

CP de la CLE du 4 octobre 2018

Démarche sur les têtes de bassin versant :

Etat d'avancement et propositions de suites à donner

1. Rappel de la démarche initiée en 2017

Les têtes de bassin versant font l'objet d'une préoccupation récente et grandissante. Ces zones particulières correspondent aux bassins d'alimentation des petits cours d'eau. Situées à l'amont des réseaux hydrographiques, les têtes de bassin peuvent jouer un rôle essentiel dans le fonctionnement global du bassin versant et de son réseau hydrographique et constituent son capital hydrologique. De par leur taille réduite, leur régime souvent intermittent et leur densité importante, les cours d'eau en tête de bassin ont facilement été jugés insignifiants et ont subi (ou subissent encore) de fortes modifications par l'Homme, que cela soit à cause de travaux d'aménagement, de pressions variées, ou d'un manque de considération dans la gestion des milieux aquatiques. Pourtant, les potentiels services écosystémiques apportés par ces milieux pourraient participer au bon fonctionnement global des hydrosystèmes, notamment dans un souci de considération amont-aval.

Pour répondre à cet enjeu, le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 prévoit que les porteurs de SAGE réalisent l'inventaire des zones de têtes de bassin, analysent leurs caractéristiques et les hiérarchisent en fonction de leur état et des pressions exercées, en vue de les préserver et de les restaurer.

Le SAGE Vilaine reprend ces objectifs et prévoit de mettre en place une cartographie des têtes de bassin, une priorisation des actions à mener sur ces zones et des expérimentations visant à réfléchir sur les modalités de gestion/restauration de ces milieux.

La démarche proposée, et actée par la CP de la CLE le 02/02/2017, prévoit la réalisation d'une synthèse bibliographique, la délimitation des têtes de bassin, leur caractérisation, leur hiérarchisation et la proposition de pistes d'actions.

Elle s'accompagne d'une concertation avec les opérateurs locaux de bassin et les partenaires techniques et financiers pour une validation technique à chaque étape et avec les membres de la CLE pour le suivi et la validation de la démarche.

Elle pourrait également s'accompagner d'actions de sensibilisation (pour les membres de la CLE, les élus, la profession agricole...) et de journées de formations pour les opérateurs de bassin.

La présente note synthétise le travail déjà réalisé et propose une suite à donner à la démarche.

2. Etat d'avancement de la démarche

Julien Cirou (M2 ingénieur Agronome Agro Campus Ouest) et Lise Guéniard (M2 Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques – Université de Pau et des Pays de l'Adour), tous deux en stage de fin d'études à l'EPTB pour une durée de 6 mois se sont succédés en 2017 et 2018 pour réaliser un travail de délimitation et de caractérisation des têtes de bassin. Considérant qu'il n'était pas possible de mener à bien cette mission sur l'ensemble du territoire du SAGE sur la durée des stages, un travail exploratoire a été conduit sur le Don et l'Aff en 2017 et sur la Flume et la Seiche en 2018. Le travail réalisé est synthétisé ci-dessous. Pour plus de détails, les rapports de stages sont téléchargeable sur le site internet de l'EPTB : <https://www.eptb-vilaine.fr/index.php/f-ressources>

2.1. Délimitation

La méthode propose de délimiter les têtes de bassin à partir des rangs 1 et 2 de Strahler appliqués au référentiel hydrographique des inventaires de cours d'eau validés.

L'ordination de Strahler consiste à attribuer aux cours d'eau un rang qui augmente de l'amont vers l'aval, celui-ci étant incrémenté de 1 dès lors que deux rangs de même ordre entrent en confluence (Strahler, 1957).

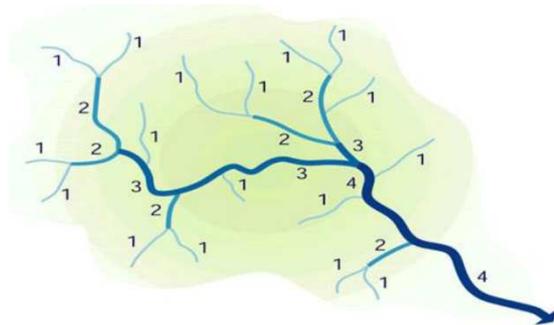


Figure 1 : principe de l'ordination de Strahler

Ainsi, la méthode consiste à définir, à partir d'un modèle numérique de terrain, les bassins topographiques (délimités en fonction du relief) des cours d'eau de rangs 1 et 2.



Figure 2 : principe de la délimitation des têtes de bassin

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Résultat de la délimitation des têtes de bassin sur 4 bassins tests

	Bassin du Don	Bassin de l’Aff	Bassin de la Flume	Bassin de la Seiche
Surface totale du BV	716 km ²	727 km ²	135 km ²	823 km ²
Nombre de Têtes de bassin	285	518	70	381
Surface totale en Têtes de bassin	521 km ² (72.8%)	517 km ² (71.5%)	94 km ² (69,6%)	613 km ² (74,5%)
Surface moyenne unitaire	1,83 km ²	0,99 km ²	1,34 km ²	1,61 km ²
% linéaire du réseau hydrographique en Têtes de bassin	618 km (72,5%)	783 km (70,0%)	118 km (66,6%)	752 km (71,3%)

L’application de la méthode sur les quatre bassins tests met en évidence que **les têtes de bassin représentent 70 à 74% de la surface et 67 % à 72% du réseau hydrographique sur les quatre bassins tests**. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus sur d’autres territoires du district Loire-Bretagne.

