

Analyses Hydrologie - Milieux - Usages - Climat (HMUC)

Guide et recommandations
méthodologiques



Direction régionale
de l'environnement,
de l'aménagement
et du logement

Table des matières

1. Contexte et principe	6
1.1. Contexte des analyses Hydrologie Milieux Usage Climat	6
1.1.1. Contexte général	6
1.1.2. Contexte juridique	6
1.1.2.1. DCE, EDL, Sdage et Sage	6
1.1.2.2. Mise en œuvre d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau : article R. 211-21-1 du code de l'environnement et décret n° 2021-795 du 23 juin 2021	7
1.1.2.3. Instruction pour les Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE)	7
1.1.3. Terminologie des volumes prélevables	8
1.2. Principe et objectif	8
2. Conduire une analyse HMUC	11
2.1. Prendre en compte le contexte local	11
2.2. Où réaliser une analyse HMUC ? Périmètre d'étude et échelle de réalisation	11
2.3. Acteurs impliqués	11
2.4. Phase préalable	12
2.5. Construire et valider le cahier des charges	15
2.6. Livrables attendus	15
2.6.1. Le rapport d'étude	15
2.6.2. Un document pédagogique	16
2.6.3. La capitalisation des données et indicateurs de suivi	16
2.6.4. Comparaison à l'état des lieux préalable au Sdage	17
3. Phase diagnostic HMUC, le socle de l'analyse HMUC	18
3.1. Le socle de l'analyse HMUC	18

3.2.	Hydrologie	19
3.2.1.	Attendus	19
3.2.2.	Mise en œuvre	20
3.2.2.1.	Données et modèles hydrologiques.....	20
3.3.	Milieux.....	21
3.3.1.	Attendus	21
3.3.2.	Mise en œuvre	23
3.3.3.	Impact du changement climatique sur les milieux.....	27
3.4.	Usage.....	29
3.4.1.	Attendus	29
3.4.2.	Mise en œuvre	29
3.4.2.1.	Description des usages	29
3.4.2.2.	Données manquantes et mensualisation des prélèvements	30
3.4.2.3.	Cas spécifique de la pression par interception de flux par les plans d'eau	31
3.4.2.4.	Dépendance à l'eau et potentialités d'économies d'eau	33
3.4.3.	Prospective et impact du changement climatique sur les usages	33
3.5.	Climat	34
3.5.1.	Attendus	34
3.5.2.	Mise en œuvre	35
3.5.2.1.	Description du climat passé.....	35
3.5.2.2.	Choisir les projections climatiques sur le territoire	36
3.5.2.3.	Sensibilité de l'hydrologie, des usages et des milieux au changement.....	39
4.	Phase d'analyse : quatre volets à rapprocher.....	41
4.1.	Principe général de la phase d'analyse.....	41
4.2.	Adapter les objectifs de gestion de la ressource en eau et le cadre fixé par le Sdage	42

4.2.1.	Objectifs aux points nodaux	42
4.2.1.1.	Définition Débits Objectifs d'Étiage	43
4.2.1.2.	Impact du changement climatique sur les DOE	46
4.2.1.3.	Débit et seuils de crise	47
4.2.2.	Périodes de basses eaux.....	47
4.2.3.	Définition des volumes potentiellement mobilisables	48
4.2.4.	Adaptation des conditions de prélèvement	49
4.3.	Vers une vision prospective du territoire	51
4.4.	Phase diagnostic des PTGE	52
GLOSSAIRE.....		53
REFERENCES		58
ANNEXE		60

Tables des illustrations

Figure 1 : Schéma représentatif des différentes notions de volumes utilisées dans le cadre de l'analyse HMUC .	8
Figure 2: Schéma conceptuel d'approche des pressions significatives.....	14
Figure 3: Scénarios d'évolution de la température moyenne globale basés sur les 4 trajectoires de concentration en gaz à effet de serre (RCP). La référence zéro est la moyenne sur la fin du 20e siècle (1986-2005)	37
Figure 4 : Dispersion des simulations individuelles de l'ensemble DRIAS-2020 selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et températures (ordonnées) pour les saisons estivales à l'horizon fin de siècle selon le scénario RCP8.5 (Aide à la sélection des modèles, Portail DRIAS).	38

Introduction :

En France métropolitaine, les effets du changement climatique sont observables depuis plusieurs décennies. Ils se traduisent principalement par la hausse des températures moyennes : de 1900 à nos jours, le réchauffement atteint environ 1,7 °C. Une accélération de ce réchauffement est enregistrée sur la période 1959-2009, où on observe sur les moyennes annuelles, une tendance de + 0,3 °C par an et une hausse encore plus marquée au printemps et en été. L'évolution des précipitations est contrastée selon les régions et les saisons. Sur la période 1959-2009, on constate généralement une hausse des précipitations annuelles dans la moitié nord du pays et une baisse dans la moitié sud, mais leur répartition temporelle est plus hétérogène : au printemps et en automne les cumuls sont en hausse sur la majeure partie du territoire métropolitain tandis qu'en hiver et en été, l'évolution des précipitations est plus contrastée d'une région à l'autre¹.

L'évapotranspiration des végétaux, dont l'estimation est liée à la température et à l'humidité de l'air, augmente avec les températures, et se traduit déjà dans l'amont du bassin par une baisse significative des débits moyens annuels. Dans le futur, ces évolutions vont s'accroître. Dans le bassin Loire-Bretagne, les baisses des débits en période de basses eaux (généralement en été) pourraient être de l'ordre de 30 à 60 %.

La gestion équilibrée de la ressource en eau, instituée par la loi sur l'eau de 1992, prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique depuis la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. Cette prise en compte doit donc se décliner dans les plans, programmes et décisions administratives dans le domaine de l'eau, tels que les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (Sdage) et les programmes d'intervention des agences de l'eau.

Les analyses Hydrologie Milieux Usage Climat (analyses HMUC), sont des outils spécifiques au bassin Loire-Bretagne, mais proches, dans leur contenu et leurs principes, des démarches développées dans d'autres bassins. Elles répondent aux objectifs de gestion équilibrée de la ressource en eau et elles constituent une démarche globale (intégrant les 4 volets hydrologie, milieux, usage, et climat) et intégratrice des objectifs d'atteinte du bon état des masses d'eau fixés par la Directive Cadre sur l'eau (DCE). C'est dans cette idée, qu'elles furent introduites dans le Sdage 2016-2021 comme démarche à mettre en œuvre par les territoires pour adapter localement le cadre fixé par le Sdage et notamment les conditions de prélèvements en basses eaux définies par les dispositions 7B-2 à 7B-5. Aujourd'hui les analyses HMUC sont également reconnues comme un élément de la phase diagnostic des Projets de Territoires pour la Gestion de l'Eau (PTGE). Elles permettent notamment de disposer de l'ensemble des éléments techniques nécessaires à la définition des volumes prélevables de basses eaux au sens de l'article R. 211-21-1 du code de l'environnement modifié par le décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau.

1 Source Météo France : <https://meteofrance.com/le-changement-climatique/observer-le-changement-climatique/le-changement-climatique-en-france>

L'analyse HMUC constitue un état des lieux local, elle contribue à la définition d'une gestion opérationnelle, équilibrée et durable de la ressource en eau. Elle permet l'amélioration des connaissances sur le territoire d'étude apportant des éléments de diagnostic nécessaires pour affiner les conditions d'une gestion de l'eau et les objectifs associés. Pour cela, l'analyse constitue un apport de connaissances approfondies sur les ressources disponibles, les pressions existantes et leur répartition spatiale et temporelle et les besoins des milieux présents sur un territoire et leurs interactions. Pour une gestion durable des ressources dans un contexte de changement climatique, l'analyse HMUC comprend un volet prospectif qui intègre les évolutions attendues des ressources et des usages. Ce volet étudie l'impact du changement climatique sur l'hydrologie et caractérise la sensibilité des milieux et des usages au changement climatique. L'analyse HMUC est un outil essentiel à la construction des PTGE et à l'adaptation du cadre de gestion fixé par le Sdage.

Ce guide a vocation à évoluer avec les connaissances et des retours d'expériences. Il sera notamment complété progressivement par des focus techniques par thématique pour faciliter la mise en œuvre des études.

Il s'organise en 4 parties :

Partie 1 : Description du contexte, des grands principes et des objectifs d'une analyse HMUC.

Partie 2 : Cadre de mise en œuvre :

- pilotage, territoires, acteurs impliqués,
- étapes préliminaires d'une étude, le contenu d'une pré-étude,
- base d'une analyse : phase diagnostic/phase analyse,
- livrables attendus.

Partie 3 : Contenu de la phase diagnostic avec pour chacun des 4 volets : détail du contenu attendu et des grands principes de mise en œuvre.

Partie 4 : Contenu de la phase d'analyse pour le croisement des 4 volets :

- Vis-à-vis des souhaits d'adaptation du Sdage,
- Vers une démarche type PTGE.

L'ensemble des termes indiqués par un astérisque sont définis dans le glossaire à la fin du présent guide.

1. Contexte et principe

1.1. Contexte des analyses Hydrologie Milieux Usage Climat

1.1.1. *Contexte général*

La raréfaction de la ressource est constatée localement (baisse de débits, augmentation des assèchements, des cours d'eau assecs de la fréquence des franchissements des Débits Seuls d'Alerte (DSA) et de Crise (DCR), etc. La juxtaposition des impacts du changement climatique et de l'augmentation des besoins en eau vient renforcer les tensions existantes auxquelles le Sdage répond en modulant la maîtrise des prélèvements en période de basses eaux en fonction des déficits constatés sur les territoires (ZRE, 7B-2 à 7B-5).

Ces éléments traduisent la nécessité d'optimiser la gestion de l'eau pour assurer l'ensemble des usages anthropiques tout en garantissant le bon fonctionnement des milieux aquatiques, tel que le précise l'article L. 211-1 du code de l'environnement. La gestion structurelle équilibrée, vise également à réserver la gestion de crise aux années les plus sèches, en moyenne une année sur cinq ou à des épisodes ponctuels de courte durée.

1.1.2. *Contexte juridique*

1.1.2.1. *DCE, EDL, Sdage et Sage*

La Directive Cadre Européenne (DCE) fixe les objectifs de bon état des eaux. L'état des lieux (EDL) du bassin constitue le diagnostic permettant de qualifier l'état des eaux à l'échelle des masses d'eau et de cibler les efforts nécessaires pour respecter les objectifs de la DCE. Les résultats du dernier état des lieux constituent le diagnostic initial à préciser, compléter ou corriger par les données locales issues de l'analyse HMUC.

Les efforts à faire et leur territorialisation sont retranscrits dans le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux, le Sdage du bassin Loire-Bretagne qui intègre, conformément à l'[arrêté du 17/03/2006](#) (II. Article 6), « Les objectifs de quantité en période d'étiage [...] définis aux [...] points nodaux. ». Les documents du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (Sage), sont compatibles avec les dispositions du Sdage et édictent les règles d'utilisation de la ressource en eau comme prévu dans l'[article R. 212-47 du code de l'environnement](#).

Au travers de la disposition 7A-2, le Sdage permet aux Sage d'adapter le cadre de gestion des prélèvements, présenté dans les dispositions du chapitre 7 afin de : « déterminer les paramètres sur lesquels influencer pour atteindre une gestion équilibrée ou un retour à l'équilibre quantitatif et au bon état écologique ». Ces

adaptations sont possibles au travers des analyses HMUC, dont les conclusions ont vocation à être traduites dans les documents des Sage.

Dans le cadre de la mise en œuvre du Sdage Loire-Bretagne 2022-2027, les analyses HMUC permettent ainsi de définir ou d'adapter :

- les dates de la période de basses eaux et de la période hors période de basses eaux correspondant à la période de remplissage des retenues de substitution et hors substitution (7B-1 et 7D-3 à 7D-5),
- les Volumes Prélevables (VP) en période de basses eaux sur les territoires soumis aux différentes dispositions du Sdage (7B-2 à 7B-5 et 7C-1 à 7C-6),
- les objectifs aux points nodaux : DOE, DSA, DCR (disposition 7B-1),
- les modalités de prélèvements hivernaux (dispositions 7D-3 à 7D-5),
- le débit minimal à maintenir dans le cours d'eau après prélèvement pour le remplissage de retenues,
- le débit plafond de prélèvements cumulés hors période de basses eaux, contraignant le débit de prélèvement pour le remplissage de retenues.

1.1.2.2. *Mise en œuvre d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau : article R. 211-21-1 du code de l'environnement et décret n° 2021-795 du 23 juin 2021*

Le [décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau](#) en application de l'[Article R. 211-21-1 du code de l'environnement](#), encadre la réalisation d'évaluation des volumes prélevables et la stratégie d'évaluation des volumes prélevables pilotée par le Préfet Coordonnateur de Bassin (PCB) « sur des sous-bassins ou fractions de sous-bassins en zone de répartition des eaux ou identifiés dans le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux comme sous-bassins en déséquilibre quantitatif ou montrant un équilibre très fragile entre la ressource et les prélèvements ». L'analyse HMUC répond à ce cadrage et constitue l'état des lieux territorialisé nécessaire à la définition concertée des volumes prélevables.

1.1.2.3. *Instruction pour les Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE)*

L'[instruction PTGE du 7 mai 2019](#) (TREL 1904750J) précise la première étape d'un Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau : « réaliser un diagnostic des ressources disponibles et des besoins actuels des divers usages, et anticiper leur évolution, en tenant compte du contexte socio-économique et du changement climatique ». Sur le bassin Loire-Bretagne, l'analyse HMUC constitue le socle minimal du diagnostic PTGE. Par ailleurs, l'annexe 3 de l'instruction PTGE précise qu'« en présence d'un Sage, [...] la Commission Locale de l'Eau (CLE) constitue le cadre du comité de pilotage du PTGE ».

1.1.3. Terminologie des volumes prélevables

La gestion quantitative équilibrée de la ressource en eau se base sur l'équilibre entre la ressource disponible et les volumes prélevés et la préservation des milieux naturels.

La définition réglementaire du **volume prélevable*** issue de l'[article R211-21-1 du Code de l'environnement](#) concerne uniquement « les prélèvements directs dans la ressource en période de basses eaux, autorisés ou déclarés tous usages confondus » (cf. [Décret relatif à la gestion quantitative](#)). Ainsi l'examen du respect des volumes prélevables se juge à partir des volumes soumis à déclaration ou autorisation de prélèvements pour les périodes concernées par le décret. Ne sont pas pris en compte les volumes non soumis à déclaration ou autorisation de prélèvements tels que les volumes liés à l'abreuvement direct dans le milieu ou les volumes diffus comme ceux évaporés par les plans d'eau.

Pour désigner le volume qui peut être mobilisé dans le milieu naturel par l'ensemble des usages au sens large, qu'ils soient réglementés ou non, on parlera de **volume potentiellement mobilisable***. Le volume prélevable au sens réglementaire, tel que décrit au paragraphe précédent, ne représente donc qu'une partie de ce volume potentiellement mobilisable tel que le présente le schéma suivant.

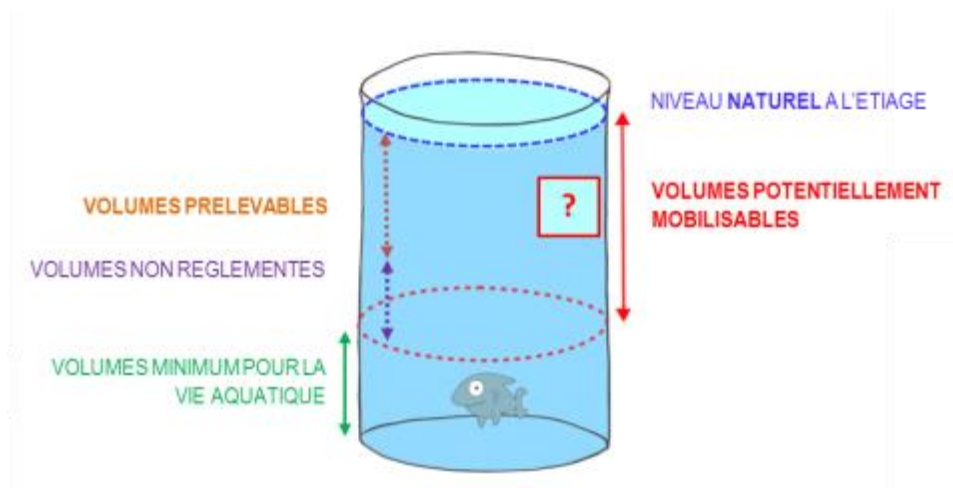


Figure 1 : Schéma représentatif des différentes notions de volumes utilisées dans le cadre de l'analyse HMUC

1.2. Principe et objectif

L'analyse HMUC répond à 7 principes généraux :

Des études proportionnées aux enjeux, alliant souplesse et exigence. L'ensemble des évaluations constituant l'analyse HMUC sont conduites dans la limite de leur pertinence et des méthodologies disponibles. Il convient au préalable de s'interroger sur l'opportunité et sur la finalité de l'analyse envisagée, puis de la définir : amélioration de connaissance, assouplissement de tout ou partie du cadre posé par la Sdage pour la gestion

quantitative, évaluation des volumes prélevables en application de la stratégie de bassin... Le contenu est proportionné à la finalité.

Quatre composantes pour mettre en œuvre une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau

[hydrologie], prenant en compte le changement climatique **[climat]** et satisfaisant aux exigences de l'alimentation en eau potable de la population **[usages]**, de la vie biologique du **[milieu]** récepteur, des activités humaines légalement exercées **[usages]**, en application de l'article L. 211-1 du code de l'environnement. La gestion équilibrée de la ressource en eau induit de préserver la fonctionnalité des milieux aquatiques, notamment en atteignant le bon état écologique. L'analyse doit veiller à la cohérence avec l'état des lieux du bassin (état des masses d'eau, pressions significatives). Les écarts ne sont pas impossibles mais doivent être justifiés.

Quatre composantes qui doivent être analysées conjointement du fait de leurs interactions. Les usages nécessitant des prélèvements dans la ressource en eau impactent les débits de cours d'eau et leur capacité de dilution. La réduction des débits en résultant peut altérer les milieux et peut modifier l'exercice des différents usages de l'eau : exigences renforcées sur les rejets urbains ou sur les ouvrages de franchissement des seuils, par exemple. Le changement climatique influence les débits, les usages, les besoins des milieux et exacerbe les interactions entre ces trois composantes.

Hydrologie : analyser le régime hydrologique actuel, influencé (c.à.d. observé après impact des différents usages de l'eau) et désinfluencé correspondant au régime hydrologique naturel reconstitué après analyse des prélèvements existants, sa variabilité saisonnière et interannuelle et ses relations avec les ressources souterraines.

