l'analyse de ce compartiment en utilisant le modèle PEGASE.

Le premier objectif de ces différentes analyses est de détecter, si possible, les niveaux de pression (modification par les ouvrages décrite à travers le taux d'étagement) à partir desquels les milieux apparaissent en dehors du bon état (limite vert/jaune - voir exemple de résultat préalable ONEMA - délégation interrégionale Bretagne - Pays de la Loire) ou en dehors des conditions de bon fonctionnement de l'écosystème.

Les premières simulations sur PEGASE (physico-chimie) ou les expérimentations d'ouvertures de vannes illustrent déjà les gains obtenus (ou potentiels) sur la qualité des cours d'eau étagés dans les contextes sensibles à l'eutrophisation.

Dans les autres domaines (température, invertébrés, diatomées ...) il ne semble pas réaliste de faire le même exercice pour le moment, faute de données disponibles à l'échelle adaptée.

Le bilan de ce qui est disponible et de que l'on sait mettre en relation avec chaque domaine impacté fait apparaître d'autres champs d'analyse qu'il est utile d'explorer :

- poissons (ONEMA),
- physicochimie et eutrophisation (AELB),
- thermie,
- Indice Biotique invertébrés benthiques,
- Indice Diatomique,
- Biodiversité.

En l'état actuel des connaissances, les gammes de résultats obtenus dans les deux premiers domaines (limites relationnelles ou fonctionnelles Etagement/Poissons ; Etagement/Eutrophisation) seront simplement comparées avec l'état des autres composantes de qualité (invertébrés, diatomées...).

Les croisements spécifiques concernant les domaines à explorer pourront être réalisés au fur et à mesure que les jeux de données associées seront disponibles à l'échelle adaptée pour être mis en relation avec le taux d'étagement.