Par ailleurs, pour les quatre bassins tests, on observe quelques têtes de bassins particulièrement grandes. Elles témoignent probablement de la présence de linéaires busés en tête ou d’oublis dans la cartographie : des cours d’eau de rang 3 ont pu être identifiés comme des rangs 2 et des rangs 2 comme des rangs 1, impliquant la délimitation d’un bassin plus grand qu’il ne devait l’être à l’origine.

Nb : Limites de la méthode

La délimitation n’a pas pu être réalisée pour les cours d’eau de rangs 1 et 2 présentant une aire de drainage inférieure à 10 ha.

Par ailleurs, certaines têtes de bassin n’ont pas été délimitées car il existait un réseau de point bas (talweg marqué) mais pas de cours d’eau associé. Il peut s’agir, dans certains cas, de cours d’eau enterrés non recensés ou de talwegs dont les écoulements ne sont pas assez concentrés pour fournir l’érosion suffisante.

Enfin, la méthode retenue permet de délimiter des bassins topographiques et non hydrologiques. Par cette méthode, il est impossible de reconstituer le véritable cheminement de l’eau. Les infrastructures routières, par exemple, peuvent modifier localement la topographie (creusement ou élévation) et pourront possiblement modifier les écoulements.

2.2. Caractériser les têtes de bassin

Afin d’avoir un premier niveau de connaissance sur les caractéristiques de têtes de bassin versant, des critères cartographiques ont été établis. Les bases de données ont été choisies en fonction de leur disponibilité, de leur homogénéité sur l’ensemble du territoire de la Vilaine, de leur représentativité vis-à-vis des enjeux en tête de bassin versant, et de leur précision. Une fois les bases de données mobilisées, les critères choisis sont implémentés sous SIG à l’aide du logiciel ArcGIS. Les critères proposés sont présentés dans les tableaux ci-après par thématiques. Certains reflètent la morphologie de la tête de bassin tandis que d’autres représentent les pressions qui s’exercent.

Tableau 2 : Critères proposés pour la caractérisation des têtes de bassin

	Critère	Source
Critères physiques et morphologiques de la tête de bassin	Pente moyenne de la TdBV	RGE 5m IGN
	Indice de compacité de Gravélius	Référentiel TdBV
	Temps de concentration (Formule de Passini)	RGE 5m IGN
	Densité du réseau de point bas	RGE 5m IGN
	Position de la TdBV dans le réseau hydrographique	Référentiel TdBV
Critères relatifs aux cours d'eau	Densité de cours d'eau	Inventaires cours d'eau
	Densité de cours d'eau enterrés	
Critères concernant les haies et la ripisylve	Densité de haies dans la TdBV	Inventaires de haie (GéoBretagne + FRC Pays de la Loire)
	Densité de haies efficaces dans la TdBV	
	Taux de <i>bande riveraine</i> ¹ avec végétation arborée	BD_TOPO Végétation
Critères d'occupation du sol	Taux d'imperméabilisation dans la TdBV	Corine Land Cover + RPG + BD Topo
	Taux de surface agricole dans la TdBV	
	Taux de prairies en SAU	
	Taux de <i>bande riveraine</i> imperméabilisée	
	Taux de <i>bande riveraine</i> préservée (risques phyto)	
Critères relatifs aux plans d'eau	Densité surfacique de plans d'eau dans la TdBV	BD_TOPO
	Densité surfacique de plans d'eau en fond de vallée	
Critères relatifs aux zones humides	Taux de zones humides dans la TdBV	Inventaires de ZH
	Taux de <i>bande riveraine</i> avec ZH	
Critère de risque de fragmentation des cours d'eau	Risque de fragmentation	BD_TOPO ICE
Critères synthétiques de pression liée à l'occupation du sol	<i>Indice de pression dans la TdBV</i>	Corine Land Cover + RPG + BD Topo
	<i>Indice de pression dans la bande riveraine</i>	

Une première analyse descriptive de ces critères a été réalisée sur les bassins de la Flume et de la Seiche. Elle permet de visualiser, pour chaque bassin, la distribution des données d'un critère donné. **Elle met en évidence un niveau d'anthropisation plus élevé sur la Seiche que sur la Flume** (densité de plans d'eau en fond de vallée, densité de cours d'eau enterrés, indice de pression

¹ La bande riveraine se définit dans cette étude comme une zone tampon de 10 mètres de part et d'autre du cours d'eau

dans la bande riveraine plus importants sur le bassin de la Seiche ; taux de zones humides, densité de haies, densité de haies efficaces, taux de bande riveraine préservée des risques phytosanitaires, taux de bande riveraine arborée plus importants sur le bassin de la Flume).

La fiabilité de certains de ces critères a ensuite été vérifiée dans le cadre du stage 2018. Cette vérification a été réalisée sur un échantillon de 30 têtes de bassin pour lesquelles des données de terrain étaient disponibles (bassin de la Flume) ou ont été acquises (bassin de la Seiche). La vérification s'est appuyée sur un protocole simplifié issu de la méthode d'évaluation de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant (Le Bihan, 2017). Des analyses statistiques ont permis de conclure sur la fiabilité des critères analysés.

Ainsi, **les tests statistiques réalisés sur les critères d'occupation du sol dans la bande riveraine et sur la densité de cours d'eau enterrés ont démontré des corrélations significatives entre les données SIG et les données de terrain**. Ces résultats ont donc permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle ces critères sont pertinents pour caractériser les têtes de bassin. En revanche, le **risque de fragmentation** (nombres de voies de communication intersectant le cours d'eau / longueur de cours d'eau) **ne reflète pas la présence d'obstacles à la continuité identifiés sur le terrain**. Il a été remplacé par un critère « densité de voies de communication en lit mineur » pour traduire la multiplicité des infrastructures de transport sur un territoire donné et l'artificialisation associée (couverture, bétonnage du lit, travaux hydrauliques amont/aval, mauvaise dissipation des vitesses d'écoulement...).