Milieu : L'analyse de besoins porte sur l'ensemble des milieux aquatiques, leurs interactions et leurs évolutions. Elle intègre un diagnostic de leurs dysfonctionnements. Elle précise les conditions de leur préservation ou de leur restauration. L'analyse des besoins des milieux repose sur l'ensemble du cycle hydrologique. Pour les cours d'eau, elle détermine des valeurs clés de débit permettant la circulation des espèces, l'alimentation des annexes, l'inondation des zones de frayères, une qualité d'eau adaptée dont la température... Les besoins des milieux doivent intégrer les pressions préexistantes sur le cours d'eau telles que les modifications portées à sa morphologie.

Usages : l'analyse porte sur les différents usages de l'eau, leur évolution constatée et prévisible, leur sensibilité à la disponibilité de la ressource en eau, leur impact (pression) sur celle-ci. Elle identifie les possibles économies d'eau pour les différents usages et la réduction de leurs impacts.

Climat : Après définition d'un futur climatique de référence, l'analyse décrit le climat observé et futur dans leur variabilité et leur évolution. Sur cette base, l'analyse décrit la vulnérabilité de l'hydrologie, des milieux et des usages aux effets du changement climatique. Cette vision prospective permet d'éclairer les choix de gestion de la ressource en eau à mettre en œuvre sur le territoire.

L'analyse HMUC s'attache donc à caractériser, sur un territoire, les relations existantes entre son hydrologie naturelle, les usages de l'eau présents, les caractéristiques de ses milieux en situation actuelle. La gestion de la ressource en eau est dite équilibrée lorsque le développement des différents usages de l'eau, fonction des facteurs socio-économiques locaux, ne dépasse pas la ressource potentiellement mobilisable sur la période de prélèvement et ne compromet pas le bon fonctionnement et la capacité de résilience des milieux. Lorsque, sur la période de prélèvement, un ou plusieurs usages impactent l'hydrologie au-delà de la ressource disponible et de l'acceptabilité par les milieux, l'équilibre entre usages et ressource n'est plus respecté. Les milieux sont dégradés et les usages existants, qui dépendent eux-mêmes de l'hydrologie et des milieux sont impactés par ce déséquilibre. Par ailleurs, les débits sont une variable de contrôle pouvant impacter également d'autres compartiments liés au bon état des cours d'eau comme la qualité de l'eau, l'hydromorphologie ou la continuité écologique.

2. Conduire une analyse HMUC

2.1. Prendre en compte le contexte local

Une analyse HMUC s'intègre dans un contexte local et dans une stratégie de gestion de la ressource en eau existante ou à mettre en place (révision du Sage, PTGE ...). Le contenu et la précision des analyses HMUC sont donc fonction des enjeux locaux et adaptés aux objectifs recherchés. Une phase de concertation en amont de la démarche permet une meilleure implication des différents acteurs et d'affiner son contenu selon l'avancement des démarches locales existantes, les souhaits d'adaptation du Sdage, etc. Par exemple : Sur un territoire où une étude de définition des volumes prélevables a été menée récemment, l'analyse HMUC la met à jour et la complète notamment sur la prospective climatique souvent absente.

2.2. Où réaliser une analyse HMUC ? Périmètre d'étude et échelle de réalisation

Les territoires sur lesquels un déficit quantitatif de la ressource en eau est identifié sont particulièrement concernés mais les analyses HMUC peuvent être réalisées sur l'ensemble du bassin Loire-Bretagne.

Le territoire étudié doit être cohérent du point de vue hydrologique et hydrogéologique. Parce que la Commission Locale de l'Eau (CLE) est un lieu de concertation reconnu par les textes et légitime sur la question de la ressource en eau et parce que le Sage a vocation à intégrer les dispositions et est règles relatives à la gestion de l'eau, le périmètre de l'étude correspond idéalement au territoire d'un Sage quand il existe. Toutefois, il peut être plus restreint que le périmètre du Sage ou bien couvrir le périmètre de plusieurs Sage et regrouper des territoires contigus et interdépendants, permettant une approche cohérente. Une analyse HMUC peut également concerner un territoire vaste tout en focalisant la définition d'objectifs de gestion sur des sous-bassins précis.

Par construction, l'ensemble des débits objectifs d'étiages précisés dans le Sdage sont cohérents entre eux. Les objectifs définis au point de sortie du périmètre considéré prendront nécessairement en compte les objectifs du système en aval. Aussi, en cas de modification d'un Débit Objectif d'Etiage (DOE) une attention particulière sera portée à la cohérence de cette modification avec le premier point situé en aval et à la capacité du bassin aval à respecter ses propres objectifs.

2.3. Acteurs impliqués

L'[article R. 213-14 du code de l'environnement](#) modifié par le [décret n°2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau](#) fait référence pour l'évaluation des volumes prélevables à une gouvernance s'appuyant sur « un comité de concertation où sont représentés les intérêts de la protection de l'environnement, de la pêche, des usages agricoles, industriels et domestiques de l'eau. Sont représentés

également, lorsqu'ils existent, la commission locale de l'eau, l'établissement public territorial de bassin prévu à l'[article L. 213-12 du code de l'environnement](#), l'organisme unique de gestion collective prévu au 6o du II de l'[article L. 211-3 du code de l'environnement](#), les gestionnaires d'ouvrages de régulation de la ressource en eau, et les services chargés du prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine mentionnés à l'[article R. 2224-5-2 du code général des collectivités territoriales](#). »

Il est recommandé que le comité de concertation soit constitué de la Commission Locale de l'Eau (CLE) élargie aux représentants pertinents permettant de répondre aux exigences réglementaires. Ce comité est associé à l'élaboration du cahier des charges, au pilotage de l'étude et à la validation des conclusions de l'analyse HMUC. Une maîtrise d'ouvrage de l'analyse HMUC par la structure porteuse du Sage est donc recommandée. Les services de l'État, de l'agence de l'eau et de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) sont également associés tout au long de la démarche.

Les possibilités d'adaptation du cadre de gestion fixé par le Sdage suite à une analyse HMUC sont toutefois conditionnées, dans le chapitre 7 du Sdage Loire-Bretagne, à l'existence d'une Commission Locale de l'Eau qui valide les conclusions de l'analyse et propose les adaptations du cadre fixé par le Sdage. Conformément à l'[article 6 du décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative](#) « les volumes prélevables et leur répartition par usages [sont arrêtés par le préfet coordonnateur de bassin qui] en informe les préfets concernés. Lorsque le règlement du schéma d'aménagement et de gestion des eaux instaure déjà une répartition entre les usages de l'eau conformément à l'article R. 212-47, il est mis en cohérence avec la décision du préfet ».

2.4. Phase préalable

La phase préalable permet la bonne définition de la démarche et son appropriation par les acteurs. Elle constitue une phase d'écoute qui est menée avec beaucoup de pédagogie afin que l'ensemble des acteurs comprennent les principes et les enjeux de l'étude et expriment leurs motivations et attendus. La phase préalable n'est pas une obligation, toutefois plusieurs éléments de son contenu potentiel, détaillés ci-après, sont indispensables à l'analyse HMUC.

La phase préalable permet de confirmer l'intérêt de réaliser une analyse HMUC et de définir : les acteurs qui seront impliqués dans le suivi de l'étude et leur niveau d'implication. Afin que l'analyse menée réponde aux ambitions du territoire il est fortement recommandé d'étudier, en amont de la définition du cahier des charges :

- la définition du périmètre de l'étude,
- la synthèse des données existantes,
- l'analyse des données de l'état des lieux,
- l'examen de respect des dispositions du chapitre 7 du Sdage et de leur adéquation à l'évolution prévisible des usages et des besoins,

- la définition des objectifs et attendus précis et localisés.

Ces éléments, intégrés dans une phase préalable à l'analyse, permettent de définir le cahier des charges mais aussi de cadrer les moyens humains et financiers nécessaires.

La **définition du territoire d'étude** se fait sur des critères hydrographiques ou hydrogéologiques adaptés au sujet traité comme précisé au paragraphe 2.2. La mise en œuvre opérationnelle de la gestion de l'eau nécessite le découpage du territoire d'étude en unités de gestion cohérentes adaptées aux objectifs locaux. La méthode de définition de ces unités de gestion peut être définie dès la phase préalable de l'analyse HMUC.

La **synthèse des données et des connaissances disponibles** à acquérir et/ou à compléter pointe notamment ce qui est déjà connu au regard des 4 volets Hydrologie, Milieux, Usage, et Climat, ce qui ne l'est pas ou insuffisamment, et ce qui nécessite d'être mis à jour. Cette synthèse n'a pas vocation à remettre en cause les études précédentes, toutefois elle peut proposer leur révision afin d'intégrer des connaissances complémentaires ou des données plus récentes.

Les analyses HMUC s'intègrent dans le cadre des travaux menés au niveau du bassin Loire-Bretagne. Une première **analyse du respect des objectifs de bon état des eaux** sur le territoire est réalisée. Basée sur l'état des lieux en cours qui permet d'identifier les pressions significatives sur chaque masse d'eau, cette analyse cible les problématiques et localise les territoires à enjeux. Le schéma suivant présente la logique à utiliser pour l'approche initiale des pressions :

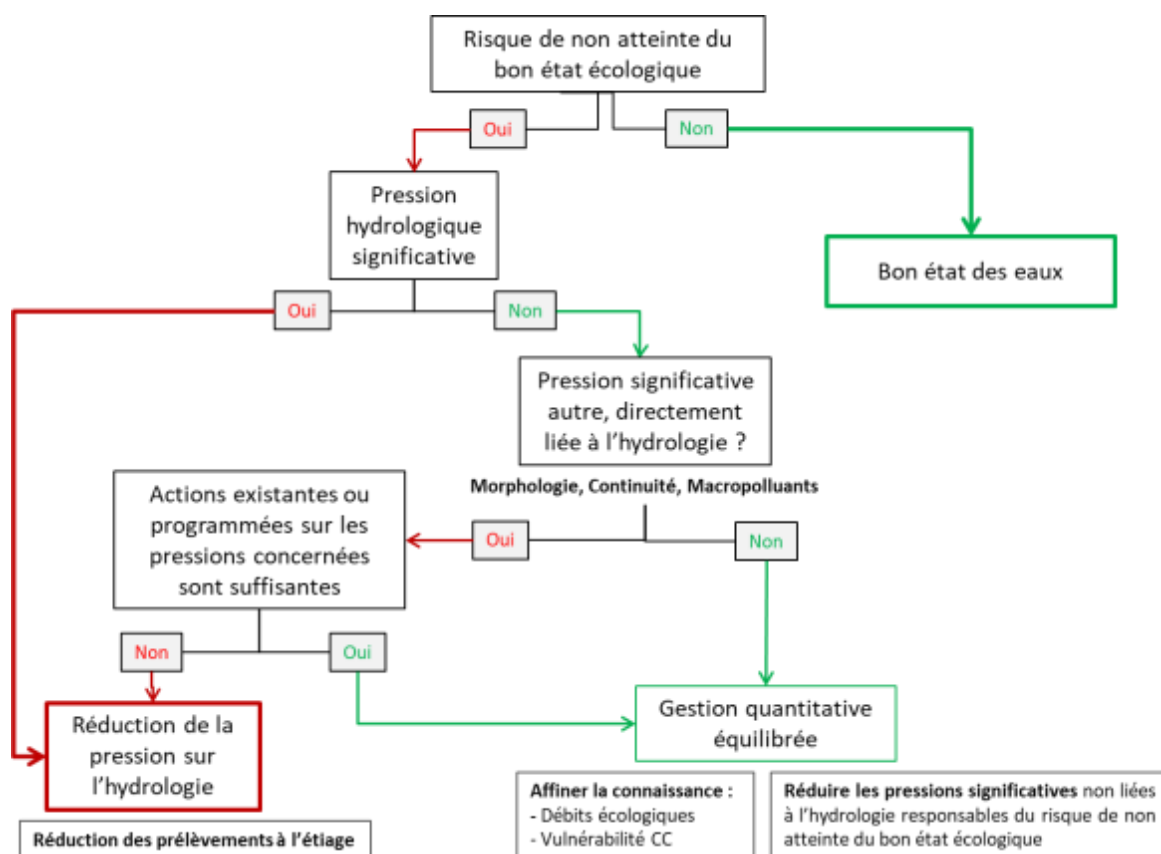


Figure 2: Schéma conceptuel d'approche des pressions significatives.

Plusieurs éléments du cadre de gestion fixé par le Sdage Loire-Bretagne 2022-2027 peuvent être adaptés suite à une analyse HMUC (cf. paragraphe 1.1.2.1). La phase préalable de l'analyse permet d'identifier les éléments contraignants sur le territoire d'étude en examinant **l'application des dispositions du chapitre 7 du Sdage** et leur adéquation à l'évolution prévisible des usages et des besoins. Elle permet d'anticiper le choix explicite des éléments de cadrage du Sdage dont on souhaite étudier l'adaptation. Ce choix pourra être modifié ou adapté au cours de l'étude à la lumière des résultats obtenus. L'analyse doit cependant garder un caractère global et s'intéresser à l'ensemble du cycle hydrologique. Par exemple, dans le cas où l'application du Sdage sur les conditions hivernales de prélèvement serait mal adaptée au contexte local, le souhait d'adaptation ne pourrait viser que les conditions hivernales de prélèvement décrites dans les dispositions 7D-3 à 7D-5, mais l'analyse devra nécessairement examiner l'effet cumulé des retenues sur l'ensemble de l'année.

La phase préalable permet la **définition des objectifs et attendus précis et localisés** nécessaires à la rédaction du cahier des charges : élaboration ou révision d'un Sage, adaptation des règles imposées par le Sdage, révision des VP, construction d'un PTGE, définition d'une stratégie globale pour augmenter la résilience du territoire face au changement climatique etc. Le degré de précision de l'analyse est modulé localement en fonction des enjeux afin d'optimiser les moyens humains et financiers à mobiliser.

2.5. Construire et valider le cahier des charges

Le cahier des charges de l'analyse HMUC est élaboré le cas échéant à l'issue de la phase préalable. Ce document est construit en associant l'ensemble des acteurs mentionnés au paragraphe 2.3 : Commission Locale de l'Eau, autres acteurs du territoire, services et opérateurs de l'Etat concernés notamment ceux constituant, à l'échelle régionale, le secrétariat technique local (DREAL, OFB, Agence de l'eau...). Le secrétariat technique local veille au respect des éléments de cadrage disponibles et donne un avis sur le cahier des charges définitif qui est validé par la Commission Locale de l'Eau.

Le cahier des charges de l'analyse comprend au minimum 2 phases :

La **phase diagnostic** constitue le socle de l'analyse HMUC. Elle comprend l'acquisition des connaissances complémentaires sur les 4 volets Hydrologie, Milieux, Usage et Climat. Ces 4 volets sont approchés séparément ou non selon les interactions qui les relient (Hydrologie et Usage et Hydrologie et Milieux notamment) pour permettre de construire l'état des lieux du territoire et de disposer de l'ensemble des données nécessaires à la phase d'analyse.

La **phase d'analyse** croise, dans une approche globale, les différentes données issues du diagnostic : disponibilité de la ressource en eau, besoins et qualité des milieux aquatiques, satisfaction des usages de l'eau et impact du changement climatique sur ces paramètres. Cette phase apporte les éléments techniques nécessaires pour la définition des objectifs de gestion du territoire et intègre une vision prospective du territoire. Des valeurs ou gammes de valeurs sont proposées et seront ensuite débattues en CLE.

Le respect des objectifs environnementaux de la DCE doit constituer le fil d'Ariane de la démarche.

Le cahier des charges devra inclure les exigences de rendus mentionnées au paragraphe suivant.

2.6. Livrables attendus

2.6.1. *Le rapport d'étude*

Le rapport final de l'analyse HMUC est un document décrivant les principes nécessaires à une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau et les objectifs de gestion associés. Il précise, par unité hydrographique et/ou hydrogéologique cohérente, le volume global que le milieu est capable de fournir 8 années sur 10 tout en garantissant le bon fonctionnement des milieux aquatiques : c'est le **volume naturel potentiellement mobilisable**. Les résultats des études tiennent compte des incertitudes sur les données utilisées issues de la méthodologie adoptée. Les résultats sont donc préférentiellement présentés en intervalles de grandeur. La publication des conclusions de l'analyse permet la poursuite d'une concertation avec tous les acteurs concernés pour la définition des volumes prélevables et leur répartition par usage.

2.6.2. *Un document pédagogique*

L'analyse HMUC est un travail technique, au service de la gestion de l'eau, basé sur des données mesurées et les dernières connaissances scientifiques. Parce qu'elle vise la définition concertée des objectifs de gestion de l'eau, les acteurs du territoire doivent être en mesure de s'approprier ces éléments techniques afin de comprendre les résultats présentés dans le cadre de la démarche HMUC. Les éléments de contenu et les hypothèses des différents volets, leurs incertitudes et leur impact sur les résultats de l'analyse doivent faire l'objet d'une pédagogie renforcée. Des documents pédagogiques sont produits à chaque phase clé de l'analyse afin que les décideurs locaux s'approprient les problématiques et les enjeux et soient en capacité de faire des choix stratégiques éclairés. Par exemple : une description claire des hypothèses retenues pour le calcul des débits désinfluencés sur lesquels s'appuie la définition des débits objectifs d'étiage doit être présentée.

2.6.3. *La capitalisation des données et indicateurs de suivi*

Les données collectées qu'elle soient issues d'observations ou des résultats d'une modélisation, constituent, sur les 4 volets de l'analyse HMUC, une base de données importante. Ce travail doit absolument être capitalisé par le porteur de projet. Une attention particulière est donc apportée à la présentation et à la conservation des éléments rassemblés. Les données techniques et les hypothèses de travail doivent être transmises en fin d'étude.

- Les données produites (débits simulés, débits prélevés, débits consommés par usage...) doivent être conservées dans un format exploitable.
- Les hypothèses de calcul utilisées notamment pour le volet usage, sont présentées de manière claire, didactique et synthétique.

Ces éléments mériteront par ailleurs d'être suivis et mis à jour, et devront également être assemblés à l'échelle de bassins versant plus vastes et à l'échelle du bassin Loire-Bretagne. En effet, si les analyses HMUC découlent du principe de subsidiarité, le besoin de vision plus vaste est nécessaire jusqu'à la mer.

Le diagnostic de territoire constitue un « instantané » du territoire, réalisé à partir des données et des connaissances disponibles au moment de l'étude. Afin de répondre à l'article 6 du décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative qui prévoit « au moins une fois tous les six ans [d'examiner,] s'il y a lieu d'actualiser les études déjà réalisées », l'étude établit la liste des indicateurs de gestion à suivre et les données nécessaires pour les produire. L'analyse intègre un volet prospectif, il s'agit cependant de prolongations de tendance ou de prévisions intégrant une part, parfois importante, d'incertitudes. Les indicateurs de suivi produits dans le cadre de l'analyse HMUC permettront également d'évaluer dans le temps les choix pris dans le cadre de démarches stratégiques à l'issue de l'analyse HMUC et les adapter, si besoin, à l'évolution socio-économique des territoires, du climat ou des connaissances scientifiques.

