

"Comment étudier les têtes de bassin versant ?"
Méthodes de cartographie, caractérisation et hiérarchisation
des têtes de bassin versant sur un territoire
Journée du réseau régional des animateurs SAGE

Mikaël Le Bihan - Direction Bretagne, Pays de la Loire de l'AFB



29 Juin 2018

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Le SDAGE Loire-Bretagne 2016 - 2021

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 11B-1 : 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.

Définition d'une tête de bassin versant



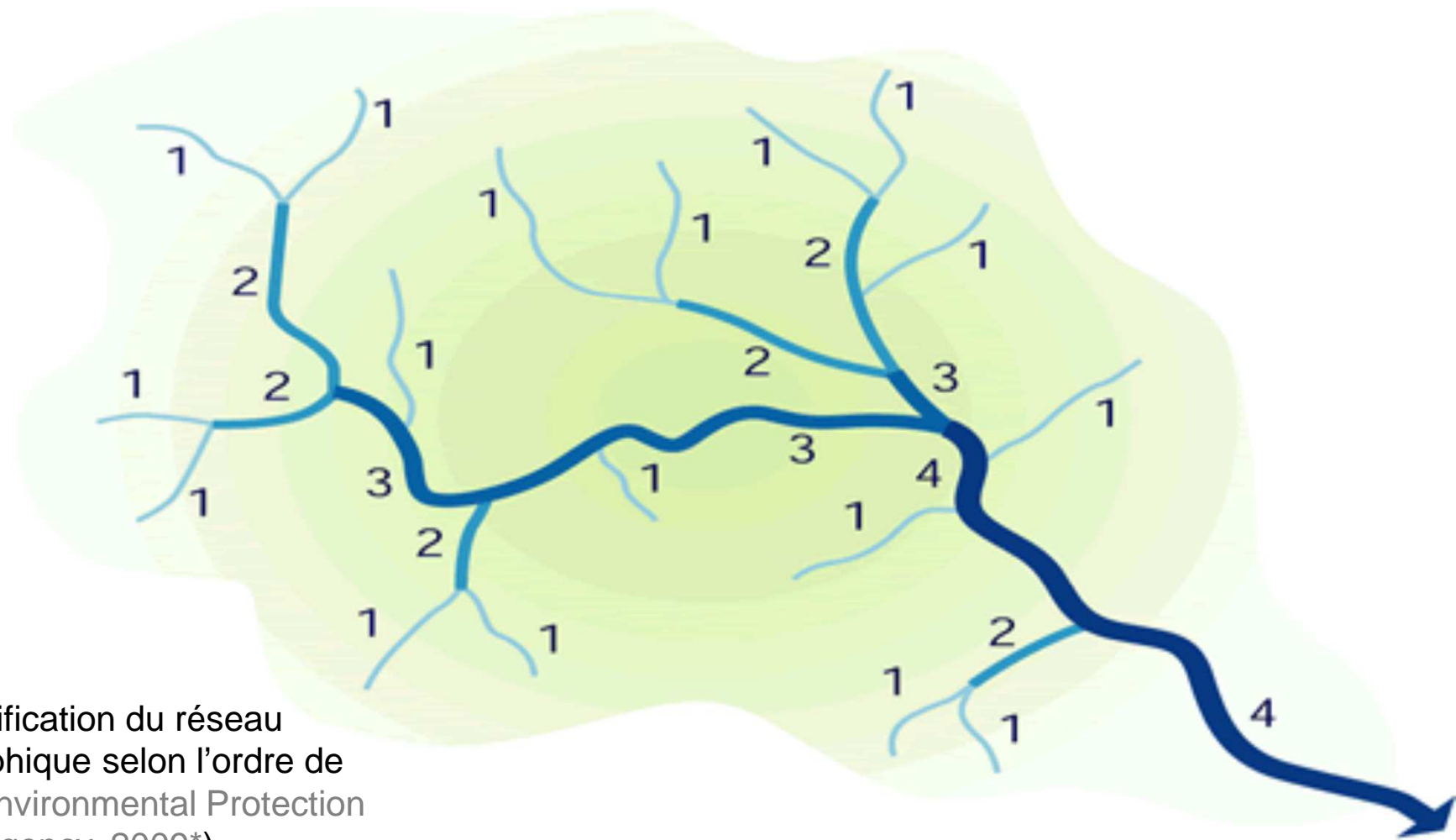
Qu'est ce qu'un cours d'eau en tête de bassin versant ?

- Extrémité amont du réseau hydrographique
- Nombreuses définitions techniques existantes



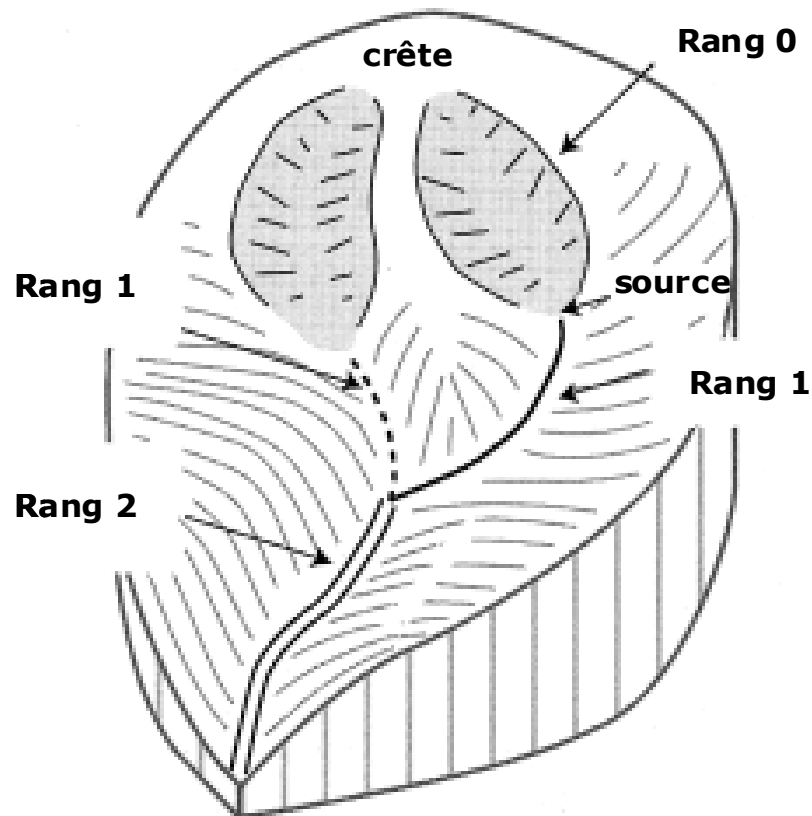
Critères	Description	Auteurs
Superficie du BV	< 2 km ² < 10 km ² (TPME de la DCE) < 50 km ²	Adams & Spotila, 2005* Brummer & Montgomery, 2003 ; MacDonald and Coe, 2007 Meyer <i>et al.</i> , 2003
Gabarit du lit mineur	généralement inférieure à 1 mètre de large	Wipfli <i>et al.</i> , 2007*
	généralement inférieure à 2 mètre de large	AERM, 2009*
Hydromorphologique	secteur à l'amont de « la zone de sédimentation dominante	Uchida <i>et al.</i> , 2005*
Hydrologique	la tête de bassin s'arrête quand c'est le ruisseau qui alimente la zone humide	Touchart, 2006
Hydrographique	Rang de Strahler 1 à 3 Rang de Strahler 1 à 2	Strahler, 1952 Vannote <i>et al.</i> , 1980


Qu'est ce qu'un cours d'eau en tête de bassin versant ?



Classification du réseau hydrographique selon l'ordre de Strahler (Environmental Protection Agency, 2009*)

Qu'est ce qu'un cours d'eau en tête de bassin versant ?

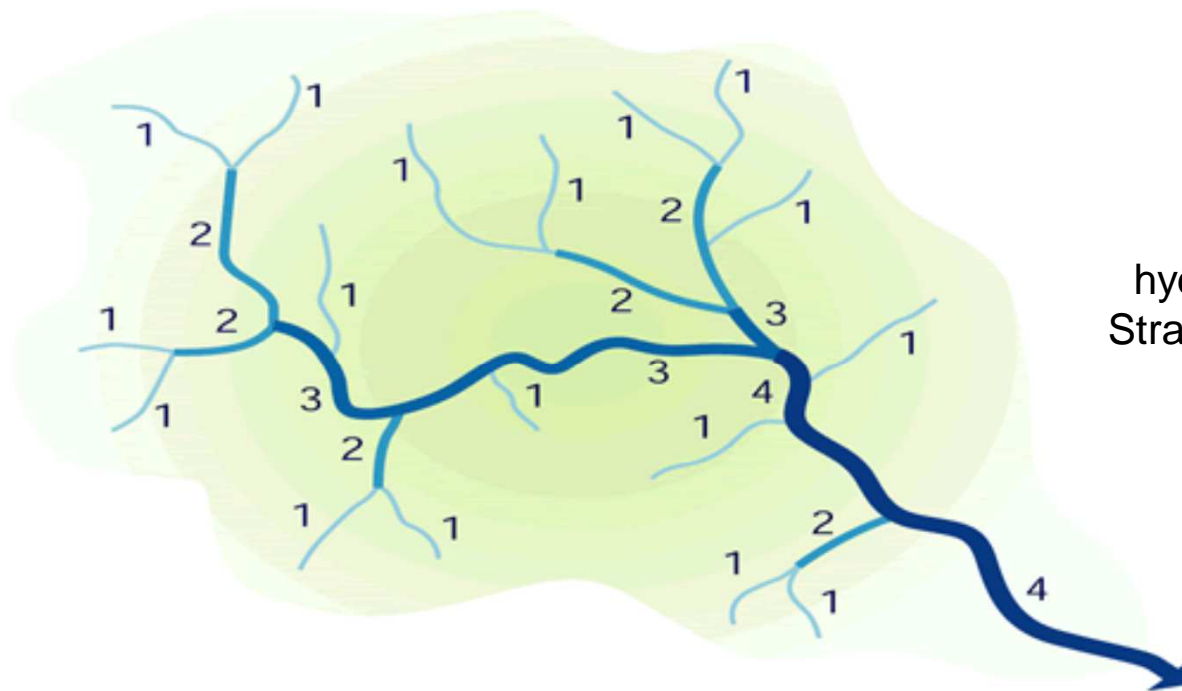


Définition des rangs 0 (zones de sources) comme les aires d'alimentation directes des cours d'eau (Benda *et al.*, 2005*) 

Organisation du réseau hydrographique en tête de bassin (Benda *et al.*, 2005*)

Qu'est ce qu'un cours d'eau en tête de bassin versant ?

