

Retours d'expériences techniques

Chapitre 11 Tête de bassin versant

Suite aux nombreux travaux menés sur le territoire Bretagne, Pays de la Loire de mise en œuvre des dispositions 11A-1 et 11A-2 du Chapitre 11 du SDAGE Loire-Bretagne, la présente note a été réalisée en concertation avec les différents acteurs ayant engagé une réflexion sur les têtes de bassin versant dans le cadre des SAGE. Elle est susceptible d'évoluer et d'être complétée si besoin.

A Objectifs

Les trois principaux objectifs de cette note sont les suivants :

- ✓ Appuyer les SAGE des régions Bretagne, Pays de la Loire dans la prise en compte des têtes de bassin versant,
- ✓ Recenser les recommandations techniques issues de ces différents travaux et réflexions actuelles sur la prise en considération des têtes de bassin versant dans le cadre des SAGE au sein d'une note technique partagée,
- ✓ Aider à l'appropriation locale de cette démarche.

B Rappel des travaux effectués sur le territoire Bretagne, Pays de la Loire

La synthèse des travaux sur les têtes de bassin dans le cadre des SAGE a été réalisée sur le territoire Bretagne, Pays de la Loire sur la période 2011-2017 (cf. Tableau 1).

Tableau 1 : Synthèse des travaux sur les têtes de bassin dans le cadre des SAGE

Date	Structure	Auteur et intitulé
2011	Syndicat Mixte du SAGE Couesnon (35)	Choucard, Pauline, 2011 , Elaboration d'une méthodologie d'inventaire cartographique et de hiérarchisation des têtes de bassin versant dans le contexte armoricain - Application au bassin versant du Couesnon
2012	Syndicat Mixte du SAGE Couesnon (35)	Jan, Alexandre, 2012 , Proposition d'une méthodologie de priorisation des cours d'eau de tête de bassin versant selon l'enjeu « morphologie »
2013	IIBS : SAGE Huisne, Sarthe amont, Sarthe aval (61,28,72,53,49)	Henner, Raphaëlle, 2013 , Les têtes de bassin versant, des espaces à considérer pour une gestion durable et intégrée de la ressource en eau - Identification cartographique, mise en place d'une méthodologie de caractérisation des pressions, proposition d'objectifs et de règles de gestion sur le bassin de la Sarthe
2015	SYLOA (SAGE estuaire de la Loire (44 & 49)	Salpin, Benoît, 2015 , Elaboration d'une démarche concertée d'inventaire cartographique et de caractérisation des têtes de bassin versant du périmètre du SAGE estuaire de la Loire »
2015	Jaudy Guindy Bizien (22)	Corre, Léna, 2015 , Etude des têtes de bassin versant des secteurs prioritaires du contrat territorial 2014-2018
2015	SMEGA (22)	Thérin E., Varoquier S., Jacob F., 2015 , Évaluation des atteintes aux têtes de bassin versant, Caractérisation et hiérarchisation
2017	SAGE	Guesdon, Brice, non publié , démarche en cours

	Cornouaille (29)	
2017	EPTB Vilaine (35)	Cirou, Julien, 2017 : « Elaboration d'une méthode de délimitation et de caractérisation des têtes de bassin versant de la Vilaine par approche cartographique – application aux bassins versants de l’Aff et du Don »
2017	FMA - CD29 (29)	CAMA, Augier, Alix, 2017 , Étude sur les têtes de bassin versant en Finistère

C Définition de la tête de bassin versant

Avant de définir les têtes de bassin versant, il est essentiel de rappeler leurs spécificités :

Extrait du SDAGE 2016 – 2021 :

« À l'extrême amont des cours d'eau, les têtes de bassin représentent notre « capital hydrologique ». Elles constituent un milieu écologique marqué par des spécificités (zone d'interface entre les milieux aquatiques et terrestres, très petits cours d'eau parfois intermittents et à faible puissance spécifique, zones humides nombreuses souvent de faible surface...).

Les têtes de bassin versant constituent des lieux privilégiés dans les processus d'épuration de l'eau, contribuent à la régulation des régimes hydrologiques et abritent des habitats d'une grande biodiversité avec une faune et une flore spécifiques à ces milieux, d'intérêt national voire communautaire : le saumon atlantique, notamment la souche Loire-Allier, la truite fario, le chabot, le toxostome, l'ombre commun, la lamproie de Planer, l'écrevisse à pieds blancs, la moule perlière... Par leurs services écosystémiques, elles conditionnent ainsi, et de façon primordiale, l'état des ressources en eau de l'aval, en quantité et en qualité, et de la biodiversité.