Par ailleurs, une analyse multivariée réalisée avec les critères SIG d'occupation du sol dans la bande riveraine a montré qu'ils permettent de caractériser la pression dans la bande riveraine réellement observée sur le terrain, au moins pour les situations extrêmes. Au vu de ce résultat, **deux indices de pression dans la bande riveraine et dans la tête de bassin ont été ajoutés aux critères de caractérisation** (noté en italique dans le tableau 2).

Les coefficients ont été déterminés au regard de l'impact potentiel induit par l'usage du sol. L'indice est calculé en multipliant chaque surface par le coefficient de pondération associé.

Tableau 3 : Coefficients pour le calcul de l'indice de pression

Nature de l'occupation du sol	Coefficient de pondération
Forêts de feuillus et mixtes et landes ligneuses	0,1
Surfaces toujours en herbe (Prairies permanentes, landes et broussailles)	0,2
Prairies temporaires, fourrages, forêts de conifères et peupleraies	0,3
Surfaces urbaines perméables (espaces verts, parcs et jardins)	0,4
Cultures	0,5
Maraîchage et arboriculture	0,7
Surfaces imperméabilisées	1

Une deuxième analyse multivariée a mis en évidence que les critères d'occupation du sol donnent une bonne indication de l'artificialisation du lit mineur pour les situations extrêmes. Toutefois, les critères SIG ne sont pas suffisants pour prédire l'artificialisation du lit mineur.

Nb : Limites de la méthode :

- La vérification de la fiabilité des critères a été réalisée sur un échantillon de 30 têtes de bassin réparties sur deux sous-bassins. Il convient donc de rester prudent quant à l'extrapolation des résultats à l'ensemble du territoire du SAGE. De plus, seuls les critères relatifs au cours d'eau ou à la bande riveraine ont pu être vérifiés.

- Il n'a pas été possible d'exploiter de données relatives à l'hydromorphologie des cours d'eau, à la géologie, à l'hydrogéologie, à l'hydrologie, à la nature des sols et au drainage. Ces données seraient pourtant pertinentes pour compléter la caractérisation des têtes de bassin.

2.3. Hiérarchiser et prioriser les têtes de bassin versant

La délimitation réalisée sur quatre bassins tests montre que les têtes de bassins représentent près de 70% de la surface et du réseau hydrographique. Il n'est donc pas réaliste d'imaginer travailler sur l'ensemble de ces territoires. Pressentant la surface potentielle que pouvaient représenter les têtes de bassin, la CLE a inscrit dans le SAGE une disposition pour engager une réflexion sur la priorisation des actions à y mener.

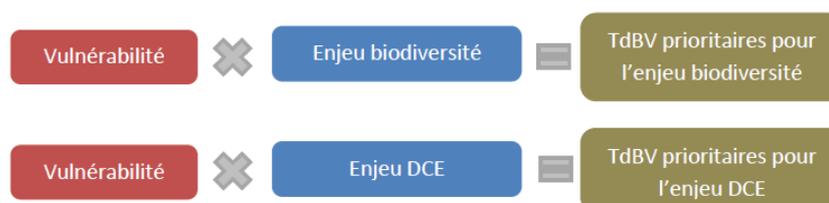
Pour y répondre, il est possible de s'appuyer sur un outil d'aide à la décision pour prioriser les têtes de bassins selon une méthode cartographique élaborée par le Syndicat de la Loire Aval dans le cadre de la révision du SAGE. Une version simplifiée de cet outil a été testée cette année sur les bassins de la Flume et de la Seiche. L'objectif est de pouvoir caractériser, hiérarchiser et prioriser les têtes de bassin au sein d'un bassin donné.

Le principe de l'outil d'aide à la décision est présenté ci-dessous :

- Etape 1 : Il s'agit dans un premier temps de **croiser des indicateurs de sensibilité** (caractéristiques physiques et morphologiques de la tête de bassin pouvant donner une indication sur sa résilience) **avec des données d'état et de pressions** s'exerçant sur cette tête de bassin (par exemple, le taux de zones humides, le linéaire de cours d'eau enterrés...). **Le croisement de ces deux jeux d'indicateurs donne une information sur la vulnérabilité de la tête de bassin.**



- Etape 2 : Dans un second temps, **les données de vulnérabilité sont croisées avec des données liées à des enjeux afin de dégager des têtes de bassin prioritaires**. La priorisation a été opérée en se basant sur deux enjeux :
 - o **Un enjeu « DCE »** (données utilisées : délai d'objectif et état écologique des masses, présence d'un captage d'eau potable sur ou à proximité de la tête de bassin, superficie de la tête de bassin recouverte par une zone d'action renforcée au titre de la Directive Nitrates) ;
 - o **Un enjeu « biodiversité »** (données utilisées : superficie de la tête de bassin recouverte par un zonage environnemental, nombre de frayères).



Les cartes de synthèse obtenues sur les bassins de la Flume et de la Seiche sont présentées en annexe.

Sur le bassin de la Flume, cinq têtes de bassin ressortent très vulnérables dans l'analyse. Cela signifie qu'elles sont peu résilientes et qu'elles sont soumises à de nombreuses pressions. **Globalement, la carte de vulnérabilité est cohérente avec les priorités d'actions retenues dans le programme d'actions du syndicat mixte du bassin versant de la Flume**. La priorisation n'a pas pu être testée du fait de la présence d'une seule masse d'eau et faute de données sur la présence de frayères sur les affluents de la Flume.