2.6.4. *Comparaison à l'état des lieux préalable au Sdage*

Dans la mesure où l'analyse HMUC permet d'adapter le cadre fixé par le Sdage, les éléments qui l'étayent doivent pouvoir être comparés aux éléments équivalents des analyses de l'état des lieux du Sdage mené à l'échelle du bassin Loire-Bretagne. Les différences constatées doivent pouvoir être expliquées et argumentées.

3. Phase diagnostic HMUC, le socle de l'analyse HMUC

3.1. Le socle de l'analyse HMUC

L'analyse HMUC se base sur l'étude des **4 volets Hydrologie, Milieux, Usage et Climat** nécessaire à la construction d'une approche systémique. Pour chacun d'eux, un diagnostic est réalisé et comprend la collecte des données disponibles, avec un degré de précision adapté à l'objectif ; la reconstruction des données complémentaires nécessaires à l'analyse rétrospective des évolutions observées.

Pour chaque jeu de données, les incertitudes sont précisées.

La phase diagnostic peut être réalisée en parallèle pour certaines parties des 4 volets en fonction des liens existants entre chacun d'eux :

- La production des données sur le volet « **Usage** » et une partie du volet « **Hydrologie** » est autonome : les données de prélèvements et d'hydrologie ne dépendent pas l'une de l'autre dans leur collecte ou leur production, elle peut donc être menée en parallèle.
- La reconstitution de l'hydrologie désinfluencée en revanche, lie le volet « **Hydrologie** » et le volet « **Usage** ».
- Le volet « **Milieux** » est également fortement dépendant du volet « **Hydrologie** » notamment pour l'analyse qualité/débit et l'orientation de la production des données complémentaires. Le croisement des données hydrologiques avec les premières analyses des pressions et les enjeux écologiques du territoire permettent, par exemple, de définir des zones potentiellement sensibles et de cibler des sites pouvant accueillir des stations d'estimation/définition des débits biologiques.
- Le volet « **Climat** » est spécifique car il recoupe l'ensemble des volets précédents à partir du/des scénario(s) climatique(s) envisagé(s). Les données climatiques futures sont prise en compte dans chacun des volets « **Hydrologie** », « **Milieux** » et « **Usage** » dans le cadre de l'analyse prospective. Les attendus de l'analyse de l'impact du changement climatique sur chacun des volets « Hydrologie », « Milieux » et « Usage » sont décrits de manière transversale dans chacun des volets thématiques et de façon détaillée dans le volet « Climat ».

3.2. Hydrologie

3.2.1. *Attendus*

L'objectif de l'analyse HMUC est de confronter la ressource disponible aux besoins des milieux aquatiques et des différents usages. Les objectifs de bon état des eaux fixés par la Directive Cadre Européenne concernent les masses d'eau superficielles et souterraines. L'hydrologie des cours d'eau parce qu'elle régit en grande partie la qualité des milieux aquatiques, est particulièrement ciblée. Toutefois le système est à considérer dans sa globalité. Le volet Hydrologie de l'analyse HMUC s'attache donc à décrire l'ensemble du système hydrologique et les interactions existantes entre eaux de surfaces et eaux souterraines en particulier en période de basses eaux.

La connaissance de la ressource disponible est la clé de voûte de la gestion de la ressource en eau. Elle implique la description fine du bassin versant et de son hydrologie superficielle et souterraine au travers de différentes étapes :

- La caractérisation générale de l'hydrologie observée à différentes échelles de temps : annuelle, mensuelle, voire journalière : nature du régime hydrologique, périodes caractéristiques, etc. L'analyse de chroniques de débit les plus longues possible permet d'identifier d'éventuelles « ruptures » de l'hydrologie d'un bassin versant caractérisant une altération du régime naturel.
- L'analyse des variables statistiques décrivant l'hydrologie (module*, QMNA5*, QMN5*, QMN* VCN*...) et leurs évolutions en s'appuyant sur des données observées ou reconstituées.
- La reconstitution des débits naturels désinfluencés de l'ensemble des prélèvements connus et décrits dans le volet usages. A l'instar des débits observés, l'hydrologie désinfluencée est caractérisée à différentes échelles de temps par les variables statistiques de base et tout autre descripteur qui paraît pertinent.
- La description générale du bassin versant et des pressions, même non quantifiables, ayant une influence sur l'hydrologie du bassin : occupation du sol, imperméabilisation, drainage, recalibrage des cours d'eau etc. L'interprétation de l'évolution des observations de l'Observatoire National Des Etiages (ONDE ; <https://onde.eaufrance.fr/>) peut participer à cette description. En effet, dans certains cas, l'augmentation de l'observation des assecs pourrait être corrélée avec des projets de drainage de zones humides et de captation de sources notamment par des projets de développement urbain.

3.2.2. *Mise en œuvre*

3.2.2.1. *Données et modèles hydrologiques*

En premier lieu, il convient de définir l'échelle pertinente d'analyse de l'hydrologie. Les unités de gestion (UG) sont définies selon l'échelle spatiale au niveau de laquelle on souhaite gérer la ressource en eau. En second lieu, on veillera à disposer de données hydrologiques à l'endroit des stations d'estimation des besoins des milieux.

De nombreuses données hydrologiques mesurées sont disponibles sur l'hydroportail (<https://www.hydro.eaufrance.fr/>). Toutefois ces données présentent des hétérogénéités sur la durée des chroniques disponibles et sur leur répartition spatiale. Les données manquantes nécessaires dans le cadre de l'analyse HMUC sont alors reconstituées selon différentes méthodes. Pour les chroniques incomplètes, l'ajustement statistique des données permet de reconstituer les données manquantes. En cas d'absence de données sur le bassin considéré, plusieurs méthodes sont disponibles selon les besoins de l'étude (Lebecherel et al. 2015) :

- Mesures de débits in-situ : elles permettent d'acquérir de la donnée complémentaire mais il faut prendre en compte le caractère ponctuel de ces données dans leur analyse. La période de mesure sera caractérisée précisément à partir de l'observation de données hydrologiques ou météorologiques faites sur des stations proches afin de contextualiser la mesure (année pluvieuse, sèche...). Un guide IRSTEA, pour l'exploitation des jaugeages en hydrologie est disponible sur le site de l'OFB (Sauquet & al. 2016).
- Méthode par interpolation : cette méthode peu précise mais simple et robuste se base sur l'interpolation des débits spécifiques mesurés. Elle peut être suffisante selon le degré de précision recherché (proche de la méthode utilisée par Pégase pour les QMNA5, ou du modèle SIMFEN (Dallery & al. 2020) développé en Bretagne par exemple).
- Modélisation hydrologique de type pluie débit via un modèle conceptuel ou à base physique par exemple. Lorsque des données simulées, modélisées, sont déjà disponibles à l'échelle locale ou nationale, elles doivent être utilisées. On citera notamment la modélisation consensus des débits moyens sur la France (IRSTEA, 2012 ; <https://webgr.irstea.fr/recherche/cartographie-de-debits/>) et la reconstitution des chroniques hydrologiques journalières disponible sur le portail carmen (https://carmen.carmencarto.fr/66/AFB_Reconstitution-chroniques-hydrologiques.map). Si c'est nécessaire pour répondre aux problématiques locales, une modélisation de l'hydrologie de tout ou partie du territoire étudié est réalisée. On citera notamment les modèles airGR disponibles sur le site de l'INRAE (<https://webgr.inrae.fr/logiciels/airgr/>) dont l'utilisation est relativement simple et libre de droit.

La modélisation est un outil puissant de reconstitution des chroniques hydrologiques, mais qui nécessite un travail à haut niveau d'expertise qui peut être long et coûteux. Elle doit répondre à un besoin spécifique et ne doit pas être automatique.

Une vigilance particulière est nécessaire sur les limites et incertitudes du modèle : les modèles sont généralement peu fiables sur les petits bassins versants et moins pertinents sur les périodes sèches où lors desquelles les écoulements sont majoritairement régis par restitution depuis les eaux souterraines. En effet, le calage des modèles hydrologiques doit également prendre en compte le caractère influencé ou non des débits modélisés. En cas de forte influence des eaux souterraines sur les débits des cours d'eau, la modélisation des échanges nappe/rivière à travers un modèle hydrogéologique devient indispensable pour comprendre l'impact des prélèvements souterrains sur les débits.

Les résultats de modélisations locales des débits sont confrontés aux données disponibles et aux modèles existants (INRAE, modélisation Pégase, modèle régional SIMFEN...) et aux mesures ponctuelles quand elles existent afin de vérifier leur pertinence. Les méthodes peuvent également être combinées : utilisation globale de la méthode d'interpolation avec modélisation hydrologique de bassins ciblés.

En cohérence avec les objectifs mensuels de gestion, il est demandé une analyse a minima au pas de temps mensuel. Toutefois, l'examen des débits journaliers annuels secs (VCN) est recommandé afin d'identifier les situations hydrologiques d'intensité sévère qui pourraient survenir à ce pas de temps plus fin.

3.3. Milieux

3.3.1. Attendus

La connaissance des besoins des milieux aquatiques et l'analyse de l'état de ces milieux sont des éléments fondamentaux d'appréciation du bon état des eaux sur le bassin considéré. Le volet Milieux de l'analyse HMUC permet d'évaluer :

- l'état actuel des milieux au travers d'un diagnostic de territoire qui a pour objectif d'analyser les enjeux écologiques présents sur la ou les unité(s) de gestion considérée(s),
- les débits de bon fonctionnement des milieux aquatiques qui se définissent par « la quantité, la saisonnalité et la qualité des débits nécessaires à la durabilité des écosystèmes » à l'échelle d'un bassin versant (déclaration de Brisbane, 2007),
- les conditions de stress ou de survie en cas d'étiages sévères, en lien avec les débits d'alerte ou de crise des arrêtés cadre sécheresse,
- ainsi que l'impact du changement climatique sur les milieux aquatiques.

Le **diagnostic de territoire** sert de base au choix des stations d'estimation des débits biologiques. Il doit être clair, explicite et pédagogique pour partager les enjeux de préservation des milieux auprès des membres de la commission locale de l'eau ou du comité de concertation de l'analyse HMUC. Il comprend, selon les caractéristiques du bassin concerné, la disponibilité des données et les méthodologies applicables :

- une caractérisation des milieux aquatiques présents sur le territoire (nature, surface concernée, vulnérabilité, enjeux...) et de l'évolution observée (sur les dernières décennies) ; tous les milieux aquatiques sont a priori concernés (cours d'eau, plans d'eau, canaux, zones humides, nappes, littoral, etc.),
- un recensement des espèces (faune, flore) et habitats à enjeux actuellement ou historiquement présents dans ces milieux, avec analyse des menaces liées à la ressource en eau, et des conditions nécessaires à la préservation (ou au retour) des espèces/habitats recensés,
- une analyse et une recherche de causalité des dysfonctionnements éventuels de ces milieux qu'ils soient naturels (hydrologie naturellement contraignante) ou anthropiques,
- une analyse des caractéristiques hydromorphologiques et de leur évolution, naturelle ou influencée,
- une analyse des relations débit / qualité pour les cours d'eau : analyse de la physicochimie (y compris thermie) et de l'hydromorphologie (y compris connectivité des milieux « annexes »),
- une analyse hydrogéologique relevant du volet « hydrologie » (cf. paragraphe 3.2) dès lors que le milieu souterrain est concerné : évolution piézométrique interannuelle, interactions nappe-rivière, impact de la piézométrie sur les milieux superficiels,
- la prise en compte de l'état des masses d'eau sur le bassin considéré,
- la prise en compte des réservoirs biologiques identifiés sur le bassin considéré,
- la prise en compte du registre des zones protégées,
- la prise en compte, pour les bassins littoraux, des besoins en eau douce des espèces marines, sans exclure la définition d'objectif de salinité sur des points nodaux pertinents.

De manière courante, le « **débit biologique*** » et le « **débit écologique*** » sont des débits mensuels visant à garantir le bon fonctionnement des milieux aquatiques, dans le cadre d'une démarche intégrée de gestion structurelle et équilibrée de la ressource en eau, à l'échelle d'un bassin versant. Ils sont fonction de plusieurs paramètres :

- valeurs de débit à un instant donné, avec une attention particulière pour les valeurs minimales et maximales,
- fréquences auxquelles certaines valeurs de débits sont observées. Pour les crues et les étiages, on parle de période de retour (annuelle, quinquennale, décennale, centennale),
- durées pendant lesquelles le débit est supérieur ou inférieur à une valeur seuil,

- prévisibilité des événements, régularité avec laquelle certains épisodes hydrologiques reviennent et sur lesquels s'ajustent les stratégies biologiques,
- stabilité, vitesses de changement de débit sur une courte période.

Le **débit biologique*** est entendu comme le débit dans le lit d'un cours d'eau permettant le bon fonctionnement général des communautés vivantes aquatiques situées sur le bassin versant amont. Le **débit écologique*** intègre au débit « biologique » les objectifs supplémentaires de bon état des eaux (physico-chimie...). Ces deux notions se distinguent du **Débit Minimum Biologique***(DMB) défini par l'article L214-18 du Code de l'Environnement, relatif au débit minimum devant être maintenu à l'aval d'un ouvrage en cours d'eau et garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux. La notion de DMB est une valeur instantanée, rattachée à un ouvrage et au tronçon de cours d'eau situé directement en aval. Elle conduit à la définition de débits réservés journaliers à respecter en aval de l'ouvrage.

Les valeurs clés de bon fonctionnement des milieux (vie, reproduction, croissance, déplacement...) peuvent concerner des débits de cours d'eau, des niveaux d'eau dans les marais ou encore des niveaux piézométriques pour certains milieux humides.

L'évaluation des débits biologique ou écologique porte sur l'ensemble du cycle hydrologique (période de basses eaux et hors période de basses eaux), sans négliger les saisons intermédiaires. Leur évaluation sera recherchée dans la limite de leur pertinence et des méthodologies disponibles. Les réponses apportées pourront être plus complexes qu'une simple valeur seuil puisque la définition d'un contexte s'étend à un ensemble de descripteurs tels que des fréquences, durées et plages de débit, des seuils de température de l'eau, etc.

3.3.2. *Mise en œuvre*

État des lieux des milieux aquatiques

Dans le cadre du diagnostic du territoire, les données suivantes pourront utilement être mises à profit pour faciliter l'analyse de sous-unités hydro-écologiquement cohérentes à l'intérieur de chaque unité de gestion :

- Hydro-écorégions niveau 2,
- Morphologie des cours d'eau : données SYRAH (si possible en différenciant les sept compartiments et à l'échelle du tronçon), données locales (REH, recalibrage...), taux d'étagement, taux de fractionnement, profils en long de cours d'eau...,
- Occurrence, abondance d'espèces piscicoles ou autres,
- Indicateurs d'état des populations piscicoles,
- Zones de frayères,

- Cartographie et caractérisation des têtes de BV (rangs 1 et 2 des cours d'eau, éventuellement adaptées dans le Sage),
- Enjeux patrimoniaux : site Natura 2000, espèce bénéficiant d'un Plan National d'Action, Arrêté frayères (Listes 1 et 2), réservoirs biologiques, cours d'eau où il est nécessaire d'assurer la protection complète des poissons migrateurs amphihalins, Arrêté de protection de biotope etc.,
- Données d'état des eaux : Indices biologiques (IPR et métriques sous-jacentes, I2M2...),
- Données de pressions, par masses d'eau, au travers des données de pressions issues de l'Etat des lieux du Sdage. En cas de pression significative, responsable du risque de non atteinte du bon état des eaux, autre que l'hydrologie cibler les éléments dégradants : origine et localisation au sein de l'unité de gestion dans le volet hydrologique (ex : tronçon de cours d'eau impacté par le rejet d'une station de traitement des eaux usées),
- Relation hauteur/débit sur les stations hydrométriques existantes.

Choix des stations :

La principale difficulté pour analyser les besoins des milieux réside dans le changement d'échelle entre les unités de gestion et la station d'estimation des débits biologiques. En effet, les protocoles couramment utilisés, imposent l'observation in situ des conditions d'habitats à l'échelle d'une station, c'est-à-dire d'un tronçon de l'ordre d'une centaine de mètres de cours d'eau. Le choix de la station est donc primordial pour représenter l'ensemble du territoire de l'étude : les stations doivent être, soit représentatives d'une sous-unité cohérente, soit à fort enjeu pour leur sensibilité à la baisse des débits.

Il n'est pas forcément nécessaire ni pertinent d'estimer des débits biologiques partout. On privilégiera les secteurs les plus influencés par les prélèvements, pour bénéficier de la possibilité offerte par les méthodes d'estimation des « débits biologiques » de tester des scénarios alternatifs de prélèvements et d'en mesurer les effets sur les milieux.

Comme les unités de gestion sont souvent vastes et contiennent parfois plusieurs masses d'eau, elles peuvent être très hétérogènes sur le plan de la morphologie des cours d'eau, de la répartition des prélèvements ou encore des enjeux liés à la biodiversité aquatique. Il est préconisé de prioriser et de sélectionner des sous-unités hydro-écologique cohérentes.

A l'intérieur des sous-unités sélectionnées pour l'estimation des débits biologiques, on choisira une ou plusieurs stations d'estimation de débits écologiques. Les différents débits biologiques obtenus constituent autant de seuils intermédiaires visant à proposer, à terme, une gamme de valeurs de DOE à l'aval de l'unité de gestion.

Méthodes de définition des débits biologiques :

La bibliographie distingue 3 grandes familles de méthodes (Lamoureux et al., 2018) *** :

- **Méthode hydrologique** : Définition d'une altération "acceptable", d'un point de vue écologique, par rapport à une situation hydrologique naturelle ou naturalisée, à partir de métriques pertinentes pour décrire les impacts sur les milieux (ex : à partir des débits classés, comparaison avec ou sans prélèvements, du nombre de jours de débits de décolmatage des sédiments fins déposés dans le lit du cours d'eau, du nombre de jours de dépassement de certains débits clés Q80, Q95, débits de crue morphogène de fréquence biennale, etc.).
- **Méthode hydraulique** : Définition d'une relation entre le débit et certains paramètres d'habitat dépendant de l'hydraulique (surface mouillée, surface de radiers, hauteur d'eau, vitesse de courant...), fonction du débit.
- **Méthode d'habitats** : Croisement des caractéristiques hydrauliques des stations d'étude, généralement modélisées en fonction du débit, avec des préférences biologiques vis-à-vis de certains paramètres d'habitat (ex : logiciels (Evha, Estimhab...). La plateforme Habby est dédiée à ce type de méthode (<https://habby.wiki.inrae.fr/>).
- Cas particuliers : en fonction des enjeux présents et des caractéristiques des milieux étudiés, d'autres approches sont possibles au cas par cas (ex : temps de renouvellement de l'eau entre deux ouvrages pour maintien d'une T°C et d'une concentration en O2 acceptables...)