- ● Cours d'eau de rang de Strahler 1 et 2 à l'échelle 1 : 25 000



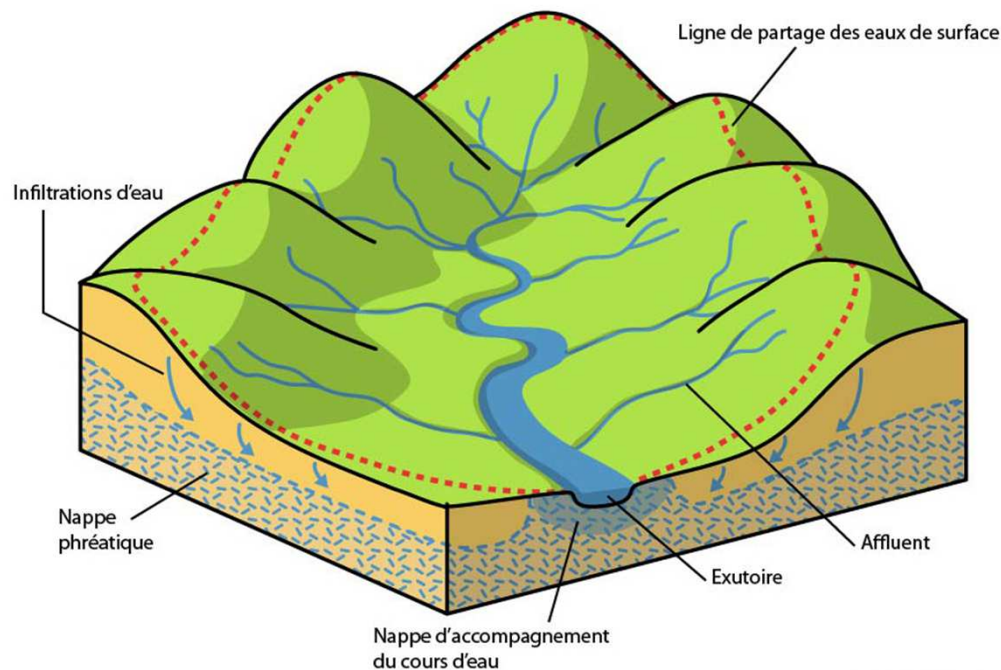
Classification du réseau hydrographique selon l'ordre de Strahler (Environmental Protection Agency, 2009*)

- Jusqu'aux zones de source avec leurs zones humides associées
- Cours d'eau généralement de largeur inférieure à 2 mètres

Qu'est ce qu'une tête de bassin versant ?

● Définition du SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021

- ✓ 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.



Le critère de pente évoqué est controversé
(retour d'observations de terrain,
ONEMA, 2014).

Qu'est ce qu'une tête de bassin versant ?

Position apicale

Répartition diffuse

Bassins versants des petits cours d'eau

Bassins versants des petits cours d'eau

Petits cours d'eau accompagnés de leurs zones humides adjacentes

Petits cours d'eau accompagnés de leurs zones humides adjacentes

1



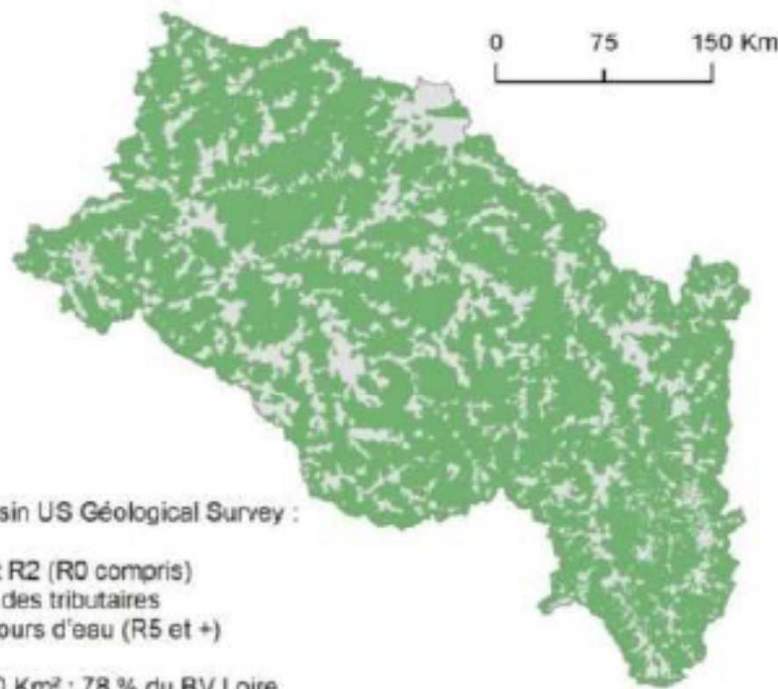
2



TBV ne constitue pas une notion clairement définie

Quel effet de la prise en compte ou non du critère de pente ?

sans critère
de pente

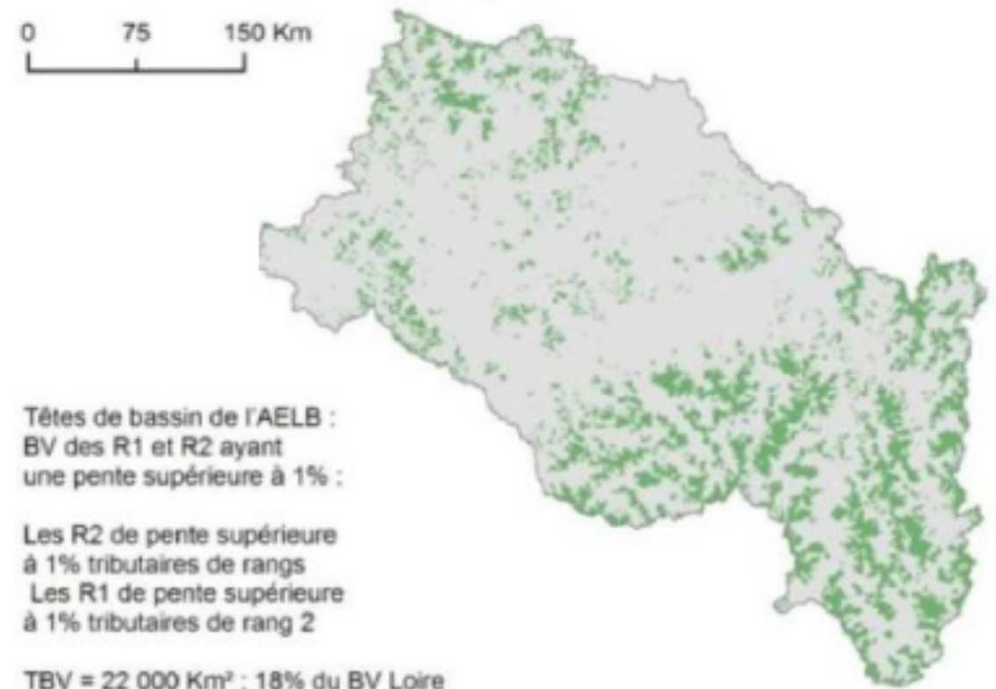


Têtes de bassin US Géological Survey :

BV des R1 et R2 (R0 compris)
À l'exception des tributaires
des grands cours d'eau (R5 et +)

TBV = 90 000 Km² ; 78 % du BV Loire

avec critère
de pente



Têtes de bassin de l'AELB :
BV des R1 et R2 ayant
une pente supérieure à 1% :

Les R2 de pente supérieure
à 1% tributaires de rangs
Les R1 de pente supérieure
à 1% tributaires de rang 2

TBV = 22 000 Km² ; 18% du BV Loire

Quel effet de la prise en compte ou non du critère de pente ?

SANS CRITERE DE PENTE

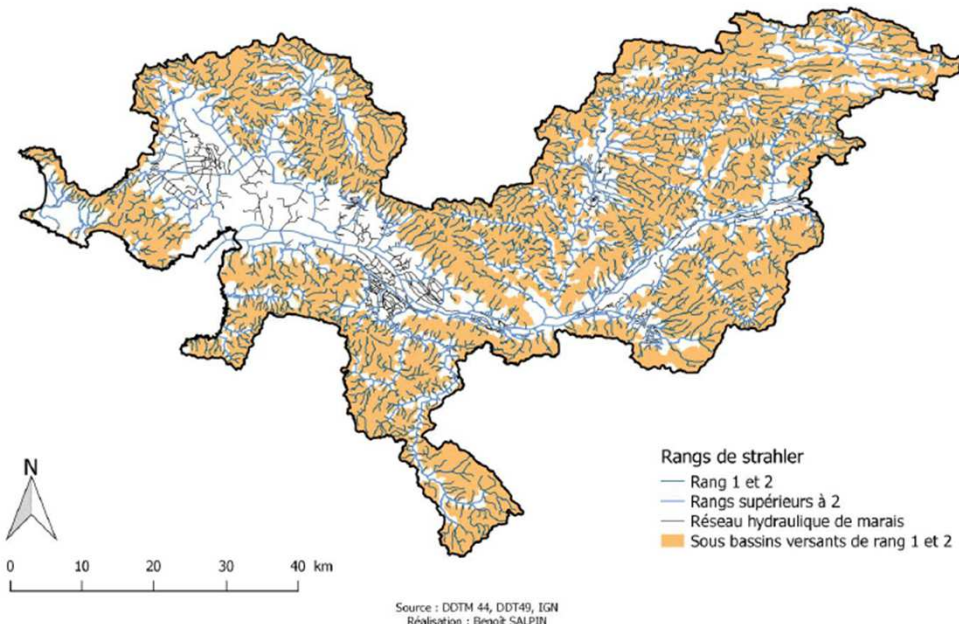


Figure 15 : Répartition surfacique des sous bassins versants de rang 1 et 2 du référentiel réglementaire