L'accomplissement de ces différentes fonctions implique la préservation de ces milieux sensibles, fragiles et vulnérables. Considérés pour partie comme des secteurs préservés, ces milieux font encore actuellement l'objet de pressions importantes, et spécifiques, entre autres liées aux activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisation, tourisme). »

Pour aller plus loin sur les spécificités des têtes bassin versant : Meyer *et al.*, 2007 ; Baudoin, 2007 ; Guerold *et al.*, 2011 ; Lheritier, 2012.

Le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 propose une définition de la tête de bassin versant :

« Les têtes de bassin versant s'entendent comme les bassins versants des cours d'eau dont le rang de Strahler est inférieur ou égal à 2 et dont la pente est supérieure à 1 %. Ce critère de pente peut être adapté localement pour les cours d'eau à faible puissance spécifique présentant un risque de non atteinte des objectifs environnementaux. »

✓ **Critère de pente :**

L'adaptation du critère de pente n'était pas présente dans le document du SDAGE 2010-2015, ce qui explique l'évolution des choix effectués par les SAGE en fonction des années.

Dans la majorité des études sur le territoire Bretagne, Pays de la Loire, le critère de pente n'a pas été retenu pour plusieurs raisons. Premièrement, pour des raisons techniques, ce critère est difficile à caractériser avec précision (ex : précision des Modèles Numériques de Terrain, tronçon de faible longueur, pente de la vallée différente de la pente du cours d'eau...). Deuxièmement, l'application de ce critère exclut des milieux fragiles en tête de bassin (ex : faible puissance spécifique, cours d'eau

naturellement méandriforme...) et ce seuil à 1% ne trouve pas de justification dans la littérature scientifique. Enfin, son application pose des soucis de cohérence à l'échelle du territoire étudié (ex : masses d'eau présentant des objectifs environnementaux différents, pente supérieure et inférieure à 1% au sein d'une même tête de bassin versant...).

✓ **Référentiel cours d'eau utilisé :**

La cartographie des têtes de bassin versant repose sur l'utilisation d'un référentiel hydrographique à disposition présentant un degré d'exhaustivité élevé (ex : inventaire terrain des cours d'eau de qualité). En l'absence de ces données, il faudra utiliser à minima la BD TOPO en rappelant les limites de ce référentiel en termes d'exhaustivité. Une analyse complémentaire pourra être réalisée afin d'intégrer les cours d'eau enterrés par busage, drainage ou comblement (Le Bihan, 2009 ; Mathieu, 2010 ; Guillerme, 2015).

✓ **Cas particuliers :**

Les cas particuliers doivent nécessiter une réflexion spécifique (ex : zones de marais, petits cours d'eau côtiers, zone estuarienne, biefs, linéaires courts) menant à préciser les modalités de prise en compte à l'échelle locale de ces linéaires pour l'étape de cartographie (ex : non prise en compte, adaptation...).

D Etape de cartographie

Le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 fournit le cadre de la démarche de cartographie :

Extrait du SDAGE 2016 – 2021 :

Disposition 11A-1 : les SAGE comprennent systématiquement un inventaire des zones de tête de bassin versant et une analyse de leurs caractéristiques, notamment écologiques et hydrologiques, établis en concertation avec les acteurs du territoire.

Disposition 11A-2 : A l'issue de l'inventaire, les SAGE hiérarchisent les têtes de bassin versant en fonction des pressions et de l'état des masses d'eau. Ils définissent des objectifs et des principes de gestion adaptés à la préservation et à la restauration du bon état, pour les secteurs à forts enjeux, déterminés en concertation avec les acteurs du territoire.

Disposition 11B1 : la CLE sensibilise sur l'intérêt de la préservation des têtes de bassin versant. Leur rôle bénéfique sera mis en avant, sur la base d'exemples locaux reconnus.

L'étape de cartographie dépend des choix effectués dans la précision de la définition des têtes de bassin versant (critères, référentiel...).