Ces méthodes sont complémentaires et ne s'excluent pas mutuellement. Lorsque les conditions d'application des modèles d'habitats ne sont pas réunies (cours d'eau artificialisés ou chenalisés par exemple), il convient de recourir aux méthodes hydrologique, hydraulique ou autre au cas par cas : « *Débits écologiques : La place des modèles d'habitats dans une démarche intégrée* » (Lamoureux et al., 2018).

Pour les cours d'eau intermittents, les effets des assecs sont susceptibles de dominer les processus de structuration des peuplements aquatiques. Il est nécessaire d'adjoindre une expertise sur l'occurrence, la durée, la sévérité, l'étendue linéaire des assecs et les possibilités d'échappement en période estivale (fractionnement et connectivité amont-aval). Des indicateurs spécifiques peuvent rendre compte de seuils progressifs de criticité des écoulements vis-à-vis des macro-invertébrés par exemple (la mise en assec des mouilles, des abris de survie puis l'arrêt des écoulements dans la zone hyporhéique).

Modulation des débits biologiques :

Les besoins des milieux étant variables au cours de l'année, il est recommandé de moduler les débits biologiques en fonction des saisons. En particulier, les débits biologiques de basses eaux ne suffisent

généralement pas à satisfaire les besoins importants des milieux aquatiques aux saisons intermédiaires (accès aux sites de reproduction, croissance...).

Le cas échéant, ces débits biologiques de printemps ou d'automne donnent lieu à une modulation des débits d'objectifs d'étiage au cours de l'année.

Débits biologiques en hautes et moyennes eaux :

Les courbes de préférence d'habitats utilisées dans les modèles EVHA et Estimhab ont été établies pour chaque espèce à partir de données statistiques établies sur des gammes de bas débits. De ce fait, les résultats issus des modèles d'habitats sont peu pertinents pour les hautes eaux. Les méthodes hydrologiques sont indiquées pour identifier des métriques spécifiques (exemple : occurrence des débits morphogènes, des débits de décolmatage du substrat...). Ces analyses permettent de comparer les effets de différents scénarios de gestion des prélèvements hivernaux sur ces métriques.

Les débits de moyennes eaux revêtent une importance particulière. L'automne correspond généralement à la reprise d'écoulements significatifs après la période de basses eaux et coïncide avec la reproduction des salmonidés. Le printemps est la période la plus sensible de migration, de reproduction et de développement, toutes espèces et écophases aquatiques confondues ; la saison printanière conditionne la résilience des milieux aquatiques durant la période de basses eaux.

Pour les débits de moyennes eaux, les méthodes hydrologique ou hydraulique peuvent être complétées par des expertises de terrain en se focalisant sur des débits seuils de connexion avec les habitats rivulaires (exemples : débit seuil de déconnexion du lit mouillé avec les berges, débits de mise hors d'eau des annexes secondaires...).

Interprétation des résultats de débit biologique en période de basses eaux :

En période de basses eaux, l'évaluation des débits biologiques renseigne sur l'état de stress des milieux aquatiques en conditions d'étiage* naturel ou d'étiage influencé par les prélèvements. Pour pouvoir mener cette analyse, il est indispensable de connaître l'hydrologie influencée et désinfluencée au droit de la station d'estimation des débits biologiques. Plusieurs cas de figure sont possibles :

1^{er} cas : Débit Biologique < Débits influencés < Débits naturels.

Les besoins des milieux aquatiques sont satisfaits, à l'échelle saisonnière, aussi bien en situation naturelle qu'en situation influencée par les prélèvements.

2^e cas : Débits influencés < Débit Biologique < Débits naturels.

Les besoins des milieux aquatiques ne sont pas satisfaits au moins une partie de la saison considérée, du fait des prélèvements d'origine anthropique.

3^e cas : Débits influencés < Débits naturels < Débit Biologique

Les milieux aquatiques souffrent naturellement au moins une partie de la saison considérée. Les prélèvements d'origine anthropique aggravent une situation naturellement contraignante pour les milieux.

4^e cas : les cours d'eau réalimenté : Débit naturel < Débit influencé

Dans le cas d'un cours d'eau réalimenté par soutien d'étiage ou par des rejets industriels ou d'assainissement collectif, il se peut que le débit naturel (excluant les réalimentations) soit inférieur au débit influencé (incluant les réalimentations). Il convient dans ce cas précis d'analyser la qualité et la pérennité de ces rejets au regard des besoins des milieux et d'évaluer un débit écologique prenant en compte les objectifs de bon état physico-chimique des cours d'eau.

Comme pour le volet « Hydrologie », l'analyse des débits biologiques est demandée a minima au pas de temps mensuel.

Débits de survie :

L'estimation de débits de survie ou débits critiques est une démarche complémentaire à celle de l'estimation des débits écologiques visant davantage le bon fonctionnement des milieux aquatiques. Les débits de survie assurent le maintien de fonctions vitales minimales pour une espèce et un stade de développement donnés, sans garantir les besoins nécessaires à l'accomplissement de l'ensemble du cycle biologique de cette espèce (reproduction, croissance, migration...). Les débits de survie sont le plus souvent des débits journaliers ou de courte durée ayant vocation à contribuer à définir des seuils de crise dans les arrêtés cadre sécheresse. Si les méthodes d'estimation de débits écologiques peuvent fournir des éléments utiles pour l'estimation de ces débits critiques, elles doivent s'accompagner d'investigations de terrain complémentaires (ex : limite de franchissabilité des radiers, perte de rhéophilie, déconnexion des annexes hydrauliques, tirant d'eau inférieur aux capacités de nage des poissons...).

3.3.3. Impact du changement climatique sur les milieux

L'augmentation de la température de l'air est susceptible de provoquer un réchauffement de l'eau directement responsable d'une baisse de la teneur en oxygène dissous dans l'eau. Ces altérations de qualité de l'eau induites par l'augmentation des températures sont aussi des éléments à prendre en compte en termes d'évolution des exigences biologiques (baisse des teneurs en oxygène dissous, eutrophisation...). La menace sur les milieux

s'exerce par effet cumulatif de différents facteurs. Plus le débit d'étiage sera faible, plus le lit mineur du cours d'eau sera soumis à l'ensoleillement, plus l'eau sera chargée en nutriments et plus la teneur en oxygène dissous sera faible.

La répartition des espèces peut se trouver modifiée par ces altérations avec un glissement typologique de l'aval vers l'amont des espèces thermosensibles. Les zones les plus fraîches de têtes de bassin seront privilégiées par les salmonidés, à condition que les débits soient suffisants pour y accéder, tandis qu'à l'inverse, les eaux réchauffées bénéficieront d'un élargissement aux organismes thermotolérants comme les cyprinidés.

Ces considérations sont importantes pour alimenter la réflexion sur la sensibilité des écosystèmes aquatiques au changement climatique. Elles n'influencent pas directement les valeurs de débits biologiques qui traduisent un niveau d'exigence en matière d'habitats physiques mais peuvent influencer les valeurs de débits « écologiques » visant à l'atteinte du bon état des eaux.

3.4. Usage

3.4.1. *Attendus*

La connaissance des usages ainsi que leur évolution constatée et prévisible, sur le territoire de l'analyse HMUC, est nécessaire pour confronter les besoins (qu'il s'agisse de prélèvements ou d'autres formes de pressions) aux ressources et aux besoins des milieux. C'est le point clé pour l'atteinte des objectifs de bon état des eaux. La caractérisation des usages, actuels et futurs, liés à l'eau nécessite 3 étapes :

Analyser le niveau de pression des prélèvements sur la ressource actuellement disponible pour désinfluencer l'hydrologie des prélèvements connus pour reconstruire l'hydrologie naturelle à partir de l'hydrologie influencée et des prélèvements connus (volet Hydrologie).

- Connaître la dépendance à l'eau de tous les usages existants (y compris les usages non consommateurs d'eau),
- Identifier des potentialités d'économie d'eau pour chaque usage et les besoins indispensables à la sécurité sanitaire et civile.

Le volet usage doit être adapté aux ambitions de l'analyse HMUC, aux problématiques locales et aux souhaits d'adaptation du cadre imposé par le Sdage. Par exemple : en vue de l'adaptation de débits de gestion de crise, les besoins sanitaires des populations et les besoins liés à la sécurité civile sont caractérisés. Sur les territoires où la mobilisation de la ressource hivernale est un enjeu, c'est l'impact quantitatif et qualitatif cumulé des ouvrages de retenue d'eau existants et projetés qui est caractérisé.

3.4.2. *Mise en œuvre*

3.4.2.1. *Description des usages*

La description de chaque usage doit être la plus exhaustive possible : nature (prélèvement et/ou rejet), finalité, localisation, volumes annuels et mensuels, répartition spatiale et temporelle des prélèvements, débits de prélèvement, débit minimum de fonctionnement, ressource concernée etc. Une attention particulière sera portée à l'identification des ressources souterraines mobilisées et aux interactions entre celles-ci et les écoulements superficiels. L'ensemble des usages dépendant de l'eau sont concernés qu'ils soient directs, diffus, consommateur d'eau ou non. Ce qui comprend notamment :

- Les usages avec un prélèvement ou un rejet : AEP, industrie, irrigation, épuration des rejets urbains..., dont certains ne sont pas réglementés comme l'abreuvement, les usages domestiques...

- Les usages sans prélèvements mais liés à l'hydrologie : pêche, navigation (hors prélèvement pour alimentation des canaux), usages récréatifs, épuration des rejets urbains...
- L'interception des flux par les plans d'eau avec ou sans usage.

Pour chaque usage, sa description comprend un volet prospectif intégrant ses évolutions constatées et prévisibles, sa dépendance à l'eau tant en quantité qu'en qualité et son potentiel d'économie d'eau.

3.4.2.2. *Données manquantes et mensualisation des prélèvements*

Les enjeux de la gestion de la ressource en eau sont variables selon les saisons, l'analyse est donc menée à une échelle infra-annuelle.

Les données de la Banque Nationale des Prélèvements en Eau (BNPE ; <https://bnpe.eaufrance.fr/>) constituent la source de données principale pour les usages préleveurs d'eau. Cependant, celle-ci ne remonte pas au-delà de l'année 2008 et n'intègre pas les usages non consommateurs, les prélèvements non soumis à la redevance des agences de l'eau et sont disponibles uniquement au pas de temps annuel. Or la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée et la caractérisation de l'impact des prélèvements sur l'hydrologie et les milieux nécessite la **mensualisation des données** de tous les prélèvements qu'ils soient réglementés ou non. D'autres sources de données peuvent venir compléter la BNPE, telles que les bases de données des directions départementales des territoires (DDT), des chambres d'agriculture, des services de distribution d'eau potable, mais également le portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines (ades ; <https://ades.eaufrance.fr/>) ou le portail InfoTerre du Brgm (<http://infoterre.brgm.fr/>).

La répartition mensuelle des prélèvements par usage, l'évaluation de certains volumes de prélèvements non soumis aux redevances, la part du prélèvement réellement consommée sur le cours d'eau à l'étiage selon le type de prélèvement, de ressource prélevée et d'usage en question sont à analyser. Ce travail réalisé dans le cadre de l'état des lieux du bassin, est disponible et constitue une première approche pour le territoire. Par exemple, un travail d'évaluation des volumes liés à l'abreuvement du bétail et de leur répartition mensuelle simplifiée a été réalisé à l'échelle du bassin dans le cadre de l'état des lieux. L'ensemble des méthodes et hypothèses sont décrites dans les fiches méthodologiques de l'état des lieux 2019 disponibles sur le site Sdage et Sage de l'agence de l'eau (<https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home.html>). Les travaux réalisés dans le cadre des Sage peuvent apporter des données locales à prendre en compte.

Dans le cadre de l'analyse HMUC, les hypothèses retenues ont vocation à être affinées sur les territoires par l'analyse de données complémentaires locales et de la connaissance du territoire par les différents acteurs. Par exemple, les prélèvements pour l'eau potable répartis uniformément sur 12 mois dans le cadre de l'état des lieux bassin seront réaffectés, dans les secteurs de fort afflux touristique, sur la base des données des producteurs d'eau. L'ensemble des hypothèses retenues doit être explicité dans un document synthétique et clair.

La collecte des données et des connaissances locales est un travail chronophage qui nécessite un investissement important du porteur de projet et de l'ensemble des acteurs de l'eau. Pour faciliter l'implication locale, ce travail peut être réalisé par le maître d'ouvrage de l'étude. Toutefois avant de rechercher les données locales il est nécessaire de bien analyser, en fonction des objectifs territorialisés définis en amont de l'étude, les besoins réels de précision par rapport aux données de la BNPE, compte-tenu des incertitudes globales. Par exemple, quel est le niveau de précision nécessaire à l'évaluation de la pression hydrologique compte-tenu des incertitudes de la modélisation hydrologique décrites au paragraphe 3.2.2.1, quel gain de précision sera apporté par un approfondissement des hypothèses ? Ainsi la recherche de précision peut être ciblée sur les secteurs où des analyses complémentaires sont menées (par exemple, la définition des débits biologiques dans le volet milieux) et sur des secteurs où des problématiques de gestion sont déjà clairement identifiées.

3.4.2.3. *Cas spécifique de la pression par interception de flux par les plans d'eau*

La présence de nombreux plans d'eau sur les bassins versants, associés à certains usages, est susceptible de générer un impact cumulé significatif sur les masses d'eau cours d'eau. Les effets se cumulent sur la qualité des eaux et des milieux (impacts thermiques, physico-chimiques, biologiques, morphologiques...) et sur la quantité (impacts sur les débits des cours d'eau, en particulier à l'étiage). Ces impacts sont variables selon les usages, la nature et les modalités de gestion des plans d'eau.

Les **plans d'eau dits « déconnectés »** du cours d'eau désignent soit des retenues étanches remplies par pompage en cours d'eau ou en nappe, soit des retenues collinaires interceptant les ruissellements générés par les précipitations sur leur bassin versant d'alimentation. Le mode d'alimentation de ces retenues « déconnectées » permet une meilleure maîtrise de leur remplissage hors période de basses eaux. Les dispositifs de contournement des retenues collinaires doivent être mis en œuvre pour éviter de capter les ruissellements en période de basses eaux et réserver ces flux au soutien des débits d'étiage des cours d'eau.

Quels que soient leur type ou leur usage, l'ensemble des surfaces de plans d'eau est soumis à l'évaporation estivale, engendrant une perte variable du volume stocké.

Les prélèvements effectués depuis ces retenues soustraient une part du volume stocké. L'interception des flux concerne donc toutes les surfaces en eau et s'exerce principalement en période estivale durant laquelle les prélèvements ou l'évaporation sont significatifs.

A l'échelle d'un bassin versant, l'estimation de l'impact quantitatif cumulé des plans d'eau requiert de recourir à des hypothèses puisqu'il est entendu que la diversité des plans d'eau ne permet pas une approche précise de leur impact au cas par cas. Par exemple : un plan d'eau correctement géré (règle du débit réservé) assure le transfert du débit amont vers l'aval et n'impacte pas le débit du cours d'eau. A contrario, un plan d'eau évaporant un flux supérieur au débit entrant se vide et entraîne une rupture des écoulements. Entre ces deux

cas de figures, il existe une large gamme de situations. Si l'enjeu local le justifie, un recensement des plans d'eau existants doit être réalisé pour affiner les hypothèses retenues.

Estimation de l'impact des prélèvements :

Les prélèvements en plans d'eau sont généralement connus puisqu'ils donnent lieu à des déclarations et au paiement de redevances. Sur les plans d'eau connectés, le re-remplissage (après utilisation du volume stocké en période hivernale) est imputé à la période de basses eaux. Dans le cas de grands barrages, une analyse des périodes de stockage/déstockage peut permettre d'affiner les hypothèses. Sur les plans d'eau déconnectés, les volumes de remplissage sont imputés à la période hors basses eaux. Si le volume prélevé dépasse la capacité de l'ouvrage, le plan d'eau est réputé « connecté » puisqu'interceptant le ruissellement ; le volume « sur-capacitaire » est alors assimilé à un prélèvement en période d'étiage.

Estimation de l'impact de l'évaporation :

VOLUME EVAPORE : L'estimation de l'évaporation des surfaces en eau est réalisée à partir des données d'EvapoTranspiration Potentielle (ETP) complètes, calculées à la station météorologique la plus proche (<https://donneespubliques.meteofrance.fr/>). La mesure même de l'évaporation d'un plan d'eau dépend de nombreux facteurs (vent, surface ombragée...), ces éléments extrêmement variables ne peuvent être pris en compte individuellement. Les facteurs de surestimation et de sous-estimation de l'évaporation peuvent être liés à la gestion du plan d'eau ou à la valeur même de l'évaporation. Sur cette base, la pression théorique d'interception directe des flux par les plans d'eau qui compense cette évaporation est estimée avec une marge d'incertitude à préciser, des seuils hauts et bas peuvent être proposés pour cette pression.

ZOOM SUR LA PRISE EN COMPTE DE L'EVAPOTRANSPIRATION GENEREE PAR UN COUVERT VEGETAL : La question de la prise en compte de l'évapotranspiration générée par un couvert végétal d'une surface équivalente au plan d'eau est régulièrement soulevée. En l'absence de précipitation, les plantes évapotranspirent l'eau qu'elles puissent via leur système racinaire dans la réserve utile du sol. La réserve utile du sol se constitue en période de hautes eaux par infiltration des précipitations dans le sol ou par débordement du cours d'eau. En période de basses eaux et à l'exception de cas particuliers de systèmes humides en échange permanent avec le cours d'eau, le cours d'eau n'alimente pas la réserve utile des sols. Lorsque cette réserve ne permet plus de répondre à leurs besoins en eau, les plantes se trouvent en situation de stress hydrique et réduisent mécaniquement leurs processus d'évapotranspiration. A l'opposé, un plan d'eau en barrage intercepte l'ensemble du débit du cours d'eau, lequel est soumis à réchauffement puis évaporation. La prise en compte de la sur-évaporation (différence entre l'évaporation du plan d'eau et l'évapotranspiration d'un couvert végétal de surface équivalente) tend donc à minimiser l'impact des plans d'eau sur les débits, en particulier

pour les plans d'eau connectés En dehors de cas particuliers à justifier, le recours à cette méthode de calcul par « sur-évaporation » est proscrit.

TEMPORALITE : L'impact réel sur le milieu se produit, non pas au moment où l'eau est évaporée mais au moment du re-remplissage du plan d'eau. L'effet sur les milieux est donc parfois différé dans le temps par rapport à la période chaude.

Pour les retenues « connectées » ; le re-remplissage s'effectue en période de basses eaux. Au cœur de l'étiage, dans la mesure où les débits dans les cours d'eau sont très bas, il peut arriver que les apports naturels soient insuffisamment importants pour remplir les retenues et que l'interception réelle des flux se décale vers l'automne, au moment de la reprise des écoulements. La méthodologie de prise en compte de ces retards à l'écoulement généré par les plans d'eau sur les débits des cours d'eau mérite d'être être explicitée.