62 % de la superficie du bassin versant

AVEC CRITERE DE PENTE

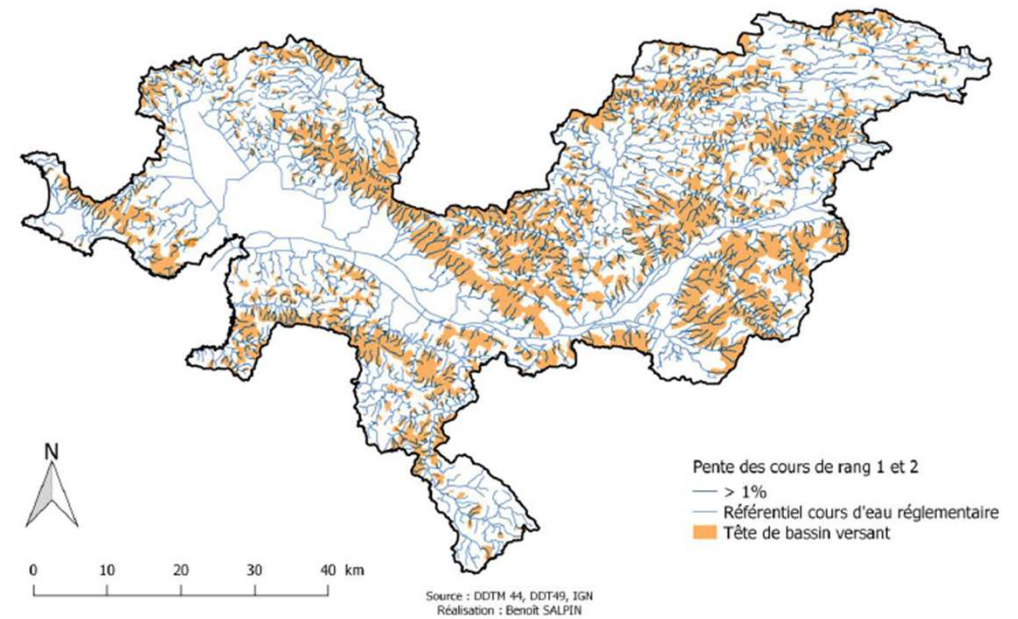


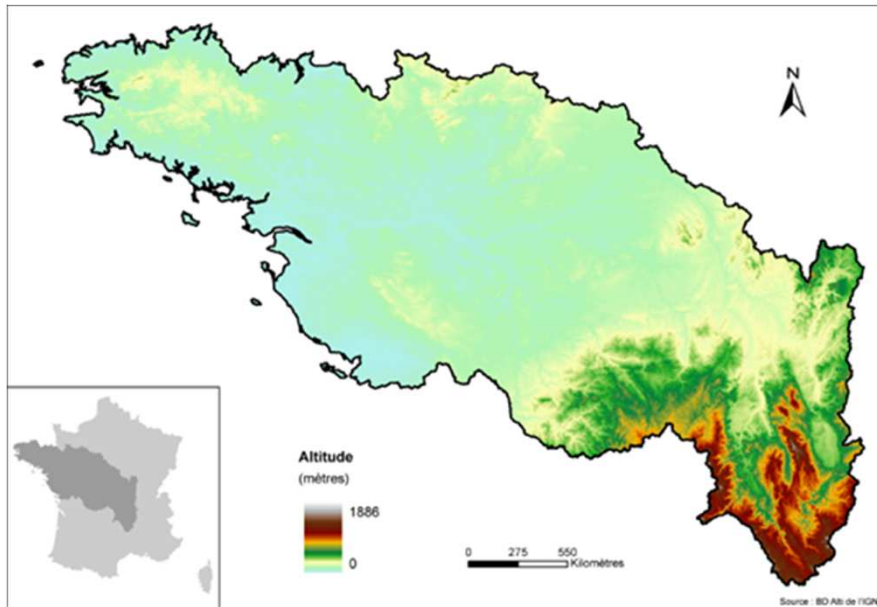
Figure 16 : Répartition surfacique des têtes de bassin versant

30 % de la superficie du bassin versant

Quel effet de la prise en compte ou non du critère de pente ?

CE : cours d'eau		Critère de pente					
TBV : tête de bassin versant		Sans					Avec
Masses d'eau tests	Surface du BV ha	Linéaire CE rangs 1 et 2 ; km	% CE rangs 1 et 2 ; km	Linéaire CE rang 0 ; m	Linéaire total CE en TBV ; km	% total CE en TBV	% linéaire CE en TBV pente > 1%
Landunvez	1 558	16,5	65,8	476,5	17,0	66,4	45,9
Guillec	7 239	58,7	66,7	167,3	58,9	66,7	52,6
Kériner	1 212	11,3	71,8	135,5	11,5	72,1	71,0
Beurc'hoat	10 025	101,7	73,1	522,9	102,3	73,2	71,6

Augier, FMA, 2017



Hétérogénéité très importante des territoires vis à vis de ce critère de pente

Pourquoi certains territoires ont choisi de ne pas retenir le critère de pente ?

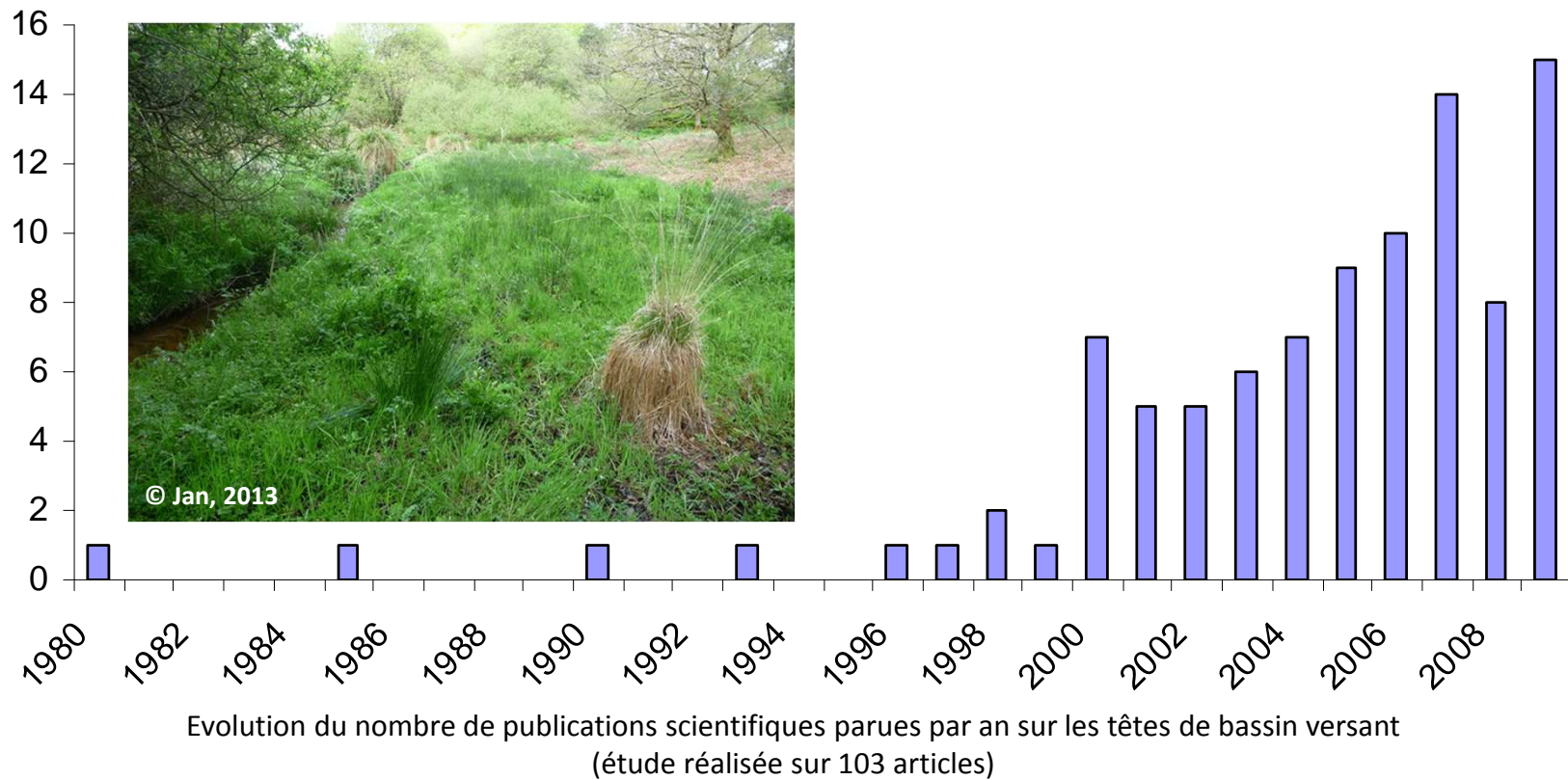
● Dans la majorité des études sur le territoire Bretagne, Pays de la Loire, le critère de pente n'a pas été retenu pour plusieurs raisons :

- ✓ **Possibilité ouverte par le nouveau SDAGE 2016-2021** pour les cours d'eau à faible puissance spécifique présentant un risque de non atteinte des objectifs environnementaux
- ✓ **Pour assurer une cohérence à l'échelle du territoire étudié :**
 - masses d'eau en bon état : oui / non
 - tête de bassin avec pente inférieure à 1% : oui / non
 - tronçon avec pente inférieure à 1 % : oui / non
- ✓ **En raison de la fiabilité du calcul de la pente :**
 - précision des MNT, tronçon de faible longueur
 - différence entre la pente de la ligne d'eau et la pente de la vallée



Pourquoi certains territoires ont choisi de ne pas retenir le critère de pente ?

- Critère non retrouvé dans la littérature scientifique



Pourquoi certains territoires ont choisi de ne pas retenir le critère de pente ?