Différentes solutions techniques sont mobilisables pour réaliser l'étape de cartographie (cf. Tableau 2) :

Tableau 2 : Synthèse des méthodes de cartographie des têtes de bassin versant

Rapport (auteur, date)	MNT (précision)	Logiciels	Formalisation de la méthode (oui/non)
CHOUCARD P., 2011 (Syndicat Mixte du Sage Couesnon)	BD Alti 50 m	Arcmap et ArcCatalog (ArcGIS) Rivex : http://www.rivex.co.uk/ : environ 50 euros ; a priori plus disponible en 2017 Hawth's tool : <a href="http://www.spatial ecology.com/ht
ools/tool desc.php">http://www.spatial ecology.com/ht ools/tool desc.php : gratuit QGIS et l'outil WPS « pts2watershed » de l'agrocampus : http://www.qgis.org/ : gratuit	Voir note méthodologie SIG pour la délimitation des têtes de bassin versant – version Mars 2012
HENNER R., 2013 (IIBS : SAGE Huisne, Sarthe amont, Sarthe aval)	BD Alti 25m	ArcGIS et Spatial analyst	1- Création d'un réseau hydrographique théorique 2 – Mise en place de l'ordination de Stralher 3 – Calcul des pentes 4 – Délimitation des têtes de bassin versant.
SALPIN B., 2015 pour SYLOA (SAGE estuaire de la Loire)	RGE Alti 5 m (source : IGN)	QGIS, et Grass GIS version 2.15 (Valmiera)	Oui procédure disponible sur demande au SYLOA
CORRE L., 2015 (Jaudy Guindy Bizien)	BD alti 25 m	Arc GIS 8.3 extensions spatial analyste, 3 D analyste, arc hydro tools	Non. Méthode réalisée en 2010
THERIN E., VAROQUIER S., JACOB F., 2015 (SMEGA)	RGE Alti 5 m (source : IGN)	QGIS 2.8.1 Grass 7.0 PostGis	Non
CIROU J., 2017 (pour SAGE Vilaine)	RGE Alti 5 m (source : IGN)	Logiciel : ArcMap® 10.3.1 (licence standard). Modules : Spatial Analyst, 3D Analyst, ETGeoWizard et Arc Hydro Tools (sous ArcGis), module Strahler (sous QGIS 2.14.12) -> Arc Hydro Tools : important pour la délimitation (outils de modélisation : génération de bassins versants et de réseaux, calcul d'attributs hydrogéométriques, ...).	Oui (procédure disponible sur demande à l'EPTB, en cours)
AUGIER A., 2017 (FMA-CD 29)	50 m avec le WPS d'Agrocampus Ouest	QGIS version Essen 2.14	Non
	5 m avec correction du MNT sous GRASS GIS	QGIS et GRASS GIS version Essen 2.14	Non. Prévues en 2018

Une analyse des avantages et limites a été réalisée par les auteurs des différents rapports et est présentée au sein du tableau 3 :