Pour les retenues réellement « déconnectées » en période de basses eaux, le re-remplissage s'effectue hors de la période de basses eaux.

3.4.2.4. *Dépendance à l'eau et potentialités d'économies d'eau*

Pour chacun des usages, sa dépendance à l'eau est précisée : quels usages ou activités peuvent être directement impactés, voire compromis par une indisponibilité ou une réduction d'approvisionnement en eau ? La dépendance à l'eau des usages ne concerne pas uniquement les usages préleveurs d'eau et ne dépend pas uniquement de la quantité d'eau. Par exemple, le refroidissement des centrales électriques est dépendant de la température de l'eau, les activités récréatives peuvent être impactées par la qualité de l'eau, etc. Des indicateurs spécifiques peuvent être définis par usage pour caractériser leur sensibilité, tels que les indicateurs liés aux besoins d'irrigation (nombre de jours sans pluie, réserve utile du sol...). Connaître la sensibilité d'un usage permet de caractériser sa vulnérabilité au changement climatique qui sera reprise dans le volet climat.

Les potentialités d'économies d'eau sont évaluées et quantifiées. Cette évaluation se base sur les objectifs du Sdage, comme par exemple les objectifs de rendement des réseaux d'alimentation en eau potable et/ou sur les dernières connaissances disponibles et les retours d'expériences existants dans les domaines concernés notamment l'agriculture et l'industrie. Une première approche des coûts par rapport aux bénéfices attendus doit être envisagée afin d'éliminer les solutions aux coûts disproportionnés. Cette évaluation sera reprise de façon plus poussée dans l'étude socio-économique réalisée dans le cadre des PTGE.

3.4.3. *Prospective et impact du changement climatique sur les usages*

Le volet prospectif décrit l'évolution prévisible des différents usages : évolution "tendancielle" ou selon différentes options envisagées. Que les usages soient consommateurs d'eau ou non, leur évolution dépend, entre autres, de facteurs socio-économiques qui sont analysés à la lumière des études et documents prospectif locaux disponibles au moment de l'analyse, notamment les analyses prospectives présentées dans les ScoT,

SDAEP ou SRADDET. Par ailleurs, les possibilités et méthodes d'économie d'eau pour les différents usages (sans exclure les économies sur les usages reconnus comme prioritaires) constituent un facteur prospectif déterminant de l'évolution des besoins en eau.

L'impact du changement climatique sur les mouvements de population peut être abordé via les projections de population 2013-2050 de l'INSEE qui proposent différents scénarios d'évolution démographique (<https://recherche-naf.insee.fr/fr/information/2546485#titre-bloc-11>) qui se reporteront sur les besoins en eau. Un panorama des futurs besoins en eau, quantitatifs et qualitatifs, est dressé pour chaque usage.

3.5. Climat

3.5.1. *Attendus*

Le changement climatique impacte directement l'hydrologie (par exemple, baisse des débits), les usages (par exemple, augmentation des besoins d'irrigation) et les milieux (par exemple, l'augmentation des températures). Par ailleurs, le jeu des interactions entre ces trois volets entraîne en retour des impacts indirects sur les milieux et les usages liés à l'évolution de l'hydrologie. La construction de règles de gestion durable de l'eau, nécessite donc une vision prospective du territoire d'étude. Cette vision se construit notamment au travers du volet Climat de l'analyse HMUC qui comprend 3 phases :

- Description du **climat passé**, observé sur le territoire et ses évolutions,
- Description des **projections climatiques** sur le territoire,
- Introduction du **climat futur dans l'analyse prospective** du volet « Hydrologie » par une projection hydroclimatique.

Caractérisation de la **vulnérabilité du territoire** au changement climatique pour éclairer les choix stratégiques développés en fin d'étude. En s'appuyant sur les travaux réalisés dans le cadre du Plan de Bassin d'Adaptation au Changement Climatique (PBACC) du bassin Loire Bretagne, il est possible de décrire la vulnérabilité au changement climatique du territoire. « La démarche consiste à répondre à la question suivante : À quelle situation devrions-nous faire face pour chacune de ces sensibilités, si nous subissions déjà aujourd'hui le climat potentiel de demain ? » ([PBACC Loire Bretagne](#)). Nos usages actuels sont-ils soutenables dans le futur ?

La **vulnérabilité** au changement climatique du territoire est définie par le croisement l'**exposition** du territoire, qui correspond aux variations climatiques attendues issues de modélisations climatiques et leur impact sur l'hydrologie, et la **sensibilité** des milieux et des usages qui correspond à leur besoins en eau respectifs en situation actuelle. La vulnérabilité du territoire au changement climatique décrit les risques de non satisfaction des besoins actuels des milieux et des usages exposés au climat futur. Elle peut être évaluée pour différents indicateurs liés aux usages et aux besoins de milieux. Le choix des indicateurs à retenir dépend des

problématiques locales et des solutions de gestion de l'eau envisagée. Par exemple : sur un territoire en forte augmentation démographique, la vulnérabilité au changement climatique de la ressource disponible pour l'alimentation en eau potable peut-être déterminante. L'analyse prospective des besoins des milieux et des usages et de leur dépendance à l'eau permet de compléter l'analyse de leur vulnérabilité au changement climatique en rapprochant climat futur et besoins futurs.

Comme pour l'ensemble de l'étude, le volet climatique est à dimensionner en fonction des objectifs de l'analyse HMUC et des problématiques locales.

3.5.2. Mise en œuvre

3.5.2.1. Description du climat passé

L'analyse du climat passé doit être réalisée à partir des données nationales disponibles sur le portail de Météo-France (données de la [publithèque Météo-France](#)), ainsi que des données locales si elles existent. Les chroniques de données considérées sont les plus longues possible et d'au moins 30 ans.

Différents types de données peuvent être considérés :

- les données à la station de référence Météo-France disponible sur le territoire d'étude, si elle est en fonctionnement depuis suffisamment de temps,
- la réanalyse météorologique des données de modélisation existantes (modèle d'analyse météorologique [SAFRAN du Centre National de Recherches Météorologiques](#)) qui combine les observations faites à la station avec les résultats d'une modélisation atmosphérique et permet d'obtenir des données sur l'ensemble des variables climatiques, sur une grille régulière de 64km² et sur une profondeur temporelle compatible avec le calcul de tendances.

L'analyse du climat passé doit être réalisée à partir des données nationales disponibles (données Météo-France). En l'absence de station météo de référence sur le territoire d'étude, l'analyse des données de modélisation existantes (modèle d'analyse météorologique [SAFRAN](#) du Centre National de Recherches Météorologiques) permet de compléter le jeu de données disponibles. Les données enregistrées localement peuvent également être utilisées, leur cohérence avec les données Météo-France (observées ou modélisées) doit être vérifiée.

L'analyse s'intéresse nécessairement aux variables climatiques de base qui sous-tendent l'hydrologie d'un territoire : température de l'air, précipitation en cumul et en intensité, évapotranspiration potentielle... ainsi qu'à des indicateurs connus du changement climatique (nombre de jours estivaux, nombre de jours de gel...). Ces paramètres et leur évolution dans le temps sont décrits en moyenne annuelles, saisonnières et mensuelles, voire à un pas de temps plus fin selon les besoins et la disponibilité des données. L'échelle de temps doit être adaptée à la gestion de l'eau : par exemple une analyse de l'évolution de la pluviométrie annuelle pourrait ne

pas refléter des problématiques de gestion fortes (étiages plus marqués, saisonnalité des pluies etc.). L'analyse peut être complétée par des indicateurs agro-climatiques impactant plus spécifiquement les usages : périodes de gel, nombre de jours échaudant, nombre de jours sans précipitation, date de reprise de la végétation (calculée à partir des variables atmosphériques), etc.

3.5.2.2. *Choisir les projections climatiques sur le territoire*

La description prospective du territoire doit prendre en compte le changement climatique. La description du climat futur est nécessaire pour évaluer son impact sur les différents volets de l'analyse HMUC. Toutefois, le climat futur va varier selon le scénario d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES) envisagé. Les RCP (*Representative Concentration Pathways*) représentent différents scénarios d'évolution des GES. Du plus pessimiste au plus optimiste, les RCP 8.5, RCP 6.0, RCP 4.5 et RCP 2.6 sont les différents scénarios de référence utilisés dans le cadre des travaux du GIEC ([Chiffres clés du climat – France, Europe et Monde](#), SDES 2021).

Dans le cadre de l'analyse HMUC, le choix du scénario futur envisagé répond à un choix stratégique local : présentation d'un futur plutôt optimiste (RCP 2.6), moyen (RCP 4.5 et 6.0) ou pessimiste (RCP 8.5) ? Ce choix dépend également de l'horizon auquel on travaille : plus on ira loin dans le temps, plus il est important de considérer plusieurs scénarios d'émissions de gaz à effet de serre comme le montre la figure suivante.

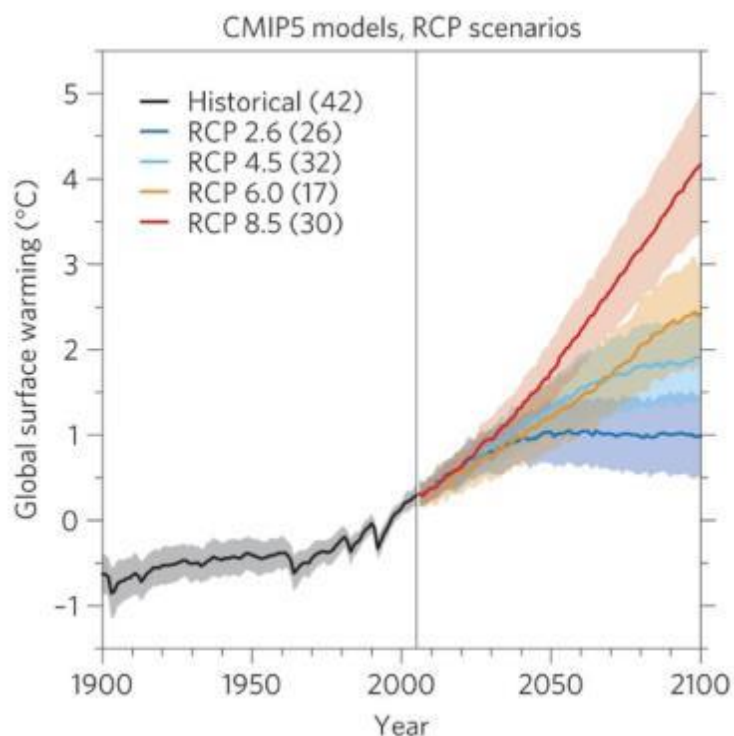


Figure 3: Scénarios d'évolution de la température moyenne globale basés sur les 4 trajectoires de concentration en gaz à effet de serre (RCP). La référence zéro est la moyenne sur la fin du 20^e siècle (1986-2005)

[\(https://www.encyclopédie-environnement.org/clima/\)](https://www.encyclopédie-environnement.org/clima/)

Pour un même modèle, l'écart de température simulé selon les RCP 2.6 et 8.5 est d'environ 0,5°C en 2040 et de l'ordre de 1,7°C en 2070. Il est recommandé de retenir a minima un scénario moyen, mais plusieurs scénarios peuvent être utilisés et comparés.

A l'échelle d'un territoire, les projections climatiques ne peuvent pas correspondre à la seule prolongation temporelle d'une tendance passée observée. Les projections climatiques régionalisées futures sont issues d'une chaîne de modèles climatiques en trois maillons :

- le modèle global qui représente la totalité de la Terre sur des mailles régulières d'environ 10 000 km²,
- le modèle régional qui représente une grande région climatique sur des mailles d'environ 250 km²,
- une méthode de descente d'échelle qui produit des résultats sur les mailles équivalentes à celles de la réanalyse SAFRAN (~64 km²).

Le choix des modèles globaux et régionaux est large et la combinaison des deux l'est encore d'avantage d'autant que chacun présente des biais spécifiques impactant la température ou les précipitations simulées. Le portail DRIAS propose une [aide à la sélection des modèles](#). Par exemple le graphique ci-dessous illustre, pour la saison

estivale et selon le scénario RCP4.5, la dispersion des simulations selon les évolutions prévues de précipitations et de températures. Le symbole utilisé est représentatif du modèle climatique global et la couleur est fonction du modèle climatique régional mis en œuvre.

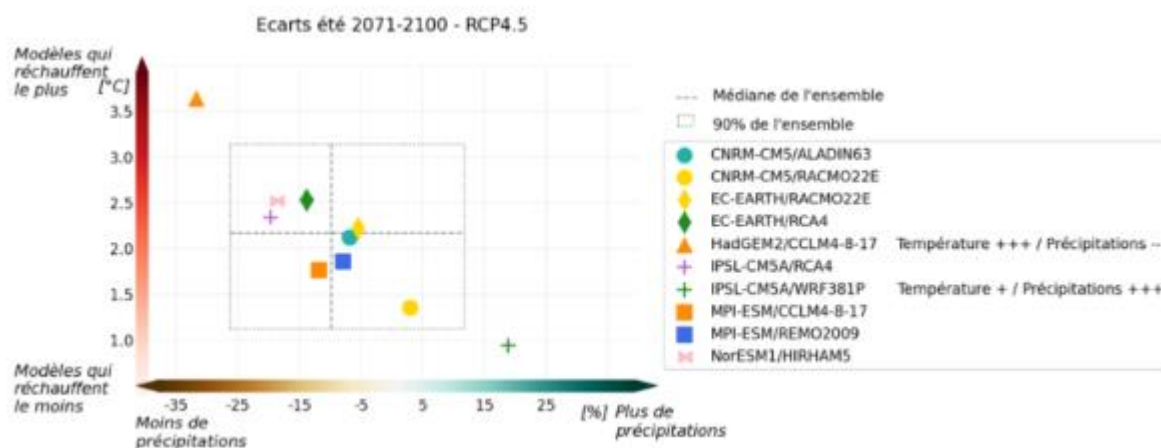


Figure 4 : Dispersion des simulations individuelles de l'ensemble DRIAS-2020 selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et températures (ordonnées) pour les saisons estivales à l'horizon fin de siècle selon le scénario RCP8.5 (Aide à la sélection des modèles, Portail DRIAS)

Le ou les modèle(s) retenu(s) dans le cadre de l'analyse HMUC doivent être mis en perspective avec les autres modèles disponibles. Afin de pouvoir expliquer les incertitudes des variables modélisées, il est essentiel d'analyser les simulations d'au minimum 3 modèles différents. Le choix du couple des modèles climatiques / scénarios d'émission de GES est significatif du futur climatique proposé, et doit être expliqué et discuté par les différents acteurs. Les incertitudes générées par ces choix et leur impact sur chacun des volets thématiques de l'analyse HMUC doivent être comprises et partagées.

Les variables climatiques simulées sur le territoire (Tp°, ETP, intensité des pluies, pluie efficace...) sont disponibles sur le [portail national DRIAS](#). Les écarts entre futur et passé d'une projection sont analysés. Il est ensuite possible d'évaluer les conséquences du changement climatique en reportant l'écart obtenu sur la normale des variables climatiques actuelles car les simulations ne sont pas capables de reproduire les dynamiques interannuelles. Les résultats issus des simulations disponibles sur le portail DRIAS peuvent être confrontés aux modèles locaux existants, toutefois il est recommandé de ne pas utiliser de maille de modélisation inférieure à 64km² car l'augmentation de résolution des modèles augmente fortement les incertitudes.

3.5.2.3. *Sensibilité de l'hydrologie, des usages et des milieux au changement*

Sensibilité de l'hydrologie au changement climatique :

L'**hydrologie** naturelle (c.à.d. sans influence des prélèvements anthropiques) sera directement impactée par l'évolution des variables climatiques futures (pluviométrie, ETP...). La projection de l'hydrologie future est construite à partir d'une **chaîne de modélisation** croisant modélisation climatique et modélisation hydrologique : modèle climatique global, modèle climatique régional, modèle de correction de biais puis modèle hydrologique, qui conduit au foisonnement des projections de débit en bout de chaîne. Le projet [Explore 2070](#) (2010-2012) porté par le Ministère de l'Écologie et le projet [Explore 2](#) porté par INRAE et l'Office International de l'eau (OiEau) font référence pour l'évaluation de l'impact du changement climatique sur l'hydrologie. Les résultats d'Explore2 sont prévus en 2024 et seront disponibles sur le portail DRIAS de Météo-France. L'analyse HMUC se base sur les résultats de ces projets sur le territoire d'étude afin de préciser les tendances d'évolution de son hydrologie. En complément, d'autres projets d'études existants peuvent également être pris en compte.

L'analyse des résultats des modélisations existantes à l'échelle nationale est généralement suffisante pour répondre aux questionnements de l'analyse HMUC dans ses gammes d'incertitudes. Une modélisation hydroclimatique plus locale peut toutefois permettre de modéliser l'évolution des variables hydrologiques de références (module, QMNA, QMN, niveaux piézométriques, etc.) sous influence du changement climatique pour répondre à des problématiques spécifiques. Elle s'appuie sur les données climatiques définies au paragraphe précédent et sur un modèle hydrologique local (cf. paragraphe 3.2.2). Cette modélisation reste néanmoins soumise aux incertitudes inhérentes à la chaîne des modélisations climatique et hydrologiques : les données simulées comportent de nombreux biais et incertitudes. Les résultats doivent être considérés avec précaution et critiqués par rapport aux données disponibles (même ancienne : Explore2070). Il peut être pertinent et acceptable de retenir des tendances non chiffrées ou de dégager une gamme d'évolution possible des débits sous l'impact du changement climatique. La communication des résultats (et de leurs incertitudes) doit être particulièrement pédagogique.

Sensibilité des usages au changement climatique :

L'impact du changement climatique sur les **usages** est lié à leur dépendance à l'eau sur l'aspect quantitatif et qualitatif. L'évaluation de la dépendance à l'eau des différents usages est donc un point clé pour déterminer l'impact du changement climatique sur ceux-ci. Les besoins en eaux peuvent être fortement impactés par l'augmentation de la température de l'air. Par exemple, l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle impacte les besoins en eau des plantes qui augmentent et, à culture équivalente, augmentent les besoins en irrigation. De même, en période chaude, correspondant aux périodes de basses eaux, l'augmentation de l'évaporation directe des surfaces en eaux qui, contrairement à la végétation, n'est pas limitée par la

disponibilité en eau, augmente la pression de l'interception des flux par les plans d'eau. Hors prélèvements, l'élévation de la température de l'eau peut également impacter certains usages dépendant de la qualité de l'eau et qu'il convient d'identifier (centrales nucléaires, production d'eau potable, capacité d'épuration...).

Au-delà des impacts directs du changement climatique, l'évolution des besoins de prélèvements en eau dépend, entre autres, de facteurs socio-économiques analysés à la lumière des études et documents prospectifs locaux dans le volet Usage.