● Exclusion des cours d'eau fragiles



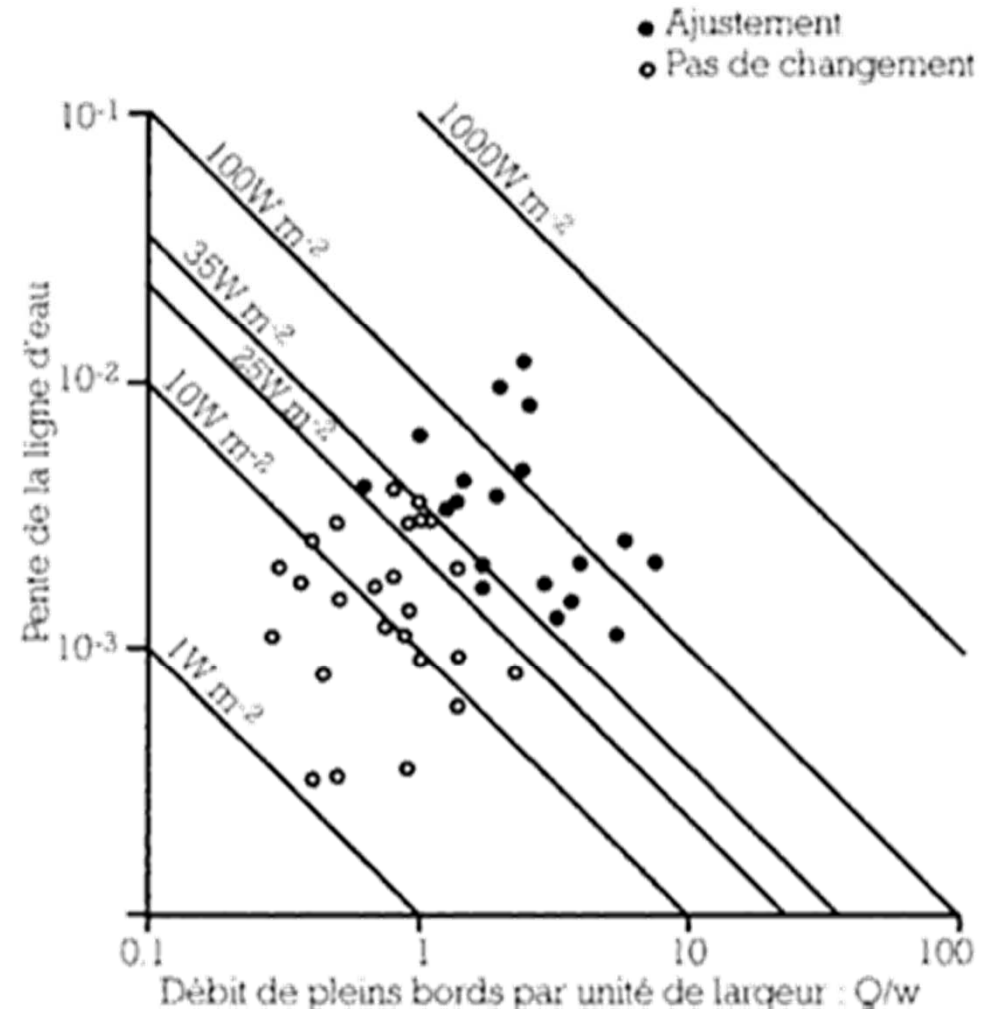
$$\omega = (i * Q * 9810) / Lpb$$

ω = puissance spécifique à plein bord (W/m²)

i = pente (m/m)

Q = débit spécifique à plein bord (m³/s)

Lpb = largeur de plein bord (m)

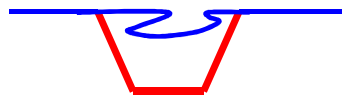


Pourquoi certains territoires ont choisi de ne pas retenir le critère de pente ?

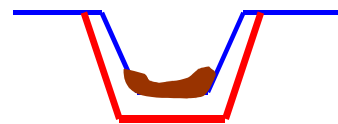
● Exclusion des cours d'eau méandriformes



● Exclusion de cours d'eau vulnérables aux travaux hydrauliques



recalibrage



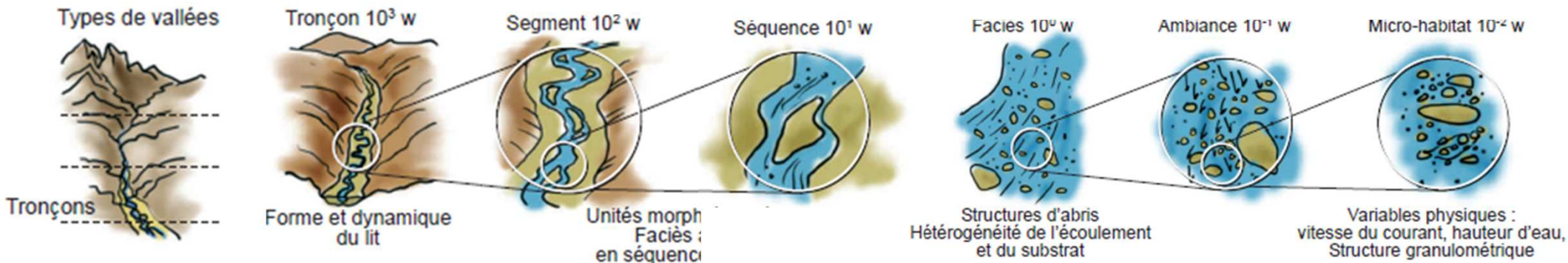
curage

L'analyse bibliographique du critère de pente pour définir les têtes de bassin versant révèle que son utilisation n'est pas pertinente et à l'inverse contre-productive puisqu'elle consiste à ne pas prendre en considération des milieux vulnérables aux pressions et primordiaux à l'atteinte des objectifs de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (Note technique, ONEMA, 2013).

I. Cartographie des têtes de bassin versant



3 échelles d'observations complémentaires des Têtes de bassin versant



1

Note technique

Echelle :
SAGE, BV

VF 24/11/2017
co-rédaction

2

Méthode

Echelle :
Tronçon, segment

VF 17/07/2017
AFB

3

Méthode

Echelle :
Station

VF 01/09/2017
AFB



9 rapports recensés entre 2011 et 2017

Objectifs de la note :

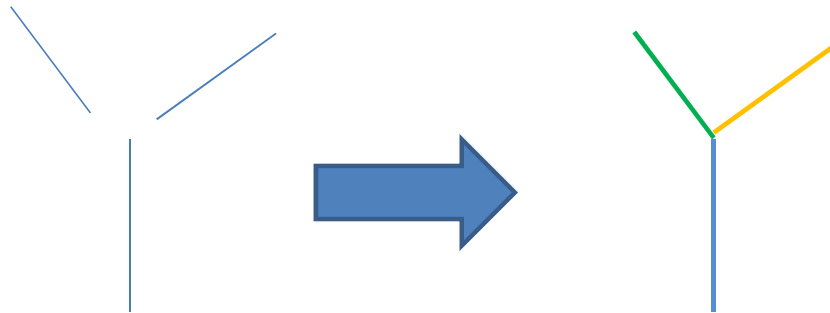
- ✓ Appuyer les SAGE des régions Bretagne, Pays de la Loire dans la prise en compte des TBV
- ✓ Recenser les recommandations techniques (définition, cartographie, caractérisation et hiérarchisation)

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 Cornouaille (29)	Guesdon, Brice, non publié, démarche en cours
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

1

Les différentes étapes de la cartographie

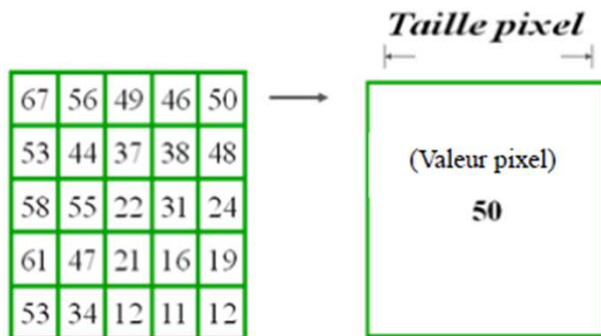
1^{ère} étape : Vérification et modification cartographique du référentiel cours d'eau



- vérifier le sens des écoulements
- vérifier que les segments sont jointifs
- vérifier que les segments sont bien coupés à chaque intersection
- supprimer certains linéaires pour la Strahlerisation (à définir)

2^{ème} étape : Ordination de Strahler (outils SIG)

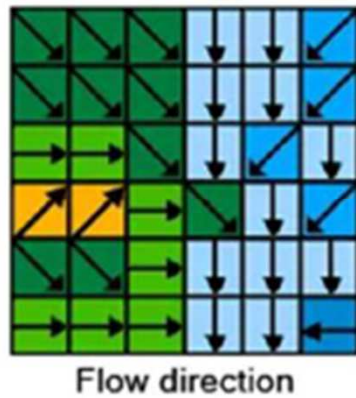
3^{ème} étape : Pente moyenne du cours d'eau (si prise en compte de la pente)



Utilisation des Modèles Numériques de Terrain

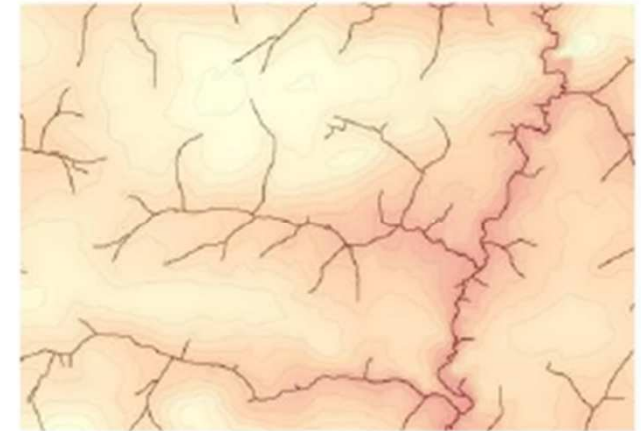
Les différentes étapes de la cartographie

4^{ème} étape : Extraction du réseau de point bas (outils SIG)

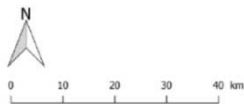
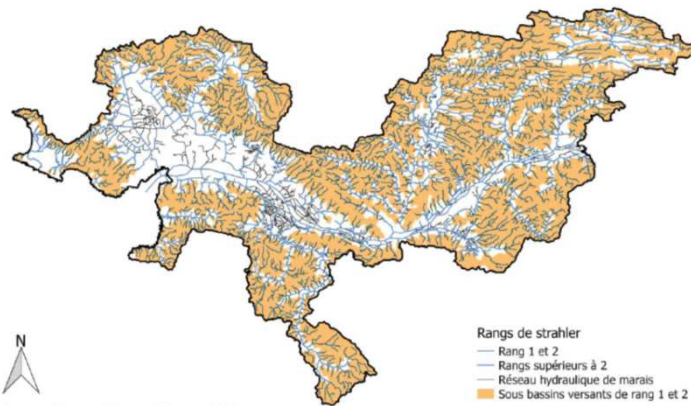


0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	24	0
0	2	4	7	35	2

Flow accumulation



5^{ème} étape : Extraction des sous-bassins versants de rangs 1 et 2 (outils SIG)



Source : DDTM 44, DDT49, IGN
Réalisation : Benoît SALPIN

Figure 15 : Répartition surfacique des sous bassins versants de rang 1 et 2 du référentiel réglementaire

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).