Sur le bassin de la Seiche, **l'adéquation des résultats avec la réalité n'est pas évidente du fait de l'étendue du territoire et du nombre important de têtes de bassin**. On peut quand même noter qu'en ce qui concerne les têtes de bassin prospectées sur la Seiche pour la vérification de la fiabilité des critères SIG, la carte de synthèse des pressions coïncide avec ce qui a pu être observé sur le terrain. On peut aussi citer l'exemple de la masse de d'eau de la planche aux Merles dont les cours d'eau sont busés en amont (observation de terrain). Ceci peut expliquer que les deux têtes de bassin qui la constituent sont de très grande taille et qu'elles présentent une sensibilité forte. Pour autant, ces têtes de bassin sont soumises à peu de pressions selon l'outil SIG, ce qui est cohérent avec la réalité.

Concernant la priorisation, pour l'enjeu biodiversité, les têtes de bassin prioritaires sont principalement identifiées au niveau de la masse d'eau de l'Ardenne. Ceci s'explique par le fait que 50% de leur surface est couverte par la forêt de la Guerche, ZNIEFF de type 2 et qu'elles ressortent comme particulièrement sensibles à cause de leur position apicale dans le réseau hydrographique. **Pour l'enjeu DCE, la carte cible en priorité moyenne à forte les têtes de bassin situées sur les masses d'eau du Tellé, du Prunelay et de l'Orson**, qui sont des masses d'eau en état moyen donc plus proches de l'atteinte du bon état. Par ailleurs, les têtes de bassin de l'Orson et du Prunelay ressortent vulnérables d'après l'analyse. Le facteur limitant pour ces deux masses d'eau semble être le faible taux de zones humides avec, sur le Prunelay, un taux de culture très élevé. De plus, des captages d'eau potable sont recensés sur le Tellé (deux têtes de bassin concernées) et sur le Ricordel (une tête de bassin concernée). Cette même tête de bassin est soumise à une pression liée à une forte densité de plans d'eau. Les têtes de bassin situées à l'amont ressortent également en priorité moyenne à très forte en raison de la zone d'action renforcée.

NB : Limites de la méthode :

-Certains critères sont redondants. Par exemple, pour la sensibilité, la surface de la tête de bassin intervient à la fois dans le calcul du temps de concentration et dans celui de l'indice de compacité. Cela peut donner plus de poids à certains critères.

-A ce stade, il n'a pas été appliqué de pondération sur les critères. Par exemple, pour la sensibilité, un coefficient 2 appliqué à la position de la tête de bassin dans le réseau (apicale ou tribulaire) permettrait de lui donner plus de poids que les autres critères.

-Le choix du nombre de classe pour chaque critère a été fait de façon « intuitive » au regard du nombre de têtes de bassin et de la distribution des données.

-Beaucoup de têtes de bassin de la Seiche présentent une vulnérabilité faible voire très faible parce que l'analyse a été menée à l'échelle du sous-bassin. Ce résultat semble peut cohérent avec l'état écologique globalement dégradé sur ce territoire. Il faudrait donc intégrer les données de l'ensemble du bassin de la Vilaine pour faire les classes et éviter ce biais.

-Deux seuls enjeux ont été testés (biodiversité et DCE). Les critères pris en compte pourraient être complétés. Il serait intéressant de compléter avec un enjeu de gestion quantitative.

3. Perspectives : propositions de suite à donner à la démarche

Pour résumer, le travail réalisé au cours des deux stages successifs permet de :

- Disposer d'une méthode cartographique de délimitation des têtes de bassin et de confirmer que celles-ci occupent environ 70% du réseau et de la surface des têtes de bassin ;
- Etablir une liste de critères cartographiques de caractérisation des têtes de bassin, dont la fiabilité de certains a pu être confirmée ;
- Présenter la distribution des données pour chaque critère pour un sous-bassin donné ou pour comparer des sous-bassins entre eux ;
- Mettre en évidence la pression limitante pour une tête de bassin donnée, au regard des pressions qui s'exercent sur l'ensemble des têtes de bassin d'un sous-bassin donné ;
- Etablir, pour un bassin donné, une carte de synthèse des critères de sensibilité, une carte de synthèse des pressions et une carte de synthèse de la vulnérabilité, croisement entre les deux précédentes ;
- Identifier, au sein d'un bassin donné, les têtes de bassin prioritaires par croisement de la vulnérabilité avec un enjeu (biodiversité ou DCE).

Suite à ce premier travail exploratoire, il est proposé de poursuivre la démarche et d'organiser la stratégie de la CLE autour de trois axes :

- Sensibiliser sur l'importance des têtes de bassin ;
- Définir une stratégie d'actions s'appuyant sur les caractéristiques des têtes de bassin versant ;
- Aller vers une gestion intégrée adaptée aux caractéristiques des têtes de bassin versant.

3.1. Sensibiliser sur l'importance des têtes de bassin

La bibliographie met en évidence l'enjeu primordial que constituent les têtes de bassin pour l'hydrologie, le fonctionnement écologique et morphologique des cours d'eau, la qualité de l'eau en aval.

De plus, la délimitation des têtes de bassin sur quatre bassins tests a montré que ces territoires recouvrent une large majorité des surfaces de bassins et du réseau hydrographique.

En s'appuyant sur la bibliographie, le travail de délimitation et des retours d'expériences, il semble indispensable de **sensibiliser les différents acteurs du territoire sur les enjeux et les spécificités des têtes de bassin**. Au travers de leurs programmes d'actions, les opérateurs de bassins mènent des opérations de sensibilisation qui portent parfois sur le thème des têtes de bassin. **La CLE pourrait appuyer et renforcer ces initiatives en proposant des journées et des outils de sensibilisation.**

3.2. Définir une stratégie d'actions s'appuyant sur les caractéristiques des têtes de bassin

Le travail exploratoire conduit pendant ces deux années a permis de montrer que l'exploitation des données cartographiques de caractérisation offre des possibilités pour guider l'action de préservation et de restauration des têtes de bassin.