Sensibilité des milieux au changement climatique :

L'impact du changement climatique sur les **milieux** est fortement lié à l'évolution de l'hydrologie aux différentes périodes de l'année.

Les milieux aquatiques peuvent également être fortement affectés par une augmentation de la température de l'eau, corrélée à l'augmentation des températures de l'air et à la quantité d'oxygène présent dans l'eau. La sensibilité des espèces aquatiques à ces variations est à mettre en relation avec le changement climatique.

On cherchera alors à évaluer la sensibilité des espèces locales à ces variations pour en déduire la vulnérabilité du territoire au changement climatique.

4. Phase d'analyse : quatre volets à rapprocher

4.1. Principe général de la phase d'analyse

Le croisement des 4 volets H, M, U et C permet d'aboutir à un état des lieux du territoire vis-à-vis des objectifs de bon état écologique. C'est par la combinaison des différents volets qu'on approche une analyse globale qui permet d'évaluer la résilience du milieu et sa capacité à fournir de l'eau pour satisfaire les usages anthropiques :

- L'analyse des besoins des milieux est rapprochée de l'analyse des régimes hydrologiques observés et "désinfluencés" de l'effet des actions anthropiques contemporaines. Elle prend en compte la variabilité des régimes hydrologiques et la nécessité de maintenir cette variabilité. La vulnérabilité des communautés aquatiques est analysée sur l'ensemble du cycle hydrologique sans négliger les périodes intermédiaires, de printemps et d'automne, qui correspondent à des périodes sensibles de migration de reproduction et de développement des espèces et écophases aquatiques.
- L'analyse des besoins des différents usages anthropiques de l'eau, leur évolution "tendancielle" prévisible, et leurs possibilités d'évolution est croisée à celle des régimes hydrologiques et des besoins des milieux.
- L'analyse de l'impact du changement climatique sur l'hydrologie et les conséquences qui en découlent sur les milieux et les usages selon leur sensibilité.

Cette analyse globale apporte les éléments techniques nécessaires à la définition locale des objectifs de gestion de l'eau qui permettent l'adaptation du cadre fixé par le Sdage. La modification de ces objectifs par un Sage ne se conçoit que pour un point nodal dont la zone d'influence est intégralement incluse dans le périmètre de ce Sage.

Sans méconnaître les incertitudes qui règnent dans le domaine des projections climatiques et hydroclimatiques, et qui devront être explicitées, cette analyse croisée et les objectifs de gestion proposés ne doivent être proposés aux décideurs qu'assortis des indications disponibles sur les conséquences du changement climatique sur l'ensemble des volets. Toutefois la vision prospective ne doit pas se limiter aux effets du changement climatique mais doit intégrer l'évolution prévue et prévisible des usages, y compris les améliorations de court terme (amélioration qualitative des rejets...), et de moyen terme qui peuvent être planifiées pour les milieux (restauration morphologique, amélioration de la continuité écologique, etc.).

4.2. Adapter les objectifs de gestion de la ressource en eau et le cadre fixé par le Sdage

4.2.1. Objectifs aux points nodaux

Les objectifs de gestion aux points nodaux sont décrits dans la disposition 7A-1 du Sdage et inscrits dans le tableau des objectifs de quantité aux points nodaux (Sdage 2022-2027, Tome 1, chapitre 7).

Le **Débit Objectif d'Étiage* (DOE)** défini à un point nodal est la valeur de débit permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux. Dans le bassin Loire-Bretagne, le choix a été fait dès le premier Sdage de concevoir cet objectif à l'échelle d'une moyenne mensuelle. Ce choix, qui peut être vu comme un élément de description du régime d'étiage, a été fait simultanément à celui de définir des Débits de CRise (DCR) et des Débits Seuls d'Alerte (DSA), de portée et de concept différents, et s'appliquant à une valeur de débit journalier. L'**ANNEXE** du présent guide précise ces éléments.

La valeur de DOE définie à chaque point nodal dans le Sdage prend son sens par référence à la valeur du débit moyen mensuel minimum de fréquence quinquennale sèche (QMNA5), dont la période de retour est par définition proche de l'objectif de satisfaction des équilibres besoins-ressources, c.à.d. en moyenne 8 années sur 10. Dans le Sdage, en l'absence de données sur l'hydrologie désinfluencée, la valeur de DOE inscrite dans le tableau des objectifs de quantité aux points nodaux se base par défaut sur le QMNA5 observé. La période de calcul du QMNA5 est explicitée pour chaque point nodal et tient compte de la disponibilité des données et des discontinuités éventuelles de régime. Les valeurs de QMNA5 prises pour référence sont influencées par les différents usages de l'eau, et peuvent donc différer sensiblement des valeurs naturelles.

Le **Débit Seuil d'Alerte (DSA)** et le **Débit de Crise (DCR)**, sont en revanche des seuils utilisés pour la gestion de crise. Exprimés en débits moyens journaliers, ce sont des seuils opérationnels auxquels le débit journalier observé est destiné à être comparé quotidiennement. Par comparaison, le DOE est une valeur moyenne mensuelle assortie de probabilité et destiné à être analysé rétrospectivement. Ainsi sur des cours d'eau à tarissements rapides, la valeur de DSA peut être supérieure au DOE afin de ménager différents niveaux dans le dispositif de restriction et de ne pas atteindre le DCR.

La détermination des DOE, comme celle des DSA et des DCR, a reposé jusqu'à présent principalement sur l'observation des équilibres ou déséquilibres actuels et sur l'expérience des crises antérieures. Au sein des analyses HMUC, la détermination de valeurs caractéristiques naturelles, issues de l'analyse des besoins des milieux et de l'hydrologie désinfluencées, constitue un éclairage indispensable à toute analyse du fonctionnement de la zone considérée, et pourra contribuer à consolider ou préciser la valeur à fixer aux différents objectifs de gestion.

4.2.1.1. Définition Débits Objectifs d'Étiage

Le cadre réglementaire impose dans les Sdage, au travers de l'arrêté du 17 mars 2006 *relatif au contenu des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux*, la définition de débits objectifs d'étiage (DOE) « permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux ». Ces exigences se traduisent théoriquement par :

- un DOE permettant de respecter le débit écologique (cf. **volet « Milieux »**) nécessaire à la satisfaction des besoins des milieux aquatiques. Dans le cas où plusieurs débits écologiques auraient été définis, le DOE visera le respect de l'ensemble des débits écologiques de l'unité de gestion considérée,
- un DOE borné, pour sa valeur maximum, par le débit d'étiage mensuel naturel du cours d'eau en dehors de tout prélèvement et de toute artificialisation du régime des eaux sur le bassin versant. En effet, sauf cas particulier, il n'y a pas lieu de se fixer un objectif meilleur que l'état "naturel" observé 8 années sur 10 (ou 4 années sur 5). Le **QMN5 désinfluencé**, calculé pour chaque mois dans le volet « Hydrologie », sera donc utilisé comme référence haute du DOE.

Soit la relation :

$$\text{Débit écologique} < \text{DOE} < \text{QMN5 naturel}$$

Plus la morphologie du cours d'eau est altérée (rectification, recalibrage, colmatage par les sédiments fins, ruptures de continuité...), plus les besoins en eau seront importants pour « compenser » les déficits d'habitats (absence ou faibles surfaces de mouilles, radiers hors d'eau réduisant l'accès à des zones refuges amont ou aval, déconnexion avec les caches sous berges...).

Cas particulier où DOE < QMN5 naturel < Débit écologique

Sur certains cours d'eau, les étiages peuvent être particulièrement sévères. Dans ce cas de figure, au cœur de l'étiage, les milieux sont susceptibles de souffrir même en l'absence de prélèvements et le débit biologique de bon fonctionnement des milieux ne peut pas être satisfait. Dans ce cas où l'hydrologie est « naturellement » contraignante pour les milieux aquatiques dans les bassins concernés, il convient de ne pas y aggraver le stress « naturel » des milieux par des prélèvements à l'étiage.

Dans ces bassins encore davantage qu'ailleurs, pour soutenir les étiages et augmenter la résilience des milieux, l'accent doit être mis sur la restauration des zones humides, la reconnexion des zones humides alluviales aux cours d'eau via la restauration morphologique des cours d'eau et l'infiltration et la rétention de l'eau dans les sols sur le bassin versant.

En résumé, le débit objectif d'étiage (DOE) n'est pas assimilable au débit écologique. Le débit écologique de basses eaux renseigne sur l'état de souffrance des milieux à l'étiage, tandis que le débit objectif d'étiage (DOE)

est une valeur choisie, dans la plupart des cas, entre une valeur basse correspondant au débit écologique et une valeur haute fixée au QMN5 naturel désinfluencé.

A l'intérieur de cet intervalle, le DOE résulte d'un choix, en faveur d'un scénario acceptable de prélèvements répondant aux besoins des milieux et garantissant la satisfaction des usages en moyenne 8 années sur 10.

Le choix du ou des DOE sur un territoire est ainsi un choix politique concerté et motivé, basé sur les éléments techniques de l'analyse HMUC et le contexte local. Les méthodes d'estimation des débits biologiques peuvent être mises à profit pour orienter ce choix en comparant les effets des différentes hypothèses de scénarios de prélèvements sur les milieux (pertes de surface d'habitats, occurrence de débits seuils etc.).

Du débit objectif d'étiage au volume potentiellement mobilisable

Les **volumes potentiellement mobilisables** sont obtenus en faisant la différence entre le débit plancher du DOE et ce que l'hydrologie mensuelle est en mesure de garantir 4 années sur 5, à savoir les débits mensuels quinquennaux secs de chaque mois. A chaque plage de DOE est associée une plage mensuelle de Volume Potentiellement Mobilisable (VPM) selon la relation suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Débit moyen mensuel quinquénal sec désinfluencé} - \text{Débit objectif d'étiage} \\ & = \text{Volume potentiellement mobilisable sur le milieu} \end{aligned}$$

Lorsque l'on agrège des DOE mensuels en un seul DOE saisonnier et qu'on lisse les volumes potentiellement mobilisables sur plusieurs mois, on prend collectivement le risque de manquer l'objectif de satisfaction des besoins et des usages au cœur des mois d'étiage. De la même manière, les DOE et les débits biologiques définis au pas de temps mensuel ne prémunissent pas des épisodes de sécheresses journalières.

Des volumes potentiellement mobilisables aux bilans quantitatifs

La gamme des couples DOE/VPM proposée par l'analyse HMUC est à analyser au regard des volumes effectivement prélevés, que ce soit de manière directe ou diffuse.

DOE \leq QMN5i	QMN5i $<$ DOE \leq QMN5d Soit des prélèvements $>$ VPM	QMN5d \leq DOE
Soit des prélèvements \leq VPM		Soit VPM = 0
→ Les usages actuels sont satisfaits au moins 4 ans sur 5	→ Les besoins des milieux ne sont pas satisfaits à l'étiage du fait des prélèvements actuels	→ Les milieux sont dans un équilibre fragile ne permettant aucun prélèvement.
→ Bassin à l'équilibre quantitatif	→ Bassin en déséquilibre quantitatif	

Avec : QMN5i = QMN5 influencé et QMN5d = QMN5 désinfluencé

Ces éléments constituent la base de différents scénarios de gestion (réduction des prélèvements, substitution des prélèvements les plus impactant, action sur les pressions connexes...).

Sur un sous-bassin donné, un schéma de travail pour la détermination simultanée d'un DOE et des prélèvements possibles (qu'il s'agisse de les réduire pour retourner en situation de bon état ou de la possibilité de les augmenter sans sortir de cette situation) pourra être le suivant :

- analyse rétrospective des franchissements des valeurs de DOE aux points nodaux,
- identification des références hydrologiques désinfluencées (notamment QMNA5 et QMN naturels) qui constituent les valeurs hautes de la plage de fixation du DOE,
- éclairage par l'approche Milieu du débit écologique et identification de la valeur basse de la plage de fixation du DOE,
- prise en compte, à l'intérieur de la plage ainsi définie, des usages existant et de leur potentiel de réduction des prélèvements ou au contraire la connaissance des besoins nouveaux prévisibles.

Chaque valeur du DOE doit être cohérente avec :

- les objectifs fixés en amont et en aval ainsi qu'avec les objectifs éventuellement fixés par le Sage à des points nodaux complémentaires à ceux du Sdage,
- les éventuels objectifs de soutien d'étiage, tout en évitant la confusion entre les outils (les objectifs de soutien d'étiage sont généralement définis en valeurs quotidiennes et conduisent très généralement à des moyennes mensuelles différentes de l'objectif au quotidien),
- les valeurs de DCR, tout en évitant la confusion entre les concepts (valeurs moyennes attachées au "bon état" d'une part, seuils de gestion de crise d'autre part).

Les acteurs du territoire s'appuieront sur les scénarios de gestion proposés pour éclairer leur choix. Le lien entre la phase diagnostic et la phase d'analyse doit impérativement être expliqué le plus pédagogiquement possible en amont de l'étude afin que les données collectivement validées en phase diagnostic ne puissent être remises en cause quand l'impact du choix des hypothèses se traduit sur les DOE et les VPM.

Des Volumes potentiellement mobilisables aux volumes prélevables

A l'intérieur des volumes potentiellement mobilisables sont comptabilisés, les volumes non réglementés et les volumes prélevables tels que définis au paragraphe 1.1.3 : *Terminologie des volumes prélevables* et représentés par la Figure 1. La définition des volumes maximums prélevables et leur répartition par usage s'appuie sur les éléments techniques de l'analyse HMUC, en prenant en compte l'impact des prélèvements non réglementés. La réduction des volumes non réglementés par des actions de diminution de l'impact des plans d'eau par exemple, sera à prendre en compte afin de réévaluer les volumes prélevables dans l'enveloppe des volumes potentiellement mobilisable définie dans l'analyse HMUC.

4.2.1.2. *Impact du changement climatique sur les DOE*

L'impact du changement climatique sur l'hydrologie des cours d'eau va globalement générer une baisse des débits naturels des cours d'eau. L'impact sur les milieux de cette baisse de débits sera particulièrement aggravé en période de basses eaux par l'augmentation de la température de l'eau. En effet, à prélèvements constants, les DOE actuels risquent de ne plus être respectés 8 années sur 10, pour autant les besoins des milieux aquatiques en termes de débit ne vont pas diminuer et risquent même d'augmenter dans ce contexte d'augmentation de la température de l'eau.

Le gestionnaire se trouve alors confronté à un effet ciseau : baisse de la ressource naturelle / augmentation des besoins des milieux aquatiques. Dans ce contexte, une baisse du DOE sera synonyme de renoncement à l'atteinte des objectifs de bon état.

Le renoncement à l'atteinte des objectifs de bon état n'est pas impossible mais il correspond à une exemption (Objectifs Moins Stricts) qui doit pouvoir être justifiée en conformité avec les critères de la directive cadre sur l'eau. Au préalable, toutes les solutions techniquement réalisables doivent être mises en œuvre à des coûts non disproportionnés :

- Sobriété et économies d'eau,
- Modifications de pratiques,
- Substitutions.

Ce n'est qu'une fois ces mesures prises et que les prélèvements en période de basses eaux auront été ramenés au strict nécessaire, qu'une baisse des DOE en lien avec le changement climatique est envisageable et justifiable.

En l'état actuel des connaissances, une analyse HMUC peut conduire à une baisse des DOE uniquement si cette baisse résulte d'une amélioration des connaissances sur la situation actuelle. La prise en compte du

changement climatique doit permettre d'analyser si cette baisse est viable dans la durée. Il convient en effet d'éviter de développer des usages qui devront être rapidement remis en cause.

4.2.1.3. *Débit et seuils de crise*

Les Débits de CRise (DCR) sont définis par la réglementation comme les débits « en dessous desquels seuls les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits ». Ces débits journaliers, qui sont établis pour une période maximale autorisée, permettent de satisfaire, en étiage sévère, les fonctionnalités biologiques du milieu en situation de survie, et la satisfaction des besoins sanitaires des usagers et de la sécurité civile.

La définition du débit de crise nécessite donc la connaissance :

- du débit biologique de survie : les éléments étudiés dans le volet milieux sont repris et intègrent des propositions d'indicateurs se traduisant par une hauteur d'eau critique, un débit correspondant, un nombre de jours limité d'acceptation de ce débit, une température de l'eau limite... (renvoi volet Milieux). Cette approche est également applicable pour les cours d'eau intermittents pour lesquels seront rajoutés les critères de période, de durée et de linéaire d'assec,
- du débit correspondant à la satisfaction des besoins sanitaires, des besoins d'alimentation en eau potable de la population et des besoins liés à la sécurité civile analysés dans le volet usage.

On veillera à la cohérence de la valeur du DOE avec les valeurs de DCR proposés, tout en évitant la confusion entre ces concepts (débit mensuel de planification attaché au "bon état" d'une part et seuils journalier de gestion de crise d'autre part). Le choix d'un débit de gestion de crise journalier est étayé par la nécessité d'un contrôle possible sur le terrain de ce débit puisqu'il déclenche les restrictions des usages nécessaires et imposées par les arrêtés de limitation des usages de l'eau.

4.2.2. *Périodes de basses eaux*

L'analyse du régime hydrologique local réalisée dans le cadre du volet hydrologie permet de mettre en évidence d'éventuelles spécificités territoriales. La période de basses eaux peut être définie hydrologiquement comme la période où les débits moyens mensuels sont inférieurs au module annuel. L'analyse des modélisations hydroclimatiques permet d'évaluer l'impact qu'aura le changement climatique sur la période de basses eaux.

Cependant, le Sdage Loire-Bretagne 2022-2027 impose, pour la définition des volumes prélevables, de retenir une période de basses eaux ne pouvant être inférieure à 7 mois. La période de basses eaux au sens du Sdage, est à dissocier des conditions d'application des méthodes d'habitats adaptées aux gammes de débits faibles pour la définition des débits biologiques des basses eaux.

4.2.3. Définition des volumes potentiellement mobilisables

Période de basses eaux

La définition des volumes potentiellement mobilisables sur le milieu **en période de basses eaux** n'est pas dissociable des DOE et des objectifs de bon état des eaux. La gamme de volumes potentiellement mobilisables en période de basses eaux, compatibles avec les objectifs environnementaux du Sdage et leur répartition temporelle (saisonnière, mensuelle) est associée à la gamme de DOE définie dans le cadre de l'analyse HMUC comme décrit au paragraphe 4.2.1.1.

- Les volumes potentiellement mobilisables peuvent également être définis en dehors de la période de basses eaux lorsqu'un enjeu local est mis en évidence.
- Territoire en déficit quantitatif en période de basses eaux (tels que les territoires identifiés en zone de répartition des eaux) nécessitant d'étudier, en complément des économies d'eau, toutes les solutions possibles telles que la substitution de prélèvements en période de basses eaux, hors de cette période par exemple.
- Territoire à l'équilibre mais sans possibilité d'augmentation des volumes prélevables en période de basses eaux (tels que les territoires identifiés dans la disposition 7B-3 du Sdage) entraînant une volonté de développement des prélèvements hors période de basses eaux dans le respect du cadre fixé par le Sdage.