Tableau 3 : Analyse des méthodes de cartographie des têtes de bassin versant

Rapport (auteur, date)	Avantages	Limites	Observations
CHOUCARD P., 2011 (Syndicat Mixte du Sage Couesnon)		En 2017, QGIS permet de réaliser l'ensemble de ces géotraitements	Attention : le SAGE Couesnon a retenu le critère pente (étude de 2011)
HENNER R., 2013 (IIBS : SAGE Huisne, Sarthe amont, Sarthe aval)	A une petite échelle, le recours au MNT permet de s'affranchir du manque d'inventaire précis de cours d'eau	Le MNT ne peut délimiter le réseau hydrographique de manière précise. Il ne prend en compte les prédispositions hydrogéologiques et les modifications anthropiques. Un travail de redécoupage des TdBv est nécessaire pour se rapprocher de la réalité (comparaison avec BD topo ou BD Carthage).	Délimitation en prenant en compte les cours d'eau de rang de stralher 1 et 2 et pente supérieure à 1%
CORRE L., 2015 (Jaudy Guindy Bizien)	Délimitation fine des sous bassins versants jusqu'aux ordres 1. Outil performant.	Méthode qui dépend des données initiales : plus de précision si inventaire cours d'eau à jour et de « bonne qualité de numérisation » et d'un MNT plus précis. Logiciel et extensions payantes. Nécessité d'avoir de bonnes compétences en SIG.	Ancienne version de ArcGIs, sûrement que des logiciels plus récents seraient plus puissants.
THERIN E., VAROQUIER S., JACOB F., 2015 (SMEGA)	- Disponibilité des outils - Reproductibilité de la méthode	- méthodologie nécessitant une maîtrise des outils informatiques (GRASS + PostGis) - résultats variables en fonction de la précision du recensement des réseaux de cours d'eau (renvoi à la définition et à l'identification des cours d'eau) = nécessite une donnée homogène si délimitation réalisée sur un grand périmètre	- homogénéité des données de recensement des cours d'eau nécessaire sur le territoire retenu, plus le référentiel sera précis, plus les têtes de bassin seront nombreuses et petites
SALPIN B. 2015 pour SYLOA (SAGE estuaire de la Loire)	Logiciels libres pas de nécessité d'acquérir de logiciel dédié	1- Nécessite de disposer d'un référentiel hydrographique très précis et propre (topologie) pour que les traitements fonctionnent. 2- Du fait de la taille du territoire du SAGE (3500Km ²) nous avons dû délimiter les TBV en 2 fois car sinon le SIG ne pouvait pas réaliser le traitement (données trop volumineuses) 3- Cas particulier des petits cours d'eau côtiers et zones de marais qui a nécessité un nettoyage à posteriori des TBV délimitées. 4- Inventaire des TBV dépend de la qualité des inventaires cours d'eau (hétérogène	- Critère de pente non retenu Réseau hydrographique utilisé : inventaires des cours d'eau validés par la CLE et repris par les DDT(M) pour les inventaires cours d'eau « police de l'eau »

		selon les territoires)	
CIROU J., 2017 (pour SAGE Vilaine)	Rapidité notamment grâce à l'automatisation d'une partie du processus, à l'aide des constructeurs de modèle ArcGis Reproductible sur un grand territoire	1- Du fait du seuil d'accumulation choisi (limité à la délimitation de zones de 10 ha min), quelques TBV n'ont pas pu être délimitées (pas de réseau de point bas associé). 2- Quelques TBV n'ont pas pu être délimitées par absence de cours d'eau identifié dans l'inventaire (alors qu'un réseau de point bas existait). Dans certains cas, cela peut correspondre à des cours d'eau enterrés ou non recensés 3- Méthode essentiellement basée sur les données d'altitude du MNT (de précision discutable) : il s'agit donc d'une délimitation de bassins topographiques et non hydrologiques.	- Critère de pente non retenu - Réseau hydrographique utilisé : inventaires des cours d'eau validés par la CLE
AUGIER A., 2017 (FMA-CD 29)	Outil plus accessible en termes de technicité SIG car il n'y a pas besoin d'utiliser les outils de GRASS GIS	Outil basé sur un MNT de 50 m (moins précis que le 5 m). Nécessité de déplacer manuellement des exutoires pour délimiter certaines TBV. Malgré le déplacement des exutoires plus en amont sur le cours d'eau de TBV, parfois de par leurs positions, il n'est pas toujours possible de délimiter certaines TBV. Aussi, certaines TBV contiguës sont mal subdivisées	Critère de pente non retenu. Référentiel hydrographique utilisé : Inventaire départemental des cours d'eau du Finistère (validé par arrêté préfectoral)
	MNT de 5 m est plus précis. Délimitation de toutes les TBV et pas de TBV contiguës mal subdivisées.	Moins accessible en termes de technicité SIG (outils GRASS GIS). L'étape de fusion des bassins versants unitaires (sous-bassins) pour délimiter les TBV peut apparaître fastidieuse. Parfois, il y a des anomalies d'écoulement qui apparaissent sur le réseau hydrographique théorique mais il existe une technique pour les corriger. Ces anomalies sont dues à la présence d'un obstacle (pont, route) qui a été mal intégré au MNT.	

Le choix de la méthode dépend essentiellement des contraintes techniques (accès aux MNT, accès aux logiciels) ainsi que des critères de cartographie (avec ou sans le critère de pente).

Le traitement des cas particuliers doit être effectué au cours de la phase de cartographie (ex : traitement des biefs ...).

Il est conseillé de ne pas prendre en compte les cours d'eau de moins de 100 m de long pour la phase de cartographie uniquement. Ces cours d'eau pourront être affichés en rang 0 (élément essentiel car pressions importantes sur ces milieux).