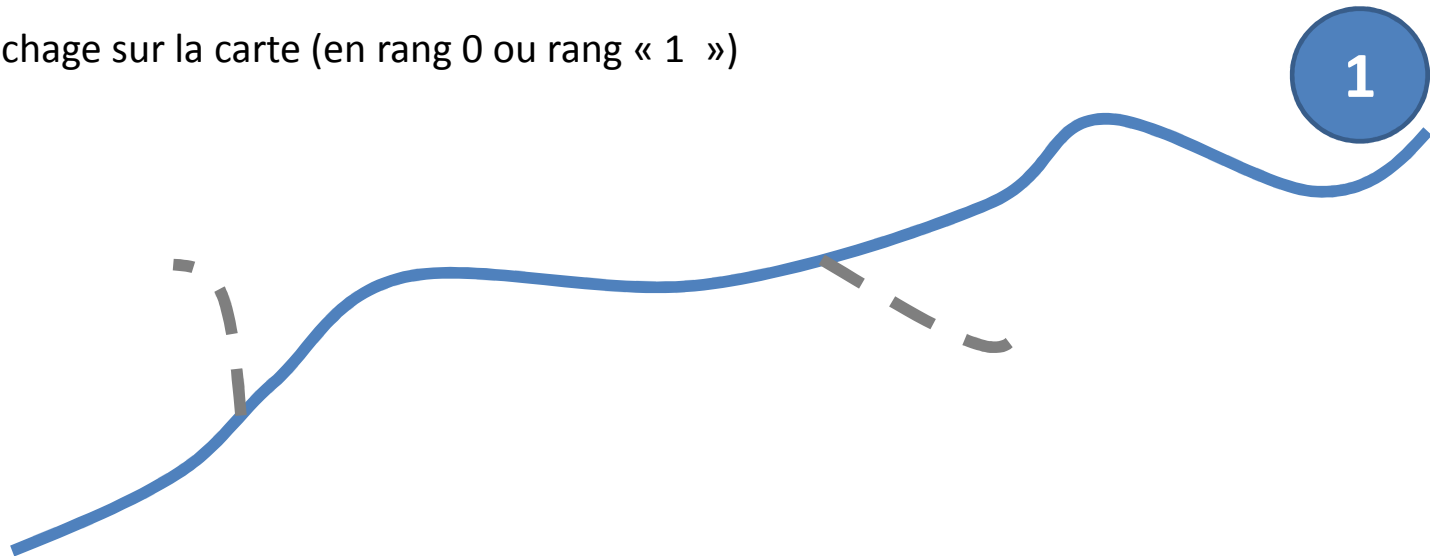
D'après Salpin, 2016

1

Recommandations pour la prise en compte des cas particuliers

● Linéaires inférieurs à 100 m de long :

- ✓ Non prise en compte pour la Strahlerisation
- ✓ Affichage sur la carte (en rang 0 ou rang « 1 »)



● Biefs :

- ✓ Prendre en compte l'un des 2 bras pour l'étape de cartographie

● Zone de marais, zone estuarienne, petits cours d'eau côtiers :

- ✓ Réflexion à mener localement pour la prise en compte ou non

1

Le résultat de la cartographie

● Le rendu de la cartographie est susceptible de générer :

- ✓ des craintes,
- ✓ une certaine incompréhension vis-à-vis de la finalité de la démarche

● Nécessité de rappeler l'objectif de cette première carte cartographie :

- ✓ 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...).



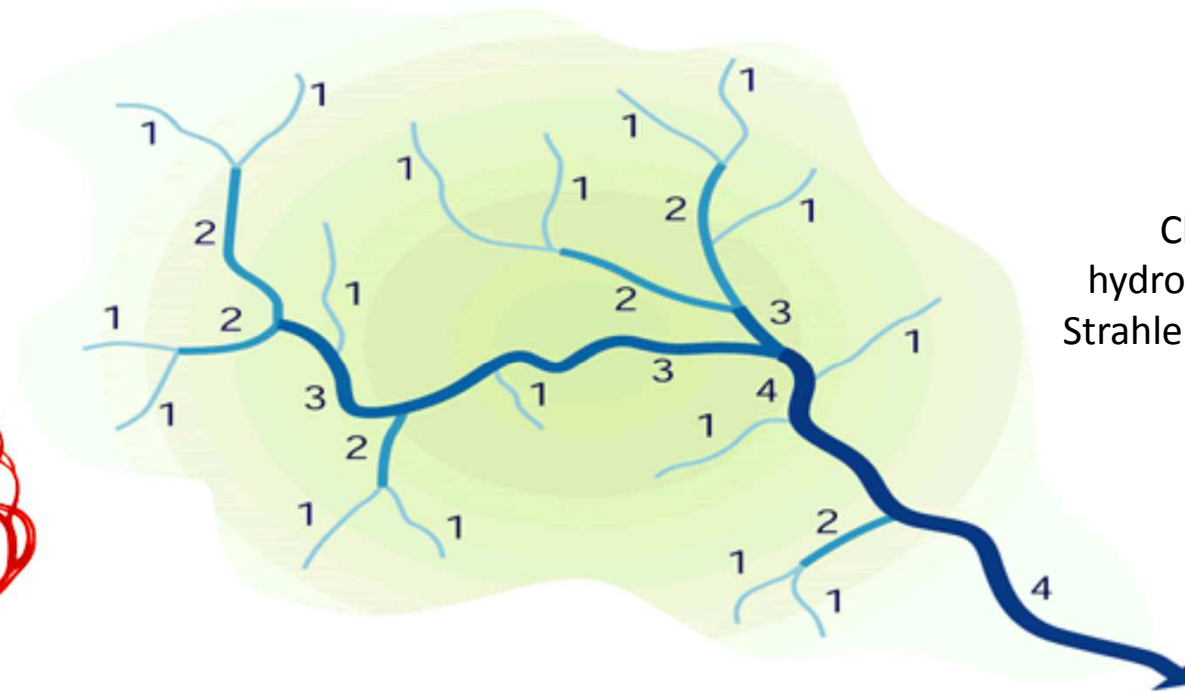
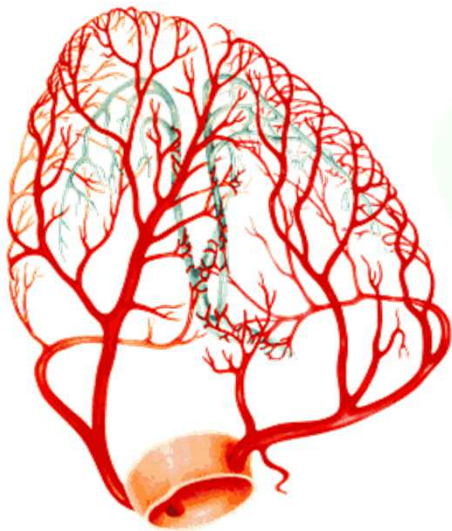
Dans certaines conditions, il peut être **préférable de ne pas présenter cette carte** et de préférer la présentation de la **proportion des surfaces en tête de bassin par rapport au bassin versant** ainsi que la **proportion des cours d'eau en TBV par rapport au linéaire du réseau hydrographique sur le bassin versant**.

Proportions des têtes de bassin (superficie et linéaire CE)

	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%
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 de la Loire)	SAGE estuaire de la Loire (44 et 49)	63%	63%
CIROU J., 2017 (pour SAGE Vilaine)	Don	72.8%	72.5%
	Aff	71.5%	70.0%
AUGIER A., 2017 (FMA-CD 29)	Masse d'eau du ruisseau de Landunvez	65%	66%
	Masse d'eau du Guillec	73%	67%
	Masse d'eau du Kériner	70%	72%
AUGIER A., 2017 (FMA-CD 29)	Masse d'eau du Beurc'hoat	74%	73%