En affinant l'outil, il pourrait constituer une **aide à la décision pour définir la stratégie d'actions à l'échelle d'un bassin donné**. L'outil permettrait, en première étape, de **mettre en évidence la vulnérabilité des têtes de bassin** en fonction, d'une part de leurs caractéristiques physiques et, d'autre part, des pressions qu'elles subissent. Cette première étape peut donner une indication préalable pour guider la stratégie : les têtes de bassin les plus résilientes et les moins exposées aux pressions seraient à préserver, tandis que les moins résilientes nécessiteraient une restauration active. De plus, l'analyse des cartes de pressions peut permettre d'identifier le facteur limitant sur lequel il faudrait agir en priorité.

La deuxième étape consisterait à **croiser les données de vulnérabilité avec les enjeux du territoire**. Une liste de têtes de bassin à enjeu serait ainsi obtenue uniquement par croisement de données cartographiques. **Un comité d'expertise local pourrait alors intervenir pour vérifier la pertinence de la priorisation et ajuster si besoin la liste de têtes de bassin à enjeu.**

Enfin, en dernière étape, **un comité de pilotage sélectionnerait dans cette liste les têtes de bassin prioritaires pour y mener des actions de restauration, en fonction du niveau d'ambition défini localement.**

3.3. Aller vers une gestion intégrée adaptée aux caractéristiques des têtes de bassin versant

Le territoire du SAGE Vilaine bénéficie de longue date d'une réelle dynamique pour la préservation et la restauration de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Ces dernières années, les programmes d'actions se sont portés de plus en plus sur les têtes de bassin. Pour autant, ces actions sont souvent menées de façon sectorielle (actions milieux aquatiques, actions bocage, actions agricoles...). De plus, les actions sur les cours d'eau sont souvent une adaptation des techniques conçues pour des cours d'eau de rangs supérieurs et les techniques de restauration des zones humides sont encore peu développées.

Dès l'étape de diagnostic, il serait intéressant de considérer non pas le cours d'eau ou le bocage... mais **la tête de bassin dans son ensemble et l'imbrication entre les différents éléments du paysage**. Les actions en qui découleraient seraient **plus intégratrices et complémentaires dans leurs fonctions pour améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques en aval**.

De plus, **la réponse ne sera pas forcément la même selon l'enjeu qui a fait ressortir la tête de bassin comme prioritaire** (DCE ou biodiversité).

Enfin, il pourrait être intéressant de **contextualiser la réponse à apporter**. Le territoire du SAGE Vilaine présente une grande hétérogénéité de paysages et d'activités : contexte rural sur une large partie du territoire (environ 64% de la surface en SAU) ponctuée de contextes urbains plus ou moins étendus et contexte littoral sur l'aval. La gestion pourrait donc être adaptée au contexte local, par exemple :

- prise en compte de la gestion des eaux pluviales en contexte urbain ;
- intégration des contraintes du drainage au projet de restauration d'un cours d'eau en contexte rural ;
- prise en compte des enjeux de qualité bactériologique et de quantité pour une production conchylicole.

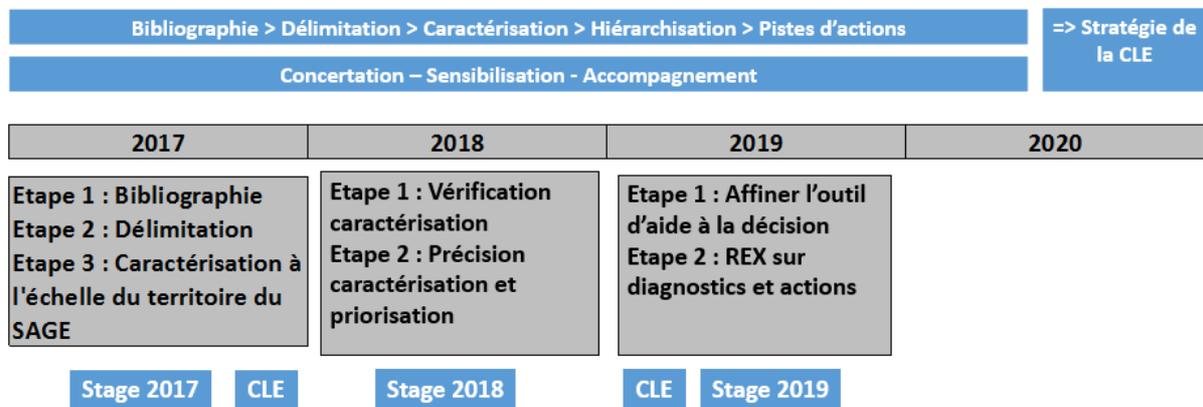
Il est proposé de finaliser la démarche têtes de bassin en 2019. Un stage de 6 mois permettrait de répondre aux deux objectifs suivants :

- **Affiner l'outil d'aide à la décision** : examiner la possibilité de compléter les critères de caractérisation sur la géologie, le sol, l'hydrologie, tester l'outil avec des pondérations, compléter la priorisation en prenant en compte l'ensemble des enjeux (intégration notamment de l'enjeu gestion quantitative)
- **Etudier la faisabilité d'une gestion intégrée à l'échelle de la tête de bassin** : compiler des retours d'expériences sur des méthodes de diagnostics, de gestion et de restauration, proposer un schéma directeur type

En parallèle, il pourrait être pertinent de **prévoir une action de sensibilisation sur le thème des têtes de bassin**.