Des échanges pourront avoir lieu avec des scientifiques de l'Université de Rennes 1 pour avoir un regard sur les méthodes mises en œuvre (exemple : Anne-Julia Rollet, Hervé Squidant) et les réflexions de l'ATBVB de décembre 2017 seront susceptibles d'alimenter cette réflexion.

Le rendu de la cartographie est susceptible de générer des craintes et une certaine incompréhension vis-à-vis de la finalité de la démarche. Par conséquent, il apparaît essentiel de rappeler l'objectif de cette carte (pas de portée réglementaire mais prise de conscience, étape intermédiaire avant la hiérarchisation...). Un **accompagnement pédagogique** de cette première cartographie doit avoir lieu et doit être adapté aux différents interlocuteurs (élus, riverains, agriculteurs, forestiers...). En effet, cette étape de communication est déterminante pour la suite de la démarche.

Dans certaines conditions, il peut être préférable de ne pas présenter cette carte et de préférer la présentation de la proportion des surfaces en tête de bassin par rapport au bassin versant ainsi que la proportion des cours d'eau en TBV par rapport au linéaire du réseau hydrographique sur le bassin versant. Cette présentation doit être mise en parallèle avec l'organisation fractale des milieux naturels (ex : lien réseau sanguin, réseau des nervures des feuilles, des arbres...).

Dans la littérature scientifique, les cours d'eau en tête de bassin versant (rangs de Strahler 1 et 2 à l'échelle 1 : 25 000) représentent environ de 60 à 85 % de la longueur totale du réseau hydrographique (Schumm, 1956 ; Shreve, 1969 ; Meyer & Wallace, 2001 ; Peterson *et al.*, 2001 ; Meyer *et al.*, 2003 ; Gomi *et al.*, 2002 ; Benda *et al.*, 2005 ; MacDonald & Coe, 2007). Leurs bassins versants drainent entre 70 et 80% de la superficie totale du BV (MacDonald & Coe 2007).

Exemples sur des territoires en Bretagne, Pays de la Loire

	Territoire étudié	% TBV sur le BV	% CE en TBV sur le BV
CHOUCARD P., 2011 (Syndicat Mixte du Sage Couesnon)	SAGE Couesnon	48%	48%
HENNER R., 2013 (IIBS : SAGE Huisne, Sarthe amont, Sarthe aval)	Huisne	60%	57%
	Sarthe Amont	59,7 %	75%
	Sarthe Aval	47,7%	43%
Jaudy Guindy Bizien (22)	Bassins versants du Jaudy-Guindy-Bizien et ruisseaux côtiers de l'anse de Perros-Guirec au sillon du Talbert (Pleubian)	62 %	65 %
THERIN E., VAROQUIER S., JACOB F., 2015 (SMEGA)	Côtiers de la baie de Paimpol (référentiel hydrographique issu d'un inventaire)	67,70 %	79,27 %
	Grand Trieux (référentiel hydrographique issu de la BD Topo)	72,32 %	71,19 %
SALPIN B. 2015 pour SYLOA (SAGE estuaire)	SAGE estuaire de la Loire (44 et 49)	63%	63%

de la Loire)			
CIROU J., 2017 (pour SAGE Vilaine)	Don Aff	72.8% 71.5%	72.5% 70.0%
AUGIER A., 2017 (FMA-CD 29)	Masse d'eau du ruisseau de Landunvez	65%	66%
	Masse d'eau du Guillec	73%	67%
AUGIER A., 2017 (FMA-CD 29)	Masse d'eau du Kériner	70%	72%
	Masse d'eau du Beurc'hoat	74%	73%

E Etape de caractérisation

Une fois l'inventaire des têtes de bassin versant effectué, l'étape de caractérisation débute. Elle a pour objectif d'améliorer les connaissances sur l'état ainsi que les pressions en tête de bassin versant.

Les territoires sur lesquels cette démarche est susceptible d'être mise en place sont très hétérogènes (ex : superficie du territoire d'intervention, état d'avancement dans l'acquisition de connaissance de terrain sur les têtes de bassin...).

Ces constats amènent à réaliser un choix dans les données à pouvoir mobiliser :

- ✓ Données SIG et de terrain disponibles,
- ✓ Données SIG uniquement.

L'utilisation des données présente des limites notamment sur l'homogénéité de la donnée (données incomplètes, qualité de la donnée, imprécision des données...). En effet, les données sont davantage disponibles sur les écosystèmes à l'aval.