Le linéaire des cours d'eau en tête de bassin versant

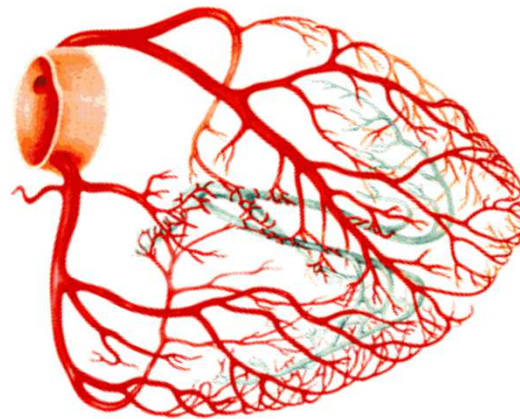
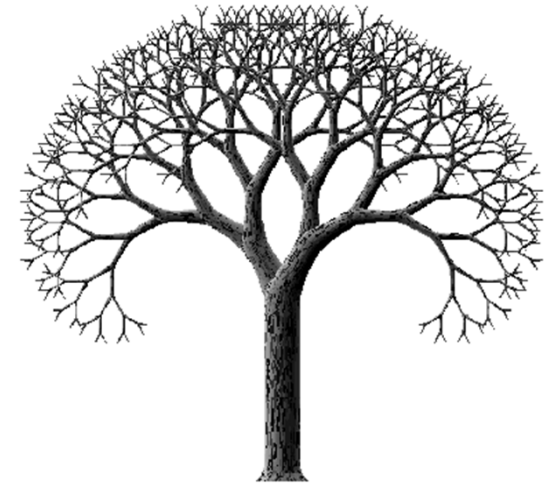
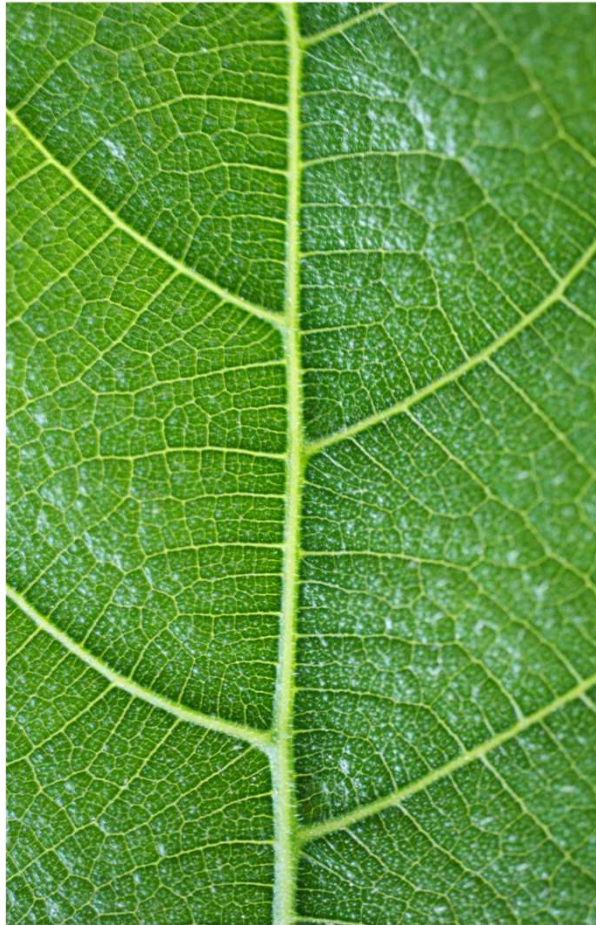
- **Les cours d'eau en tête de bassin versant** (rangs de Strahler 1 et 2 à l'échelle 1 : 25 000) **représentent environ de 60 à 85 % de la longueur totale du réseau hydrographique** (Schumm, 1956 ; Shreve, 1969 ; Meyer & Wallace, 2001 ; Peterson *et al.*, 2001 ; Meyer *et al.*, 2003 ; Gomi *et al.*, 2002 ; Benda *et al.*, 2005 ; MacDonald & Coe, 2007).



Classification du réseau hydrographique selon l'ordre de Strahler (Environmental Protection Agency, 2009*)

Le résultat de la cartographie

- Les résultats doivent être mise en parallèle avec l'organisation fractale des milieux naturels (ex : lien réseau sanguin, réseau des nervures des feuilles, des arbres...).



II. Caractérisation des têtes de bassin versant



Recommandations pour la caractérisation

- **Une fois l'inventaire des têtes de bassin versant effectué, l'étape de caractérisation débute ...**
- **Objectif** : améliorer les connaissances sur l'état ainsi que les pressions en tête de bassin versant
- **Méthode de caractérisation à adapter selon les territoires** :
 - superficie du territoire d'intervention,
 - état d'avancement dans l'acquisition de connaissance de terrain sur les têtes de bassin...



Données SIG et de terrain disponibles

ou

Données SIG uniquement.

- **Limites des données** : données incomplètes, qualité de la donnée, imprécision des données...

Actualité sur les réflexions sur la caractérisation

1

AGROCAMPUS OUEST
 CFR Angers
 CFR Rennes





Année universitaire : 2016 - 2017 Spécialité : Génie de l'environnement Spécialisation (et option éventuelle) : Préservation et Aménagement des Milieux, Ecologie Quantitative (PAMEQ)	Mémoire de fin d'études <input checked="" type="checkbox"/> d'ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage <input type="checkbox"/> de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage <input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)
--	--

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 –

Par : Julien CIROU



Soutenu à Rennes le Vendredi 15 septembre 2017

Devant le jury composé de :
 Président : Jacques Haury
 Maître de stage : Nathalie Pécheur
 Enseignant référent : Ivan Bemez

Autres membres du jury : Laurent Beaulaton
 (Agence Française pour la Biodiversité)

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant s'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation «Patrimoine-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France» disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>





FICHE STAGE 2017 – 6 mois

Etude sur les têtes de bassin versant en Finistère

Dans le cadre de la
Cellule d'animation sur
les milieux aquatiques du
Finistère



Contexte

Le Forum des Marais Atlantiques (FMA) est un syndicat mixte ayant pour mission l'accompagnement des acteurs menant des projets de préservation des zones humides. Avec le financement de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, une cellule d'animation sur les milieux aquatiques (CAMA) a été mise en place au sein du Conseil départemental du Finistère pour accompagner les porteurs de projets du département. Un volet spécifique sur les zones humides a été développé en partenariat avec le FMA depuis 2008. Sur le volet cours d'eau, le Conseil départemental a établi un partenariat avec la Fédération départementale des associations agréées pour la pêche et la protection des milieux aquatiques (FDAAPPMA). Au service des collectivités et associations dans leurs études et actions de préservation des zones humides et des cours d'eau, cette cellule assure un rôle d'animation, de coordination et d'accompagnement technique, administratif et financier.

Les têtes de bassin versant, selon la définition retenue dans le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021, correspondent aux « 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. »

Le SDAGE 2016-2021 précise que « 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 [...] Par leurs services écosystémiques, elles conditionnent ainsi, et de façon primordiale, l'état des ressources en eau de raval, en quantité et en qualité, et de la biodiversité. »



Organisation du réseau hydrographique en tête de bassin (Benda et al., 2008)

Problématique

Dans le SDAGE 2016-2021, la disposition 11A-1 indique que : « les Sages comprennent systématiquement un inventaire des zones têtes de bassin et une analyse de leurs caractéristiques, notamment écologiques et hydrologiques, établis en concertation avec les acteurs du territoire. »

Actuellement, il n'existe pas de méthode validée pour réaliser ce type d'inventaire et de caractérisation. Plusieurs acteurs du territoire (animateurs et techniciens des Sages et bassins versants) ont interrogé la CAMA sur la possibilité de mettre en place une réflexion méthodologique sur l'identification et la caractérisation des têtes de bassin versant.

Le concept de têtes de bassin versant associe cours d'eau et zones humides. Le Finistère est un territoire particulièrement intéressant pour mener cette réflexion car sur l'ensemble du département des inventaires des cours d'eau et des zones humides existent et ont été réalisés en concertation avec les acteurs du territoire ([inventaire permanent des zones humides](#), [inventaire départemental des cours d'eau](#)). De plus le fonctionnement partenarial structuré autour de la CAMA permet d'aborder cette thématique par une approche concertée et partagée.

Le stage

Objectif du stage :
 Réaliser une étude permettant de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est la demande des territoires ?
- A quoi correspondent concrètement les têtes de bassin versant (diversité de situation)?

Tableau de synthèse des critères de caractérisation des têtes de bassin versant (Augier, FMA, 2017)

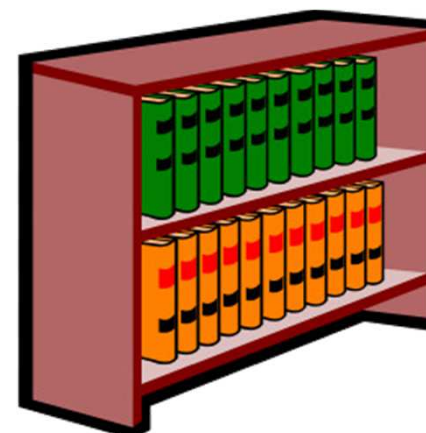
1

● Objectif principal de ce tableau :

- ✓ 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).

● Compilation organisée des critères de caractérisation utilisés dans différentes études (FMA-CD29, Augier, 2017).



Critère	Unités préconisées	Échelle de l'observation (niveau 2)	Enjeux	Données	Remarques relatives au critère	Bibliographie source
---------	--------------------	-------------------------------------	--------	---------	--------------------------------	----------------------

Echelle bassin versant ou masses d'eau

Paramètres environnementaux

Délai d'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles et souterraines
Bassin prioritaire au titre de la DCE
Qualité physico-chimique
Zone Vulnérable aux Nitrates
Bassin algues vertes
Concentration azotée à l'exutoire
Données bactériologiques à l'exutoire
Qualité biologique (IBGN, IPR, IBD)
État fonctionnel des contextes piscicoles
Secteur prioritaire pour la restauration de la continuité écologique

Aspects quantitatifs

Zones de Répartition des Eaux
Zones Vulnérables aux inondations en aval de la TBV
Zones contributives aux crues
Déficit en eau à l'aval
Risque/Aléa érosif

Biologie

Réservoirs biologiques
Connexion à la trame verte et bleue du SRCE

Dynamique locale

Présence de contrats (territorial, milieux aquatiques, régional de bassin versant, filière maraîchage et viticole...)
Structure locale de gestion/maîtrise d'ouvrage

Echelle Tête de bassin versant

Format du tableau :

Type de caractérisation	Type de critère	Critère	Formule de calcul	Unités préconisées	Échelle de l'observation (niveau 1)	Enjeux	Source de la donnée	Types de seuils pour classer les TBV	Remarques relatives au critère	Bibliographie source
-------------------------	-----------------	---------	-------------------	--------------------	-------------------------------------	--------	---------------------	--------------------------------------	--------------------------------	----------------------

Liste des critères par thématique :

Occupation du sol

Occupation du sol en TBV
 Occupation du sol de la bande riveraine en TBV
 Dynamique d'urbanisation
 Zones d'abreuvements :
 Pourcentage de berges en zone d'abreuvement

Zonages biodiversité

Zones de frayères potentielles
 Nombre de zonages environnementaux présents dans la TBV (ZNIEFF, ENS, Natura 2000, APB, ZICO, ZPS, RAMSAR)
 Surface relative de la TBV en espace protégé
 Surface relative d'habitat d'intérêt communautaire (tourbières, landes, ZH oligotrophes, ...)
 Présence d'espèces protégées (écrevisses à pieds blancs, moules perlières, ...)
 CE de la TBV qui sont des affluents de CE classés en liste 1 ou 2
 Espèces invasives

Cours d'eau

Densité de cours d'eau (ou densité de drainage)
 Puissance spécifique théorique
 Intensité du colmatage
 Réseau d'Évaluation des Habitats (REH)
 Linéaire soumis à des travaux hydrauliques
 Linéaire de cours d'eau enterré ou busé

Ripisylve

Linéaire de ripisylve
 Épaisseur de ripisylve (classes CARHYCE à adapter au SIG)
 Bandes enherbées si absence de ripisylve
 Linéaire de boisement non adapté à la bande riveraine (conifères, peupleraies, ...)