D'ici à la fin 2019, l'inventaire des cours d'eau devrait être finalisé sur l'ensemble du territoire du SAGE Vilaine. La délimitation et la caractérisation des têtes de bassin pourraient donc être disponibles d'ici à la fin de l'année 2020.

4. Calendrier



Annexe 1 : Détail des critères de caractérisation

Tableau 1 : Critères physiques et morphologiques de la tête de bassin

Morphologie générale de la tête de bassin versant		
Critère	Source	Description
Pente moyenne de la TdBV	RGE 5m IGN	BSLOPGM : Obtention d'un raster de pente via le MNT
Indice de compacité de Gravélius	Référentiel TdBV	$Compacite\ (ou\ Kg) = \frac{Périmètre\ TdBV}{2\sqrt{\pi(Aire\ TdBV)}}$
Temps de concentration (Formule de Passini)	RGE 5m IGN	$T_{ps_{ctrc}} = 0.108 \times \frac{\sqrt[3]{Surface\ du\ BV\ (km^2) \times Longueur\ du\ plus\ long\ chemin\ de\ l'eau\ (km)}}{\sqrt{Pente\ du\ plus\ long\ chemin\ de\ l'eau}}$ (heures)
Densité du réseau de point bas	RGE 5m IGN	$Den_{ICE} = \frac{linéaire\ du\ réseau\ de\ points\ bas\ (m)}{surface\ TdBV\ (ha)}$
Position de la TdBV dans le réseau hydrographique	Référentiel TdBV	Position = Amont / Médiane / Aval (Amont : la TdBV se trouve à l'extrémité amont d'un cours d'eau de rang 3, Médiane = la TdBV est tributaire d'un rang 3 (sauf extrémité) ou 4, Aval = la TdBV est tributaire d'un rang > 5)

Tableau 2 : Critères relatifs aux cours d'eau

Cours d'eau		
Critère	Source	Description
Densité de cours d'eau	Inventaires cours d'eau	$Den_{ICE} = \frac{linéaire\ de\ cours\ d'eau\ (m)}{surface\ TdBV\ (ha)}$
Densité de cours d'eau enterrés		$Dens_{CE_buse} = DensICE - DensICE_{nbu}$

Tableau 3 : Critères concernant les haies et la ripisylve

Haies et ripisylve		
Critère	Source	Description
Densité de haies dans la TdBV	Inventaires de haie (GéoBretagne + FRC Pays de la Loire)	$Dens_{boca} = \frac{linéaire\ de\ haie\ (m)}{surface\ TdBV\ (ha)}$
Densité de haies efficaces dans la TdBV		$Dens_{boca_eff} = \frac{linéaire\ de\ haie\ efficace\ (m)}{surface\ TdBV\ (ha)}$
Taux de bande riveraine ¹ avec végétation arborée	BD_TOPO Végétation	$BR10m_{arbo} = \frac{surface\ arborée\ (ha)}{surface\ BR10m\ (ha)} \times 100\ (\%)$

¹ La bande riveraine se définit dans cette étude comme une zone tampon de 10 mètres de part et d'autre du cours d'eau

Tableau 4 : Critères d'occupation du sol

Occupation du sol et dérivés		
Critère	Source	Description
Indice de pression dans la TdBV (*)	Corine Land Cover + RPG + BD Topo	$IP_TdBV = \text{surf OccSol1 TdBV} \times \text{coeff OccSol1} + \text{surf OccSol2 TdBV} \times \text{coeff OccSol2} + \dots$
Indice de pression dans la bande riveraine (*)		$IP_BR = \text{surf OccSol1 BR} \times \text{coeff OccSol1} + \text{surf OccSol2 BR} \times \text{coeff OccSol2} + \dots$
Taux d'imperméabilisation dans la TdBV		$Tx_imper = \frac{\text{surface Zurbaine imperméable}}{\text{surface TdBV}} \times 100 (\%)$
Taux de surface agricole dans la TdBV		$Tx_SAU = \%(\text{Cultures} + \text{Prairies temporaires et permanentes} + \text{Maraîchage et arboriculture})$
Taux de prairies en SAU		$\text{RatioP_C} = \frac{\% \text{Prairies permanentes et temporaires}}{\% \text{SAU}} \times 100 (\%)$
Taux de bande riveraine imperméabilisée		$BR10m_{Urb} = \frac{\text{surface Zurbaine imperméable}}{\text{surface BR10m}} \times 100 (\%)$
Taux de bande riveraine préservée (risques phyto)		$BR10m_{PPF} = \frac{\text{surface forêt+prairie permanente+lande}}{\text{surface BR10m}} \times 100 (\%)$

Tableau 5 : Critères relatifs aux plans d'eau

Plans d'eau		
Critère	Source	Description
Densité surfacique de plans d'eau dans la TdBV	BD_TOPO	$Dens_{Eau} = \frac{\text{surface de plans d'eau}}{\text{surface TdBV}} \times 100 (\%)$
Densité surfacique de plans d'eau en fond de vallée		$Den_{EauFdV} = \frac{\text{surface de plans d'eau intersectant la BR 10m}}{\text{surface TdBV}} \times 100 (\%)$