Cette étape de caractérisation peut notamment s'appuyer sur les études suivantes :

- Julien Cirou a mené un travail exploratoire en 2017 menant à regrouper les critères en famille (ex : indices de morphologie générale de la TdBV, critères de risques et enjeux : Occupation du sol et dérivés, Haies, Plans d'eau, Zones humides, Espaces protégés et frayères, Fragmentation-obstacles-enterrement). Des analyses par tête de bassin versant sont également présentées dans ce rapport.

- Un tableau de synthèse des critères de caractérisation des têtes de bassin versant utilisés dans différentes études (cf. tableau 1) a été réalisé dans le cadre de l'étude sur les têtes de bassin versant du Finistère (FMA-CD29, Augier, 2017). L'objectif principal de ce tableau est de fournir un appui technique pour le choix des critères servant à la caractérisation et à la hiérarchisation. Il est disponible sur demande auprès du FMA (document provisoire en cours de finalisation).

F Etape de hiérarchisation

Au préalable, il apparaît essentiel de bien définir les objectifs de la hiérarchisation. En effet, la logique peut différer selon la taille du territoire et si elle s'effectue dans le cadre d'un SAGE ou dans le cadre de la programmation du CTMA.

Une réflexion doit ensuite être engagée sur le choix des enjeux dans le cadre de la hiérarchisation. Sur quels enjeux les têtes de bassin versant constituent un levier sur le territoire d'intervention (quantité d'eau, qualité d'eau, biodiversité ...) ?

Il semble pertinent de retenir deux échelles complémentaires pour la hiérarchisation :

- ✓ **par masse d'eau** (enjeux DCE) : pour caractériser les enjeux à grande échelle
- ✓ **par tête de bassin versant** : sur la base des connaissances locales ainsi que des résultats de la caractérisation, pour la définition des priorités d'action qui seront mises en œuvre par différents partenaires (Syndicats de rivière, EPCI...)

La construction de la hiérarchisation doit conserver la nécessité de tendre vers une démarche « simple », facile à comprendre pour tout acteur extérieur à la démarche. Ainsi, il est pertinent de construire une logique de notation localement. Lorsque les seuils de la littérature scientifique sont disponibles, il est pertinent de les retenir pour construire la notation.

Ainsi, un exemple de rendu de la hiérarchisation peut donc être de retenir les masses d'eau prioritaires d'un SAGE donné et dans un second temps de sélectionner au sein des masses d'eau retenues les têtes de bassin versant prioritaires.

AUTEURS DE CETTE NOTE :

- Agence Française pour la Biodiversité (Direction Bretagne, Pays de la Loire) : Mikaël LE BIHAN
- Forum des Marais Atlantiques : Anaëlle Magueur, Alix Augier
- Institut d'Aménagement de la Vilaine : Nathalie Pêcheux
- Institution Interdépartementale du Bassin de la Sarthe : Vincent TOREAU
- Syndicat Loire Aval (SYLOA) : Arnaud Mével
- Syndicat Mixte Environnemental du Goëlo et de l'Argoat : Emmanuel Therin
- Syndicat mixte des bassins versants du Jaudy-Guindy-Bizien : Léna Corre
- Syndicat Mixte du SAGE Couesnon : Sylvie Le Roy