Hors période de basses eaux

La définition de volumes potentiellement mobilisables **hors période de basses eaux** nécessite de prendre en compte les besoins des milieux sur cette période (débit biologique) et l'impact des débits hivernaux sur l'ensemble du cycle hydrologique (débit de décolmatage des berges, débit de connexion, crues morphogènes etc.). Ainsi, même si la ressource en eau hors période de basses eaux semble moins limitante pour les milieux et les usages, les modalités de prélèvement pour le remplissage des retenues en dehors de la période de basses eaux garantissent le maintien des fonctionnalités des milieux sur cette période. Elles sont nécessairement associées aux volumes potentiellement mobilisables hors période de basses eaux et sont traitées au paragraphe suivant.

Les prélèvements réalisés hors période de basses eaux sont généralement associés à des ouvrages de stockage. Ils permettent l'utilisation pendant la période de basses eaux des volumes prélevés en dehors de cette période. Ce type d'ouvrage ne doit pas impacter le bassin versant sur sa période la plus sensible, hors période de remplissage, pour cela, les ouvrages doivent impérativement être déconnectés du système hydrologique

comme le prévoit l'orientation 1E du Sdage pour les nouveaux ouvrages. Car même si des volumes sont disponibles en période hivernale, il s'agit de ne pas développer des ouvrages et des usages qui impacteraient quantitativement ou qualitativement les milieux en période de basses eaux et éloigneraient la masse d'eau des objectifs de bon état.

Le cumul des ouvrages existants, non déconnectés du système hydrologique en période de basses eaux sur un même bassin versant, peut également avoir un impact sur les débits durant cette période sensible. La définition des volumes potentiellement mobilisables hors période de basses eaux doit tenir compte de la nature des ouvrages utilisés. L'utilisation d'un ouvrage qui ne serait pas déconnecté du système hydrologique doit être associée à l'analyse de l'impact cumulé des ouvrages existants sur l'ensemble du cycle hydrologique et plus particulièrement en période de basses eaux.

La mobilisation de la ressource hors période de basses eaux pour la substitution des prélèvements apparaît comme une des solutions permettant de soulager les milieux en période de basses eaux. Si l'impact du changement climatique sur l'hydrologie risque de renforcer le stress des milieux aquatique en période de basses eaux, il est également nécessaire de prendre en compte l'impact du changement climatique sur les probabilités de remplissage des retenues hors période de basses eaux. La définition du volume potentiellement mobilisable hors période de basses eaux doit être associée à une projection hydroclimatique à horizon 50 ans permettant de vérifier la durabilité des solutions techniques basées sur le stockage hivernal. La projection de l'hydrologie future doit permettre d'analyser le volume potentiellement mobilisable en période de basses eaux au regard des besoins des milieux sur cette période, ainsi que l'impact de l'augmentation de l'évaporation sur le fonctionnement et l'efficacité de l'ouvrage tout au long de son cycle d'utilisation.

A l'image du choix de DOE, la répartition des volumes prélevables dans le temps et leur répartition par usages sur un territoire est un choix politique qui doit être concerté, basé sur les éléments techniques de l'analyse HMUC et le contexte local compatible avec l'atteinte du bon état des eaux. Les acteurs du territoire s'appuieront sur les scénarios de gestion proposés pour éclairer leur choix de répartition des volumes prélevables par usages.

4.2.4. *Adaptation des conditions de prélèvement*

Pour la plupart des sous-bassins, l'échelle du Sage lui-même semble la plus pertinente. Cependant une adaptation même limitée à un petit sous-bassin ou à une partie du territoire devra nécessairement étudier les impacts des évolutions envisagées sur les territoires en aval du territoire considéré. A une échelle trop réduite, l'absence de données disponibles compromet la pertinence des résultats. L'analyse des possibilités d'adaptation est menée sur des tronçons et des sous-bassins présentant une homogénéité en termes de fonctionnement hydrologique et hydrogéologique, en termes de besoins des milieux et en termes de pression de prélèvement. Elle anticipe également l'émergence d'un besoin d'adaptation sur les sous-bassins voisins.

Quelle que soit la période de prélèvement sur laquelle porte la volonté d'adaptation des conditions de prélèvements, c'est toujours l'ensemble du cycle hydrologique qui doit être considéré et notamment en ce qui concerne les impacts cumulés, actuels ou potentiels, des retenues.

Période de basses eaux

Tant qu'elles sont basées sur l'analyse des 4 volets de l'analyse HMUC et l'objectif de bon état des eaux, les adaptations du cadre fixé par le Sdage concernant la gestion des prélèvements en période de basses eaux sont ouvertes (mode de plafonnement, modulation du plafonnement par sous-bassins pour cibler les secteurs les plus critiques ...). La cohérence avec les valeurs d'objectifs (éventuellement adaptées) posées par le Sdage et le Sage, et éléments décrits précédemment (DOE, DCR, période de basses eaux...) doit être vérifiée, de même que la faisabilité de mise en œuvre de ces adaptations. Les propositions d'adaptation sont nourries par les modifications des objectifs de gestion précédemment proposées.

Hors période de basses eaux

La maîtrise de l'impact des prélèvements hors période de basses eaux est liée au volume potentiellement mobilisable mais aussi aux conditions de réalisation de ces prélèvements. Les adaptations possibles sont explicitement définies par la disposition 7D-4 du Sdage Loire-Bretagne. Elles concernent :

- la période de remplissage des retenues correspondant à la période hors période de basses eaux et ne pouvant excéder 5 mois,
- les modalités de prélèvement en adaptant le débit plafond de prélèvement cumulé et/ou le débit minimum à maintenir dans le cours d'eau. Sur les territoires classés en ZRE, ces adaptations sont respectivement limitées à 40 % du module (60 % pour les bassins au régime particulièrement contrasté) et au débit moyen interannuel de fréquence quinquennale sèche.

Le cadrage défini par le Sdage a pour objectif la maîtrise de l'effet cumulé potentiel des retenues et de leur remplissage (laissant inchangée l'obligation d'examen spécifique projet par projet) hors période de basses eaux. En période de remplissage, ces impacts s'ajoutent à celui des prélèvements directs tels que les prélèvements pour l'alimentation en eau potable, inclus dans la fraction prélevable. La connaissance de **l'effet cumulé en période de basses eaux** des retenues existantes et de l'effet cumulé de leur **remplissage hors période de basses eaux** se base sur un état des lieux aussi précis que possible des retenues déjà présentes et de leur mode de fonctionnement.

Comme précisé au paragraphe 4.2.3 : *Définition des volumes potentiellement mobilisables*, la mobilisation de prélèvements hors période de basses eaux relève généralement de besoins spécifiques de 2 types : le

remplissage des retenues de substitution permettant d'améliorer les conditions de débit en période de basses eaux, le remplissage des retenues hors substitution permettant de nouveaux prélèvements sans dégrader les conditions de débit en période de basses eaux. Les besoins complémentaires de prélèvements hors période basses eaux identifiés dans les différents volets de l'analyse HMUC permettent de caractériser les effets cumulés potentiels de nouveaux ouvrages. Différents scénarios de poursuite d'équipement du bassin sont alors élaborés. Ils permettent de préciser les besoins d'adaptation des conditions de prélèvement sur le bassin. Ces scénarios distingueront les modes d'alimentation des retenues (prélèvement directs ou interception) et leur localisation probable dans le bassin

La somme des effets cumulés des retenues existantes et projetées sur le bassin, est analysée sur l'ensemble du cycle hydrologique (notamment par l'examen des débits classés), y compris, les interceptions d'écoulement, les effets sur l'hydromorphologie, sur la physicochimie et sur le compartiment biologique. Cette analyse permet de conclure sur la possibilité ou non d'adapter les conditions de prélèvement hors période de basses eaux.

Ce volet d'adaptation s'appuiera sur les dernières connaissances et méthodes disponibles, notamment les travaux relatifs à l'expertise scientifique collective sur les effets cumulés des retenues entamée au niveau national depuis 2015 (Carluer & *al.*).

4.3. Vers une vision prospective du territoire

La vision prospective du territoire se construit à partir des données produites dans les 4 volets de l'analyse HMUC. Cette démarche collégiale intègre les impacts du changement climatique mais également les évolutions prévisibles des activités anthropiques impactant la ressource en eau. Ces évolutions peuvent contraindre l'hydrologie (augmentation des prélèvements) ou au contraire la soulager (renaturation de cours d'eau, suppression de seuils...).

A partir des éléments collectés, plusieurs scénarios de gestion peuvent être envisagés au regard de la ressource en eau disponible et du contexte de changement climatique. Il est pertinent de dégager un scénario tendanciel de référence et deux scénarios prospectifs contrastés. Le plan de bassin d'adaptation au changement climatique préconise des grands principes d'adaptation et notamment : l'augmentation de la résilience des milieux et des usages et la priorisation des actions « sans regret ». L'approche prospective doit porter, dans au moins un scénario, des solutions techniques envisagées au regard de ces 2 principes fondamentaux.

Cet exercice implique des choix sur les hypothèses issues de la discussion collective du groupe de contribution. La crédibilité des scénarios prospectifs retenus est fonction de la pertinence, de la cohérence et de la vraisemblance des évolutions tendanciennes décrites dans l'analyse HMUC. A noter qu'un scénario prospectif peut être « crédible » tout en n'étant pas « acceptable » pour tous les acteurs du territoire.

Les scénarios prospectifs construits dans le cadre de l'analyse HMUC permettent d'éclairer les choix stratégiques et le plan d'action associé qui seront élaborés dans le cadre des démarches de type PTGE. Pour

être pleinement efficace, la démarche prospective peut inclure des approfondissements sur des thématiques particulières selon les enjeux du territoire. Les représentants concernés sont alors pleinement associés. Par exemple, un approfondissement de la thématique agricole permet une réelle appropriation des enjeux par les acteurs et peut être le creuset de propositions d'adaptation dans le cadre du PTGE.

4.4. Phase diagnostic des PTGE

L'analyse HMUC constitue un des éléments incontournables de la phase diagnostic des PTGE. Les scénarios d'un PTGE peuvent également comprendre des thématiques spécifiques, par exemple une évolution des pratiques agricoles, plus économes en eau ou respectueuses de la biodiversité, ou bien une évolution des filières. Ces propositions fondées sur un constat des pratiques actuelles sur le territoire sont documentées dans le cadre de l'état des lieux du PTGE, mais sont toutefois en dehors du cadre des analyses HMUC. L'état des lieux d'un PTGE ne se limite pas à une analyse HMUC qui n'en est qu'un élément, mais les éléments de l'analyse HMUC doivent être repris dans le PTGE.

GLOSSAIRE

Débit biologique (DB) ** : le débit biologique est entendu comme le débit dans le lit d'un cours d'eau permettant le bon fonctionnement général des communautés vivantes aquatiques.

****définitions empiriques. Pas de définitions nationales ou internationales disponibles actuellement.**

Débit biologique de survie ou Débit Minimum Biologique :

Débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite. Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage, si celui-ci est inférieur. Pour les cours d'eau ou parties de cours d'eau dont le module est supérieur à 80 mètres cubes par seconde, ou pour les ouvrages qui contribuent, par leur capacité de modulation, à la production d'électricité en période de pointe de consommation et dont la liste est fixée par décret en Conseil d'Etat pris après avis du Conseil supérieur de l'énergie, ce débit minimal ne doit pas être inférieur au vingtième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage évalué dans les mêmes conditions ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage, si celui-ci est inférieur. Toutefois, pour les cours d'eau ou sections de cours d'eau présentant un fonctionnement atypique rendant non pertinente la fixation d'un débit minimal dans les conditions prévues ci-dessus, le débit minimal peut être fixé à une valeur inférieure.

Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel.

Source : Article L214-18 du code de l'environnement ;

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006833152/

DCR (débit de crise)

Le DCR (débit de crise) est le débit moyen journalier « en dessous duquel seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité publique et de l'alimentation en eau de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits ». A ce niveau, toutes les mesures de restriction des prélèvements et des rejets doivent donc avoir été mises en œuvre.

Source : Il de l'article 6 de l'arrête ministériel du 17 mars 2006 relatif au contenu des Sdage,
(<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000609821>)

Le Glossaire sur l'eau apporte les précisions suivantes: Valeur de [débit d'étiage](#) au-dessous de laquelle l'[alimentation en eau potable](#) pour les besoins indispensables à la vie humaine et animale, ainsi que la survie des [espèces](#) présentes dans le milieu sont mises en péril. À ce niveau d'[étiage](#), toutes les mesures possibles de restriction des consommations et des [rejets](#) doivent avoir été mises en œuvre (plan de crise).

Source : Ministère chargé de l'environnement et AFB ; Le Glossaire sur l'eau (<https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/concept/d%C3%A9bit-de-crise>).

Débit écologique (DE) ** : le débit écologique est entendu comme un débit « biologique » intégrant des objectifs supplémentaires de bon état des eaux au sens de la DCE.

**définitions empiriques. Ppas de définitions nationales ou internationales disponibles actuellement.

Débit d'étiage naturel** : débit d'étiage du cours d'eau en dehors de toute altération du régime hydrologique du bassin versant (prélèvements, influence des barrages, drainage, imperméabilisation, etc.).

**définitions empiriques. Pas de définitions nationales ou internationales disponibles actuellement.

DOE (débit d'objectif d'étiage)

Les DOE (débits d'objectif d'étiage) sont les débits « permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux ».

Source : Il de l'article 6 de l'arrête ministériel du 17 mars 2006 relatif au contenu des Sdage,
(<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000609821>)

Le Glossaire sur l'eau apporte les précisions suivantes : Valeur de [débit moyen mensuel](#) au [point nodal](#) (point clé de gestion) au-dessus de laquelle, il est considéré qu'à l'[aval](#) du point nodal, l'ensemble des usages (activités, [prélèvements](#), [rejets](#), ...) est en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique. C'est un objectif structurel, [arrêté](#) dans les [Sdage](#), [Sage](#) et documents équivalents, qui prend en compte le développement des usages à un certain horizon (10 ans pour le Sdage). Il peut être affecté d'une marge de tolérance et modulé dans l'année en fonction du régime (saisonnalité). L'objectif [DOE](#) est atteint par la maîtrise des [autorisations](#) de

prélèvements en [amont](#), par la mobilisation de ressources nouvelles et des programmes d'[économies d'eau](#) portant sur l'amont et aussi par un meilleur fonctionnement de l'[hydrosystème](#).

Source : Ministère chargé de l'environnement et AFB (<https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/concept/point-nodal>)

L'orientation fondamentale 7A du Sdage Loire-Bretagne complète en précisant ceci : le DOE est un débit moyen mensuel d'étiage au-dessus duquel il est considéré que, dans la zone nodale, l'ensemble des usages est possible en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique. Défini par référence au débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale sèche (QMNA5), il permet de fixer un objectif stratégique, qui est de respecter cette valeur en moyenne huit années sur dix ; le respect de ce débit conçu sur une base mensuelle s'apprécie sur cette même base temporelle. Contrairement aux DSA et DCR qui sont des outils de gestion de crise, suivis sur la base des débits moyens journaliers, le DOE n'a pas vocation à être suivi au quotidien. Aussi ne doit-il pas être confondu, sur les rivières faisant l'objet de soutien d'étiage, avec l'objectif de soutien d'étiage (appliqué et suivi au pas de temps quotidien, celui-ci conduira dans la plupart des cas à une valeur de QMNA5 sensiblement supérieure, comme le montrent les exemples de différents points nodaux du bassin). Pour la même raison, le DOE ne peut être comparé directement aux débits réservés (voir ce terme) ni au dixième du module, ni au concept de débit minimum biologique : en effet ceux-ci ont le caractère de valeurs instantanées, ou journalières ; de plus, ils sont associés au concept de « minimum », et seraient donc plutôt à rapprocher du débit seuil d'alerte, alors que le DOE est associé au « bon état ».

Dans le Sdage Loire-Bretagne, le DOE est défini par référence au débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale sèche (QMNA5). La connaissance des valeurs naturelles (avant influences anthropiques) de ce débit n'est actuellement que très partielle et insuffisamment homogène : le choix est donc fait de prendre comme référence générale les valeurs mesurées, représentatives de l'ensemble des influences anthropiques actuelles. Les valeurs de référence figurant au regard des objectifs sont donc calculées sur une durée assez longue pour permettre une statistique pertinente, à partir de chroniques de mesures suffisamment récentes, pour être considérées en première approche comme représentatives des usages actuels. La période retenue est 1976-2012, sauf indisponibilité de données ou changement de régime (en particulier mise en service ou modification de fonctionnement d'un ouvrage modifiant le régime d'étiage), auquel cas la période retenue est la période homogène après modification de régime. Les valeurs de QMNA5 ainsi prises pour référence sont influencées par les différents usages de l'eau, et peuvent donc différer sensiblement des valeurs naturelles.

La détermination des DOE, comme celle des DSA et des DCR, a reposé jusqu'à présent principalement sur l'observation des équilibres ou déséquilibres actuels et sur l'expérience des crises antérieures.

Source : Sdage Loire-Bretagne 2022-2027

Module ou Q(moyen) : moyenne des débits mensuels moyens

Source : Hydroportail (<https://www.hydro.eaufrance.fr/carte-statistiques/carte/toutes-eaux>)

Point nodal : Point clé pour la gestion des eaux défini en général à l'aval des unités de références hydrographiques pour les Schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) et/ou à l'intérieur de ces unités dont les contours peuvent être déterminés par les Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage). A ces points peuvent être définies en fonction des objectifs généraux retenus pour l'unité, des valeurs repères de débit et de qualité. Leur localisation s'appuie sur des critères de cohérence hydrographique, écosystémique, hydrogéologique et socio-économique.

Source : Ministère chargé de l'environnement et AFB ; Le glossaire sur l'eau (<https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/concept/point-nodal>)

QMN : Moyenne du débit mensuel

QMNS : Moyenne du débit mensuel de période de retour 5 ans

QMNA5 ou QM-N5 : Minimum annuel des débits mensuels de période de retour 5 ans

Source : Hydroportail (<https://www.hydro.eaufrance.fr/carte-statistiques/carte/basses-eaux>)

VCN : Q3J-N : Minimum annuel de la moyenne du débit sur 3 jours glissants

Source : Hydroportail (<https://www.hydro.eaufrance.fr/carte-statistiques/carte/basses-eaux>)

Volume autorisé : volume faisant l'objet d'une autorisation administrative pour un usage donné. Exemple volume autorisé pour l'irrigation dans le cadre d'une AUP. Il est inférieur ou égale au Volume disponible pour un usage.

Volume disponible pour un usage : il est constitué de la part du volume prélevable pour cet usage ainsi que des volumes d'eau stockés par prélèvements ou captation du ruissellement hors période de basses eaux et des volumes transférés à partir d'une autre ressource en équilibre.