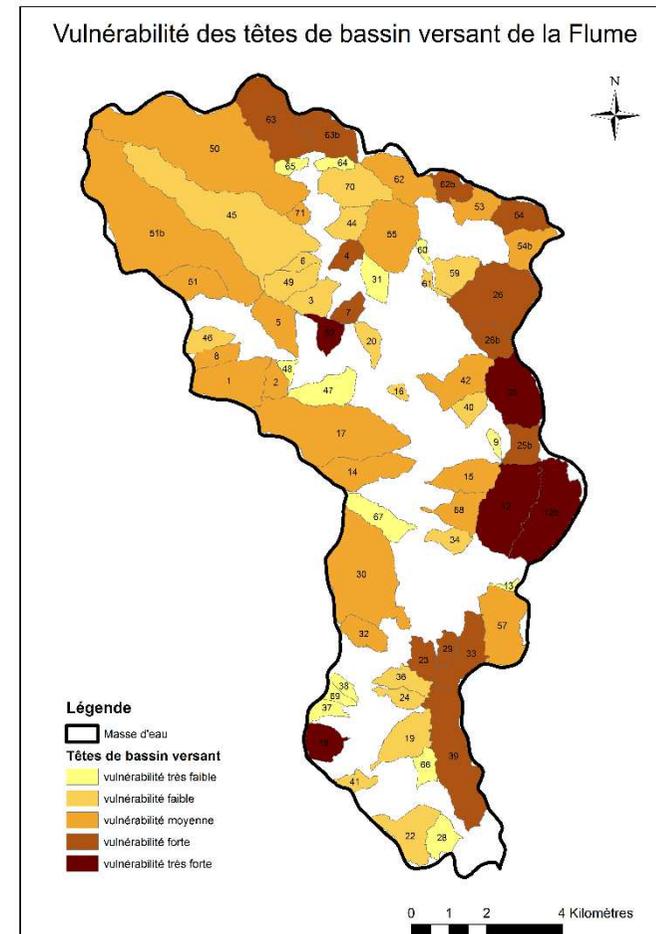
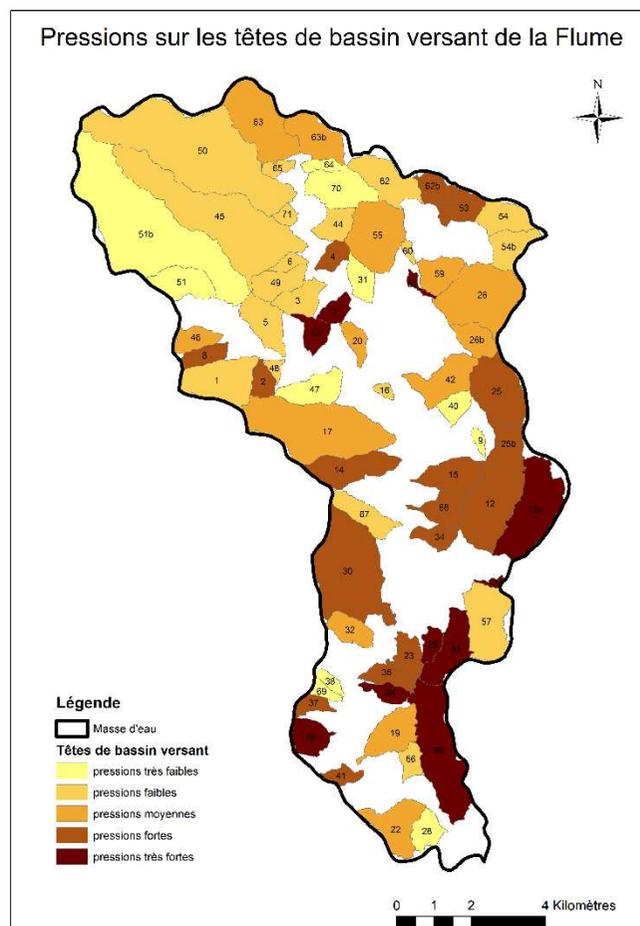
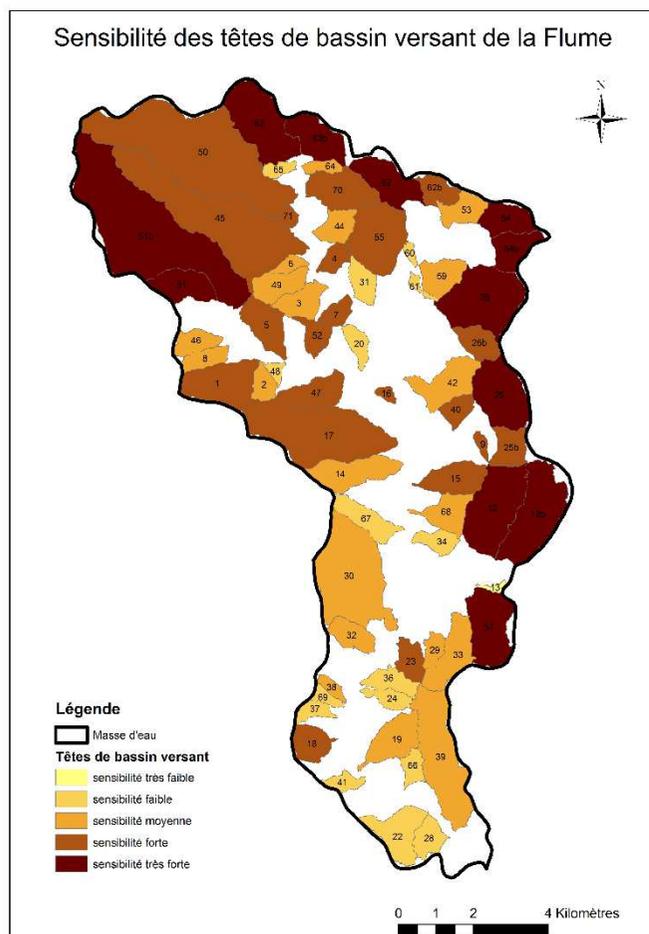
Tableau 6 : Critères relatifs aux zones humides