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUGIER, 2017**, Étude de la prise en compte du SDAGE Loire-Bretagne sur les têtes de bassin versant en Finistère, rapport réalisé dans le cadre d'un stage, Forum des Marais Atlantiques en partenariat avec Conseil départemental du Finistère, 70 pages.
- BAUDOIN J.M., 2007**, Biodiversité et fonctionnement de cours d'eau forestiers de tête de bassin : Effet de l'acidification anthropique et d'une restauration, Thèse Discipline Ecologie, Spécialité Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes, Université Paul Verlaine de Metz, 221 pages.
- BENDA L., HASSAN M.-A., CHURCH M. & MAY C.-L., 2005**, Geomorphology of steepland headwaters : the transition from hillslopes to channels, *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, **41** (4), 835-851.
- CIROU, 2017**, Elaboration d'une méthode de délimitation et de caractérisation des têtes de bassin versant de la Vilaine par approche cartographique – Application aux bassins versants de l'Aff et du Don, Rapport de stage, Institut d'Aménagement de la Vilaine / Agro Campus Ouest, 31 pages.
- GOMI T., SIDLE R.C. & RICHARDSON J.S., 2002**, Understanding processes and downstream linkages of headwater systems. *Bioscience* 52(10), 905-916.
- JAN, 2012**
- JAN A., 2013**, Etude du fonctionnement hydromorphologique de référence des cours d'eau en tête de bassin versant sur le Massif Armoricaïn, Rapport de stage M2, ONEMA Dir2 / Université de Rennes 1, 30 pages.
- GUILLERME, 2015**, Caractérisation de la pression « enterrement des cours d'eau » sur le territoire Bretagne – Pays de la Loire, Rapport de stage M2, ONEMA Dir2 / Université de Rennes 1, 31 pages.
- HENNER, R., 2013**, Les têtes de bassin versant, des espaces à considérer pour une gestion durable et intégrée de la ressource en eau. Mémoire de Master de géographie Sociétés, Territoires, Aménagement, Environnement et Risques - Université de Caen, 128 p., disponible sur [http://www.bassin-sarthe.org/assets/documents/pdf/RapportStageTdBV_R.Henner_09-2013 .pdf](http://www.bassin-sarthe.org/assets/documents/pdf/RapportStageTdBV_R.Henner_09-2013.pdf)
- LHERITIER, N., 2012**. Les têtes de bassin : de la cartographie aux échelles mondiale et française à la caractérisation des ruisseaux limousins. Thèse de doctorat en géographie - Université de Limoges .
- LE BIHAN M., 2009**, L'enterrement des cours d'eau en tête de bassin en Moselle (57), Rapport de stage, ONEMA/Université Paul Verlaine Metz, 49 pages.
- MATHIEU, 2010**, Quels pré-requis pour la restauration des cours d'eau enterrés en tête de bassin ? Rapport de stage, ONEMA/Université de Rennes 1, 36 pages.
- MACDONALD, L.H. & COE, D., 2007**, Influence of headwater streams on downstream reaches in forested areas. *Forest Science* 53(2), 148-168.
- MEYER J.L. & WALLACE J.B., 2001**, Lost Linkages and Lotic Ecology : Rediscovering Small Streams, *Ecology : Achievement and Challenge*, 295-317.
- MEYER J.L., STRAYER D.L., WALLACE J.B., EGGERT S.L., HELFMAN G.S & LEONARD N.E., 2007**, The contribution of headwaters streams to biodiversity in river networks, *Journal of the American water resources association (JAWRA)*, **43** (1), 86-103. **MEYER J.L. & WALLACE J.B., 2001**, Lost Linkages and Lotic Ecology : Rediscovering Small Streams, *Ecology : Achievement and Challenge*, 295-317.

PETERSON B.J., WOLLHEIM W.M., MULHOLLAND P.J., WEBSTER J.R., MEYER J.L., TANK J.L., MARTI E., BOWDEN W.B., VALETT H.M., HERSHEY A.E., MCDOWELL W.H., DODDS W.K., HAMILTON S.K., GREGORY S. & MORRALL D.D., 2001, Control of nitrogen export from watersheds by headwater streams. *Science* 292(5514), 86-90.

SALPIN, B., 2016, Elaboration d'une démarche concertée d'inventaire cartographique et de caractérisation des têtes de bassin versant du périmètre du SAGE estuaire de la Loire.

S.I. : Université de Rennes 1.

SCHUMM S.A., 1956 (in Benda et al., 2005), Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, *Bulletin of the Geological Society of America*, **67**, 597-646.

SHREVE R.W., 1969 (in Benda et al., 2005), Stream lengths and basin areas in topologically random channel networks, *Journal of Geology*, **77**, 397-414.

TIXIER G., DANGER M., FELTEN V., MAUNOURY-DANGER F., DEVIN S. & GUEROLD F., 2012, Enjeux des têtes de bassins versants pour la préservation et la restauration du bon état des masses d'eau, Rapport d'étape, ONEMA / LIEC-Université de Lorraine, 28 pages.

THERIN, E., VAROQUIER, S. & JACOB, F. 2015, Évaluation des atteintes aux têtes de bassin versant Caractérisation & hiérarchisation. Rapport du Syndicat Mixte Environnemental Goëlo Argoat, p. 154.