Echelle Tête de bassin versant

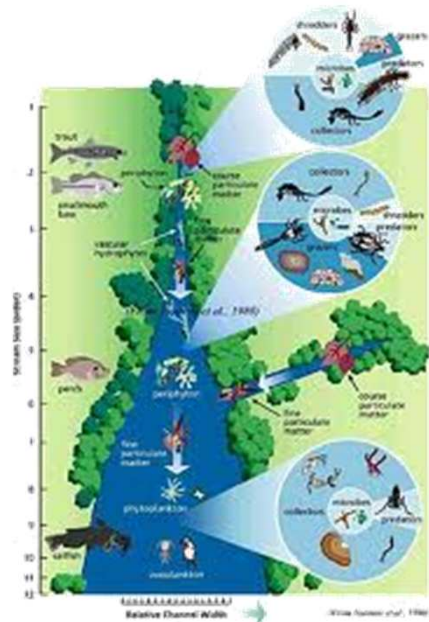
Zones humides	Bocage et mares	Plans d'eau	Obstacles - Fractionnement - Prélèvement - Drainage - Rejets
Surface relative de zones humides	Densité bocagère (haies, talus)	Densité numérique de plans d'eau	Densité d'obstacles à la continuité écologique en lit mineur (Trame bleue)
Surface relative de zones humides potentielles		Surface relative de plans d'eau en TBV	Densité d'obstacles potentiels (routes, voies ferrées et autres) en lit mineur (Trame bleue)
Surface relative de zones humides dans la bande riveraine	Densité de haies efficaces = perpendiculaires à la pente	Densité de plans d'eau en bande riveraine par type (en barrage, en dérivation, sur source ou sans connexion directe au CE)	Densité d'infrastructures linéaires qui fragmentent potentiellement la continuité écologique (Trame verte)
Surface relative de ZH dégradées en TBV	Densité numérique de mares	Densité de plans d'eau en bande riveraine (tout type confondu)	Prélèvements
		Pourcentage de linéaire sous l'influence d'un plan d'eau en barrage au niveau du lit mineur	Prélèvements par type (irrigation, industriel, eau potable)
			Périmètre de protection pour les points de captage d'eau potable (surface relative)
			Drainage agricole ou forestier
			Rejets
			Rejets par type
			Activité ICPE

III. Hiérarchisation des têtes de bassin versant



Recommandations pour la hiérarchisation

- Première étape : Définir les objectifs de la hiérarchisation
- Logique de hiérarchisation différente selon :
 - ✓ la taille du territoire
 - ✓ le cadre (CTMA, SAGE)
- Sur quels enjeux les têtes de bassin versant peuvent constituer un levier sur le territoire d'intervention (quantité d'eau, qualité d'eau, biodiversité ...) ?



Lien amont-aval :

Quantité d'eau

Qualité d'eau

Biologie



Explication sur le lien amont – aval : sur la qualité des eaux

● Pour les produits phytosanitaires

Concentration en pesticides beaucoup plus élevée lorsque la surface contributive est réduite

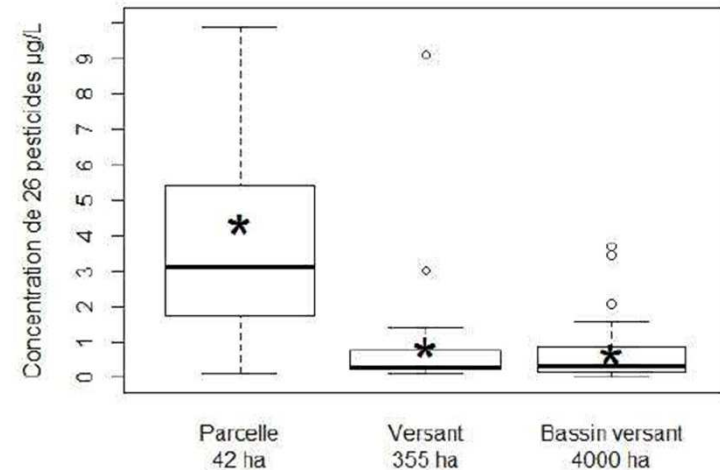
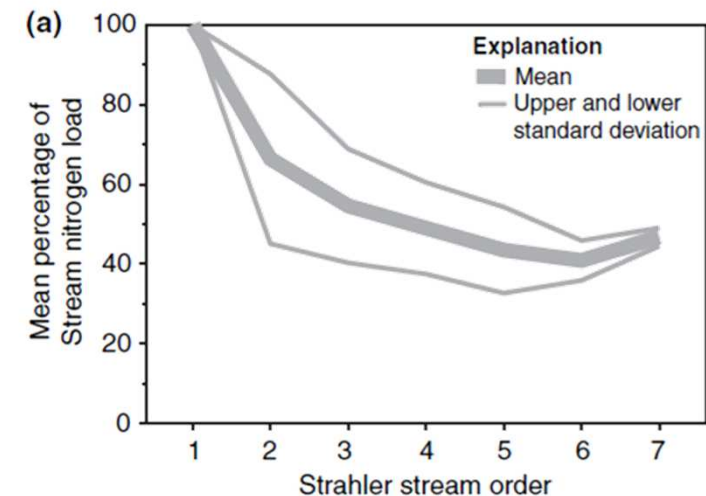


Figure 4 : Gamme des concentrations en pesticides en sortie de versant drainé selon leur surface croissante (de 42 à 4000 ha) (données irstea).

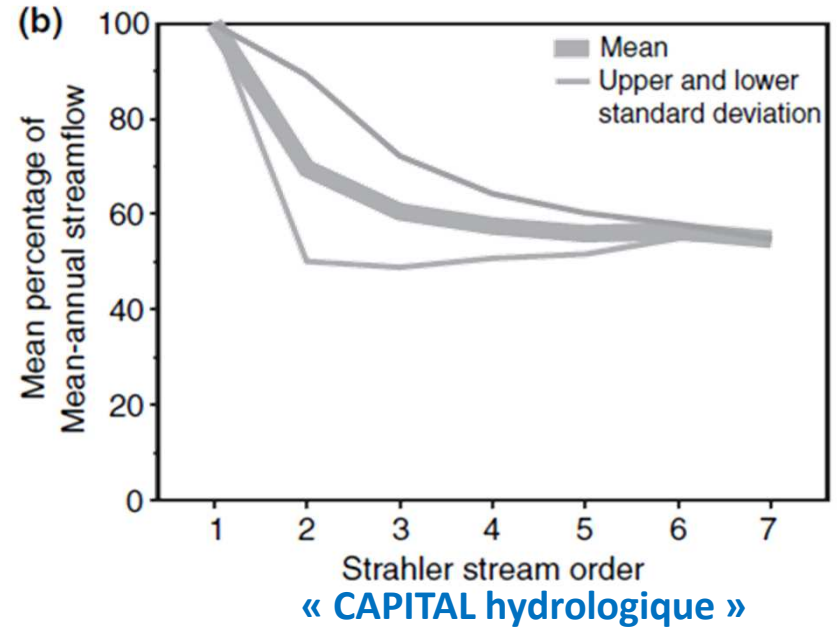
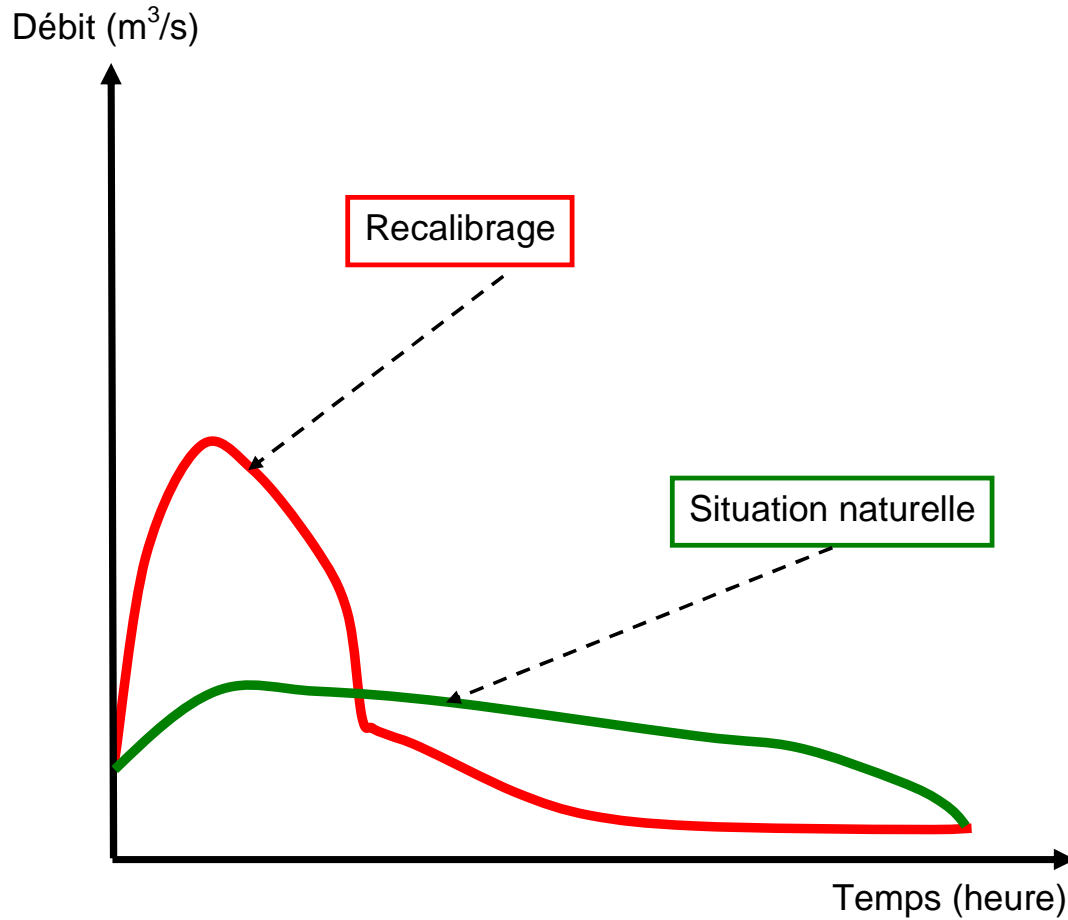
● Pour les nitrates