Zones humides		
Critère	Source	Description
Taux de zones humides dans la TdBV	Inventaires de ZH	$Tx_ZH = \frac{\text{surface de ZH}}{\text{surface TdBV}} \times 100 (\%)$
Taux de bande riveraine avec ZH		$BR10m_{ZH} = \frac{\text{surface de ZH}}{\text{surface BR10m}} \times 100 (\%)$

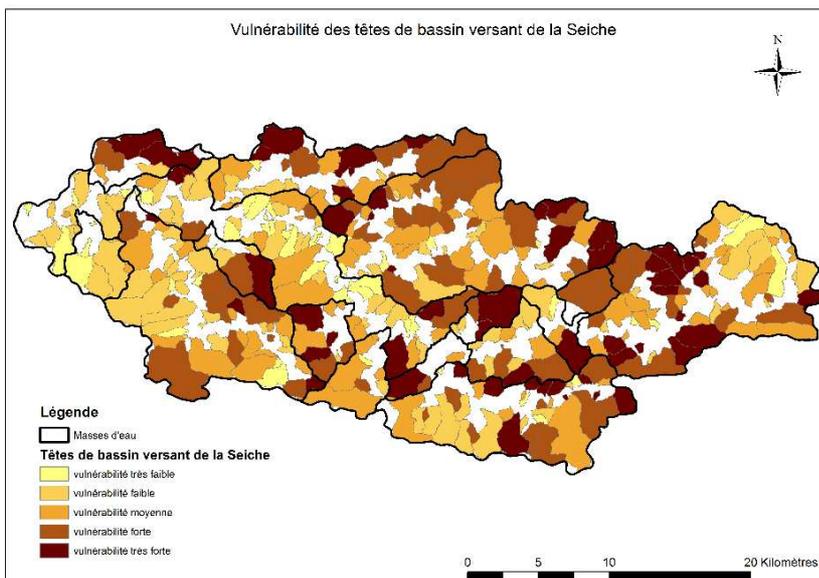
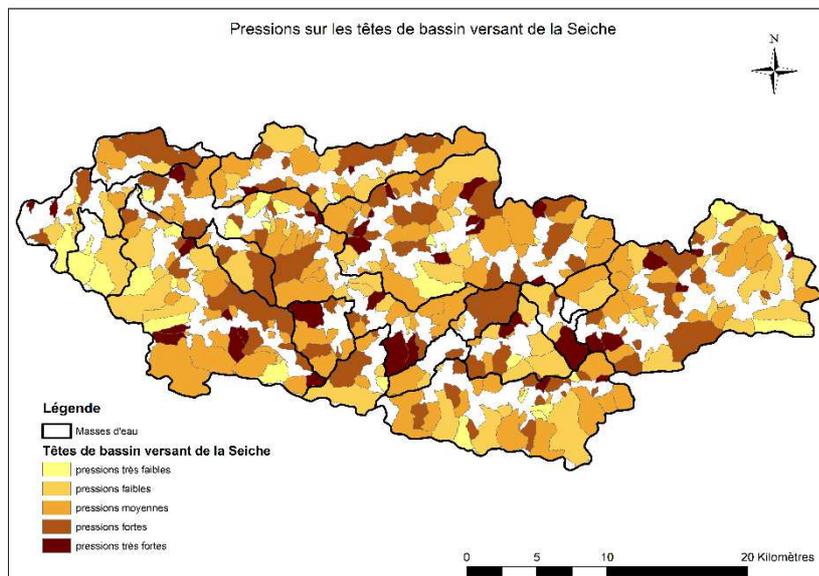
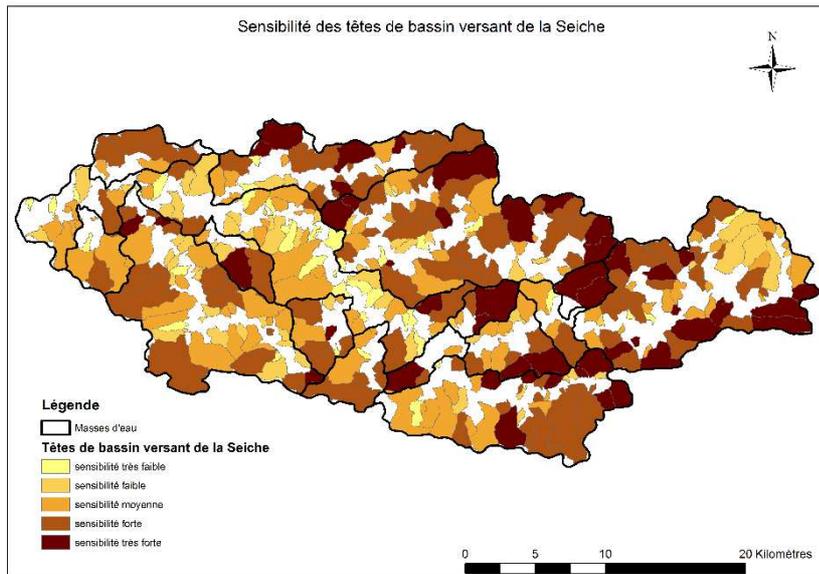
Tableau 7 : Critère de risque de fragmentation des cours d'eau

Obstacles		
Critère	Source	Description
Risque de fragmentation	BD_TOPO ICE	$Frag_{route} = \frac{\text{Nombre de routes, de chemins et de voies ferrées intersectant le cours d'eau}}{\text{longueur de cours d'eau (km)}}$

Annexe 2 : Cartes de synthèse de la hiérarchisation des têtes de bassin versant de la Flume



Annexe 3 : Cartes de synthèse de la hiérarchisation des têtes de bassin versant de la Seiche



Priorisation des têtes de bassin versant de la Seiche