Source : Décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau et à la gestion des situations de crise liées à la sécheresse

(<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043694462>)

Volume potentiellement mobilisable** : volume qui peut être mobilisé dans un milieu naturel par l'ensemble des usages au sens large, qu'ils soient réglementés ou non (ex : abreuvement, sécurité civile...), qu'ils soient liés à un prélèvement actif ou non (ex : interception des flux évaporés par les plans d'eau).

**définitions empiriques. Pas de définitions nationales ou internationales disponibles actuellement.

Volume prélevable : le « volume prélevable correspond au volume pouvant statistiquement être prélevé huit années sur dix en période de basses eaux dans le milieu naturel aux fins d'usages anthropiques, en respectant le bon fonctionnement des milieux aquatiques dépendant de cette ressource et les objectifs environnementaux du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux. »

Source : Article R211-21-1 du code de l'environnement

(https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043696974/)

Le « volume prélevable correspond au volume maximum que les prélèvements directs dans la ressource en période de basses eaux, autorisés ou déclarés tous usages confondus, doivent respecter en vue du retour à l'équilibre quantitatif à une échéance compatible avec les objectifs environnementaux du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux ».

Source : Décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau et à la gestion des situations de crise liées à la sécheresse

(<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043694462>)

Pour les eaux superficielles : volume pouvant statistiquement être prélevé huit années sur dix en période de basses eaux dans le milieu naturel aux fins d'usages anthropiques, dans le respect du bon fonctionnement des milieux aquatiques dépendant de cette ressource et des objectifs environnementaux du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux. Il est issu d'une évaluation statistique des besoins minimaux des milieux sur la période de basses eaux

Source : Décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau et à la gestion des situations de crise liées à la sécheresse.

(<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043694462>)

Pour les eaux souterraines : volume ne dépassant pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible, compte tenu des besoins d'alimentation en eau des écosystèmes aquatiques de surface et des zones humides directement dépendants

Source : Décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau et à la gestion des situations de crise liées à la sécheresse.

(<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043694462>)

REFERENCES

Baude, M., Colin A., Duvernoy J., Foussar A., SDES ; Chiffres clés du climat – France, Europe et Monde ; 2021
(<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/>)

Carluer N., Babut M., Belliard J., Bernez I., Burger-Leenhardt D., Dorioz J.M., Douez O., Dufour S., Grimaldi C., Habets F., Le Bissonnais Y., Molénat J., Rollet A.J., Rosset V., Sauvage S., Usseglio-Polatera P., Leblanc B. ; 2016. ; [Expertise scientifique collective sur l'impact cumulé des retenues. Rapport de synthèse.](#)

Dallery D., Squidant H., De Lavenne A., Launay J., Cudennec C. ; 2020 ; An end-user-friendly hydrological Web Service for hydrograph prediction in ungauged basins ; Hydrological Sciences Journal ; <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1797045>

Lamoureux N., Augeard B., Baran P., Capra H., Le Coarer Y., Girard V., Gouraud V., Navarro L., Prost O., Sagnes P., Sauquet E., Tissot L. ; 2018 ; [Débits écologiques : la place des modèles d'habitat hydraulique dans une démarche intégrée](#) ; Hydroécol. Appl. (2018) Tome 20, pp. 1–27 ; <https://doi.org/10.1051/hydro/2016004>

Lebecherel L., Andréassian V., Augeard B., Sauquet E., Catalogne C. ; 2015 ; [Connaître les débits des rivières : quelles méthodes d'extrapolation lorsqu'il n'existe pas de station de mesures permanentes ?](#) ; Onema, Irstea.

Sauquet E., Catalogne C., Plasse J., Lang M. ; 2016 ; [Guide pour l'exploitation des jaugeages en hydrologie. Application à la prédétermination des débits caractéristiques d'étiage](#) ; Irstea, Onema.

Portail DRIAS (mise à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat) : <http://www.drias-climat.fr/>

Explore 2070 : projet porté par la direction de l'Eau et de la biodiversité du ministère en charge de l'écologie avec la participation de l'Onema, du CETMEF, des agences de l'eau, des DREAL de bassin, du CGDD, de la DGEC et de la DGPR ; 2010-2012 ; <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/44>

EXPLORE 2 : projet porté par Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae) et l'OIEau ; 2021-2024 ; <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>

Données MétéoFrance : **publithèque Météo-France** ;
(<https://publitheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWebPubli/index.jsp>)

Module d'analyse objective **SAFRAN** (Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie) ; Centre National de Recherches Météorologiques, initialement développé au CNRM/CEN ;
<https://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article788>

Agence de l'eau Loire-Bretagne ; Plan d'Adaptation au Changement Climatique pour le bassin Loire-Bretagne ; 2018 (<https://fr.calameo.com/agence-de-leau-loire-bretagne/read/0039787852d30386e379f>).

Sdage 2022-2027 du bassin Loire-Bretagne ; 2022 ; (<https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home.html>)

ANNEXE

Précision sur les objectifs de débit du Sdage

Les objectifs de débit du Sdage :

DOE = Débit Objectif d'Étiage

DSA = Débit Seuil d'Alerte

DCR = Débit de CRise

Équilibre besoins / ressource :

Le DOE est le débit moyen mensuel permettant de satisfaire tous les usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux.

Gestion des crises (7E) :

Le DSA est le débit moyen journalier en dessous duquel une des activités utilisatrices d'eau ou une des fonctions du cours d'eau est compromise ; la fixation de ce seuil tient également compte de l'évolution naturelle des débits et de la nécessaire progressivité des mesures pour ne pas atteindre le DCR.

Le DCR est le débit moyen journalier en dessous duquel seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits.

- 1- Le DOE peut-il être comparé au DSA et au DCR ?
- 2 - Comment se fait-il que certains DSA soient supérieurs au DOE ?
- 3 - Un usager de l'eau ou un gestionnaire d'ouvrage peut-il se voir reprocher de ne pas respecter un DOE ?
- 4 - Un usager de l'eau ou un gestionnaire d'ouvrage peut-il se voir reprocher de ne pas respecter un DSA ou un DCR ?
- 5 - Pourquoi le SDAGE précise-t-il pour chaque point nodal un "QMNA5 de référence" ?
- 6 - Pourquoi le SDAGE précise-t-il pour chaque point nodal une "zone d'influence" ?
- 7 - Pourquoi, sur les rivières bénéficiant de soutien d'étiage, les DOE sont-ils généralement supérieurs aux objectifs de soutien d'étiage ?
- 8 - Quel lien faire entre les seuils des arrêtés-cadre départementaux, et les objectifs du SDAGE ?
- 9 - Comment peut-on vérifier le respect d'un DOE ?

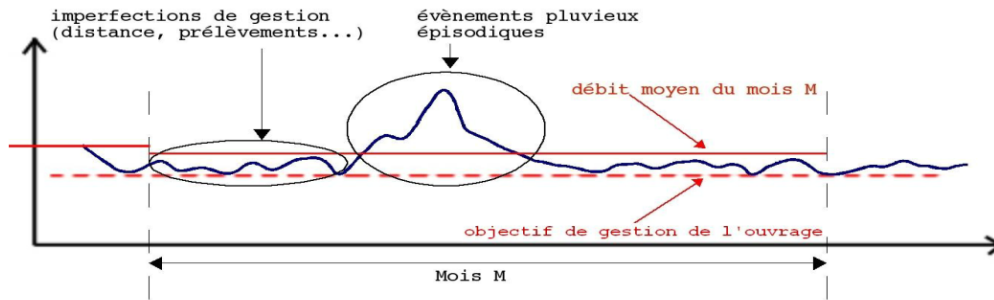
1 - Le DOE peut-il être comparé au DSA et au DCR ?

DOE d'une part, DSA et DCR d'autre part, sont des notions tout à fait différentes, dont il n'y a pas lieu de comparer les valeurs :

- la fixation du DOE se rapporte au régime général d'étiage de la rivière : il est défini par référence à la valeur du débit moyen mensuel observé qui n'est franchie en moyenne que 2 fois tous les 10 ans (QMNA5), et il en constitue l'objectif pour l'avenir ; sa première fonction est de servir de référence aux services de police des eaux (cf. question 5), dans l'instruction des autorisations et déclarations ; en revanche, la notion ne permet pas d'utilisation au quotidien ;
- les DSA et DCR, comme leur nom l'indique clairement, sont en revanche des seuils pour la gestion de crise, exprimés en débits moyens journaliers, et donc destinés à une utilisation au quotidien.

Ainsi par exemple n'est-il pas anormal de voir une valeur de DSA supérieure au DOE : cela résulte notamment d'une cinétique particulière de la rivière, et de la nécessité de pouvoir définir des mesures de restrictions graduées pour ne pas en arriver au débit de crise.

La différence entre les deux notions trouve une illustration sur les rivières faisant l'objet de soutien d'étiage :



Le graphique ci-dessus illustre le fait que, dans la majorité des cas, lorsque l'ouvrage est géré avec un objectif en un point distant, les marges opérationnelles de gestion par rapport à cet objectif (dues à la distance, à la prévisibilité des prélèvements intermédiaires...) se conjuguent avec les augmentations naturelles épisodiques de débit pour arriver à des moyennes mensuelles, puis à un QMNA5, sensiblement supérieures à l'objectif de gestion : cet objectif, suivi au quotidien, est bien une notion différente des valeurs mensuelles assorties de probabilités (QMNA5 et DOE) ; il peut par contre être comparé avec le DSA, puisque le fait de ne plus pouvoir assurer l'objectif au quotidien est en général constitutif d'un début d'état de crise.

Ainsi, dans le cas de la Loire à Gien, avec un objectif de soutien de $60 \text{ m}^3/\text{s}$ assigné aux ouvrages de Nausssac et Villerest (situés assez loin en amont) et malgré le fait que cet objectif ait été réduit en années sèches jusqu'à $50 \text{ m}^3/\text{s}$ et même en deçà, le QMNA5 s'établit à $65 \text{ m}^3/\text{s}$. De même sur l'Allier à Vieille-Brioude, pour un objectif de soutien de $6 \text{ m}^3/\text{s}$, le QMNA5 s'établit à $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce n'est que dans le cas particulier du pied du barrage de Villerest, où se combinent la proximité immédiate gestion-contrôle et une chaîne d'ouvrages pouvant stocker les apports naturels épisodiques, qu'on trouve un QMNA5 égal à l'objectif de soutien : dans ce cas particulier, on en arrive à : objectif de soutien = QMNA5 = DOE = DSA = $12 \text{ m}^3/\text{s}$; en effet, l'objectif de soutien coïncide avec la valeur jugée suffisante pour le régime général d'étiage (DOE), et le fait de ne plus pouvoir l'assurer constitue à lui seul un début de crise (DSA).

Il est donc important de bien distinguer :

- d'une part QMNA5 et DOE, qui sont des débits moyens mensuels, assortis de probabilité de franchissement (la vérification du respect du DOE ne se conçoit de ce fait que dans la durée, et n'a de sens ni sur un jour, ni même sur une année donnée - cf. question 9) ;
- d'autre part Débits Seuils d'Alerte (DSA), Débits de Crise (DCR) et débits objectifs de soutien d'étiage qui sont des valeurs opérationnelles suivies au quotidien.

2 - Comment se fait-il que certains DSA soient supérieurs au DOE ?

DSA et DOE sont des valeurs de natures différentes, qu'il n'y a pas lieu de comparer directement : le DSA est un seuil opérationnel auquel le débit journalier est destiné à être comparé quotidiennement, alors que le DOE est une valeur moyenne mensuelle assortie de probabilité.

Il n'y a donc rien d'anormal, particulièrement sur les rivières connaissant des tarissements rapides, à voir fixer une valeur de DSA supérieure au DOE : c'est notamment la nécessité de ménager différents niveaux dans le dispositif, afin de ne pas arriver au DCR, qui y conduit.

3 - Un usager de l'eau ou un gestionnaire d'ouvrage peut-il se voir reprocher de ne pas respecter un DOE ?

Il n'y a aucun lien à faire entre la gestion d'un ouvrage au quotidien et un DOE du Sdage.

Sur le plan juridique, un usager de l'eau ou un gestionnaire d'ouvrage est tenu d'appliquer l'autorisation ou concession (et/ou "règlement d'eau") propre à son ouvrage, ainsi que d'éventuels arrêtés pris en cas de circonstances exceptionnelles ; en revanche, le Sdage ne lui est pas directement opposable (c'est à l'autorité administrative que s'impose la prise en compte du Sdage, aussi bien au moment de la réglementation de l'ouvrage que lors de la prise de mesures exceptionnelles).

De plus, sur le plan pratique, le DOE est une notion qui concerne le régime d'étiage, et qui, en tout état de cause, n'a pas d'utilisation au quotidien.

Un lien peut être fait en revanche entre un DOE et la gestion globale d'un ouvrage qui influence le débit au point nodal considéré : dès lors que le DOE fixé est égal au QMNA5, ou *a fortiori* inférieur, cela signifie que la gestion actuelle de l'ouvrage est globalement satisfaisante au regard des objectifs quantitatifs du Sdage ; le cas contraire constitue un constat de déséquilibre, dont la résorption peut alors être recherchée, soit dans une diminution des prélèvements, soit dans une augmentation du soutien d'étiage : cette recherche peut alors conduire à repenser, par une révision éventuelle de son règlement d'eau, les objectifs et modalités de gestion de l'ouvrage.

4 - Un usager de l'eau ou un gestionnaire d'ouvrage peut-il se voir reprocher de ne pas respecter un DSA ou un DCR ?

Le Sdage, et notamment les débits objectifs qu'il fixe, doit être pris en compte par l'autorité administrative, aussi bien au moment de la réglementation de l'ouvrage que lors de la prise de mesures exceptionnelles.

Un usager de l'eau ou un gestionnaire d'ouvrage peut se voir reprocher de ne pas respecter son autorisation propre ou les mesures exceptionnelles qui peuvent le concerner. En revanche le Sdage et ses objectifs de débit ne lui sont pas directement opposables.

5 - Pourquoi le Sdage précise-t-il pour chaque point nodal un "QMNA5 de référence" ?

Étant défini comme un objectif pour une moyenne mensuelle assortie d'une probabilité de défaillance, le DOE n'a de sens que par référence à la valeur actuelle que prend cette grandeur, c'est-à-dire le QMNA5. C'est la position du DOE par rapport à cette référence qui est significative :

- un QMNA5 inférieur au DOE indique que les prélèvements pratiqués ne permettent pas d'assurer le fonctionnement du milieu aquatique ; il est donc nécessaire d'augmenter les débits dans la rivière, soit par diminution des prélèvements, en particulier en période d'étiage, soit par soutien d'étiage ;
- un DOE inférieur au QMNA5 correspond à un secteur où l'équilibre quantitatif est respecté, laissant même place à de nouveaux développements des usages à toute époque de l'année ;
- un DOE égal au QMNA5 signifie que l'équilibre quantitatif est respecté, mais sans laisser place à de nouveaux développements des usages en période d'étiage (sous réserve des dispositions de l'orientation 7B).

Le DOE sert donc de référence aux services de police des eaux en leur indiquant, selon la logique ci-dessus, la réponse à apporter aux demandes d'autorisations ; en pratique, le Sdage explicite maintenant sur tout le bassin, notamment avec les dispositions 7B-2 à 7B-5, les moyens à prendre pour retourner ou rester à l'équilibre quantitatif. En tout état de cause, cette notion de DOE n'a pas vocation à un suivi au quotidien.

6 - Pourquoi le Sdage précise-t-il pour chaque point nodal une "zone d'influence" ?

Les points nodaux du Sdage ont été positionnés sur des stations hydrométriques, permettant leur fixation dans des conditions satisfaisantes, puis leur suivi. Pour des raisons hydrauliques, ces stations ne sont que très rarement placées aux points même de confluence qui correspondraient au "contrôle" de tout le bassin versant considéré. Pour autant les analyses ont été faites en prenant en compte les usages et les besoins du bassin versant complet. Le Sdage précise donc explicitement le secteur (tout ou partie de bassin versant) sur lequel chaque point nodal sert de référence, qu'il s'agisse du DOE (gestion des autorisations) ou du DSA et DCR (gestion de crise).

Ainsi par exemple, un usage situé en aval d'un point nodal mais dans sa "zone d'influence" doit-il bien être soumis à la logique découlant des objectifs à ce point nodal (qu'il s'agisse de son autorisation ou d'une gestion de crise), car ces objectifs auront été définis en tenant compte de la globalité du bassin versant indiqué comme "zone d'influence".

Lorsque la zone d'influence d'un point nodal s'étend sur plusieurs départements, la gestion de crise des différents départements fait l'objet d'une harmonisation (arrêté-cadre interdépartemental, ou coordination des arrêtés-cadre départementaux).

7 - Pourquoi, sur les rivières bénéficiant de soutien d'étiage, les DOE sont-ils généralement supérieurs aux objectifs de soutien d'étiage ?

Comme illustré sur l'exemple de la première question, le débit moyen mensuel qui s'établit sur une rivière bénéficiant de soutien d'étiage est très généralement un peu supérieur à l'objectif de soutien d'étiage : or c'est bien sur des débits moyens mensuels, de plus assortis de probabilités, que sont basés les DOE.

Il est donc particulièrement important de bien faire la distinction entre DOE du Sdage et débits objectifs de soutien d'étiage.

8 - Quel lien faire entre les seuils des arrêtés-cadre départementaux, et les objectifs du Sdage ?

Concernant le DOE, il n'y a aucun lien à faire avec les seuils d'un arrêté-cadre. Le lien est en revanche à faire avec les DSA et DCR : le débit seuil d'alerte de l'arrêté-cadre doit être supérieur* ou égal au DSA (ou cohérent s'il n'est pas fixé au même point de référence) ; de même, le débit de crise de l'arrêté-cadre (le dernier s'il y en a plusieurs) doit être supérieur* ou égal au DCR (ou cohérent avec lui).

* Il est en effet tout à fait possible que des considérations locales, notamment de progressivité du dispositif de restriction, ou l'introduction d'une modulation saisonnière de gestion, conduisent à fixer localement des valeurs supérieures à celles fixées par le Sdage ; seules des valeurs inférieures seraient incompatibles avec celui-ci.

9 – Comment peut-on vérifier le respect d'un DOE ?

Une véritable vérification du respect d'un DOE ne peut être faite qu'*a posteriori*, et à assez long terme (sur une période assez longue pour permettre une statistique quinquennale significative). C'est donc d'abord sur les moyens pris (cf. question 5) qu'il convient de vérifier le respect du DOE.

Concernant une année donnée, il est possible de vérifier en fin d'étiage le débit minimum mensuel de l'année ; cependant ceci ne donne une indication que pour l'année considérée et ne prend pas en compte la dimension inter-annuelle de la notion de DOE, c'est-à-dire la possibilité qu'il soit franchi 2 années sur 10 en moyenne.