- ✓ Le contrôle des niveaux de nitrate dans les cours d'eau en tête de bassin est crucial pour éviter les pollutions en nitrates dans les grands cours d'eau et les estuaires (Lassaletta *et al.*, 2010*)
- ✓ La dégradation des TBV est identifiée comme étant la principale cause d'eutrophisation des estuaires en Caroline du Nord (Duda 1982 ; Craig & Kuenzler 1983; Mallin *et al.*, 1995 in Rheinhardt, 1999)



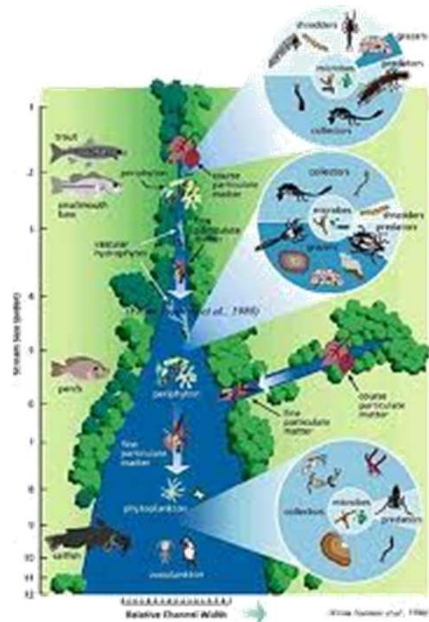
Explication sur le lien amont – aval : sur la quantité d'eau

● Pour la contribution des débits à l'aval



Recommandations pour la hiérarchisation

- Première étape : Définir les objectifs de la hiérarchisation
- Logique de hiérarchisation différente selon :
 - ✓ la taille du territoire
 - ✓ le cadre (CTMA, SAGE)
- Sur quels enjeux les têtes de bassin versant peuvent constituer un levier sur le territoire d'intervention (quantité d'eau, qualité d'eau, biodiversité ...) ?



Lien amont-aval :

Quantité d'eau

Qualité d'eau

Biologie

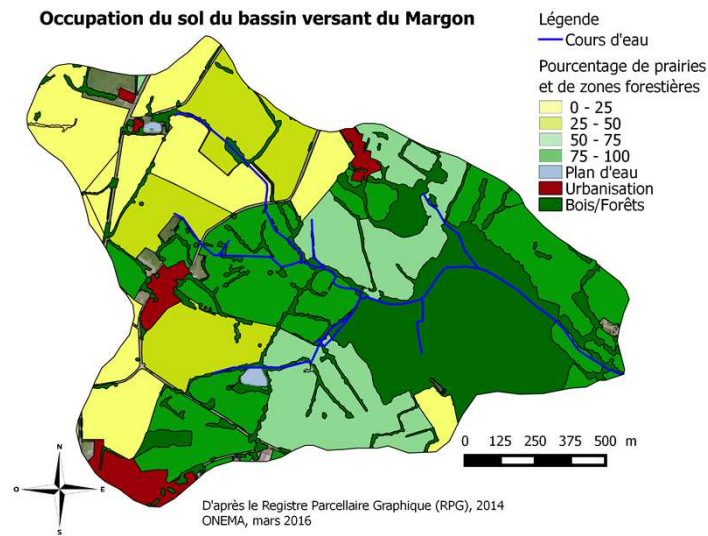
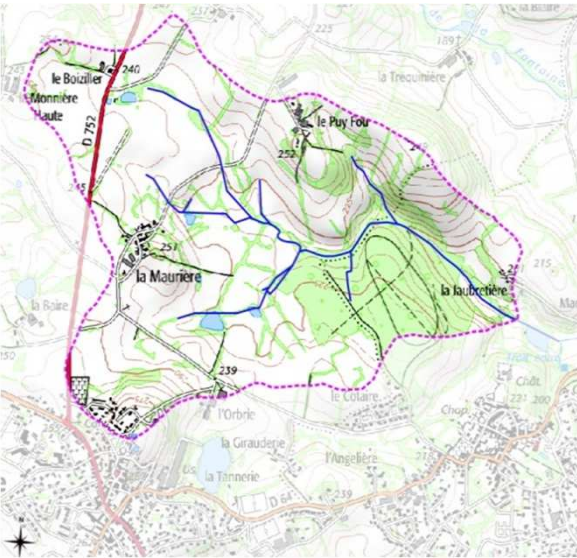
Lien amont-aval non systématique :

« Biodiversité »
(habitats et/ou espèces)

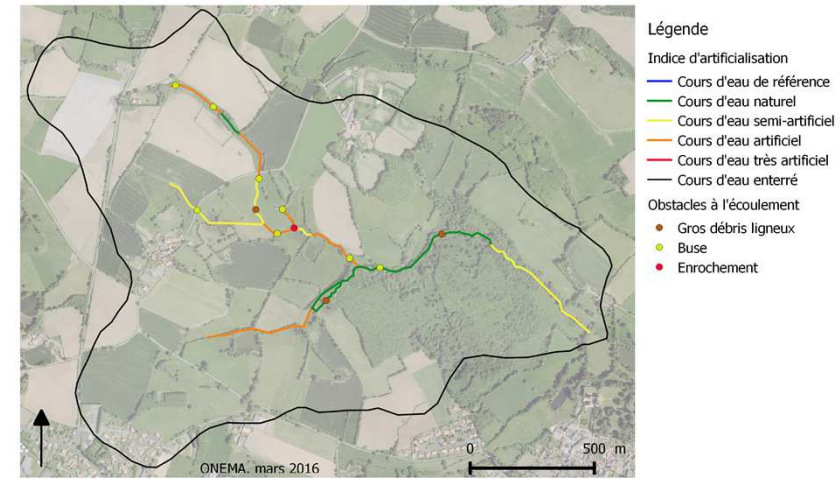
Zones refuges

Recommandations pour la hiérarchisation

- Identification d'habitats ou d'espèces patrimoniales ou protégés
- Plus value de l'échelle d'intervention tête de bassin versant (1 et/ou plusieurs TVB)

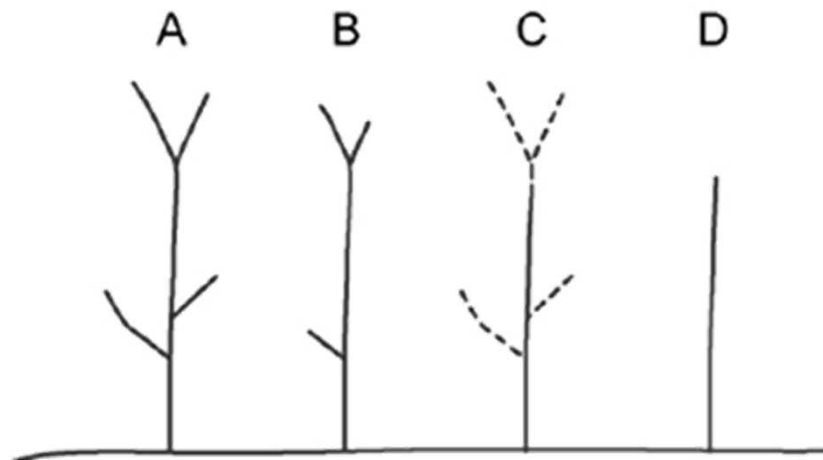


Artificialisation à l'échelle de segments du lit mineur du Margon



Recommandations pour la hiérarchisation

- Zones refuges de part la fraîcheur des eaux de sources (Mathieu, 2010*)
- Sensibilité de ces écosystèmes au changement climatique (Bishop *et al.*, 2008*)



Réduction du linéaire de cours d'eau par diminution des précipitations (Olson & Burnett, 2009*)

- **Connectivité entre les têtes de bassin et le reste du réseau hydrographique**
 - ✓ Meilleure dispersion des populations
 - ✓ Limite le taux d'extinction des métapopulations (Fagan, 2002 ; Lowe, 2002* ; in Clarke *et al.*, 2008*)

Recommandations pour la hiérarchisation

● 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 méthode retenue pour la hiérarchisation doit être :

- ✓ **simple**
- ✓ **facile à comprendre**
- ✓ **rapide à mettre en œuvre**

● Si le principe de notation est retenu :

- ✓ **utiliser les seuils de la littérature scientifique** (si disponible et si adapté à vos territoires),
- ✓ **sinon utiliser des seuils locaux** (méthode de discrétisation)

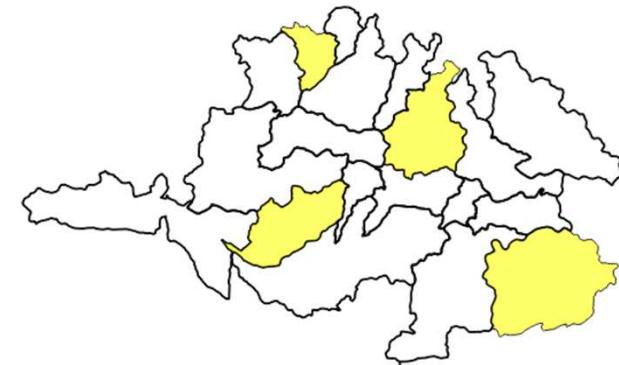
Exemple de hiérarchisation (exemple fictif)

1

Territoire étudié



BV/ME prioritaires



Dans un second temps, sélection au sein des masses d'eau retenues des têtes de bassin versant prioritaires.

2



Tête de bassin versant sélectionnée

- Enjeu « masses d'eau »
- Enjeu « biodiversité »

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Références 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.
- CIRCOU, 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
- 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.

Références bibliographiques

- 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.l. : 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.