

14<sup>ème</sup> rencontres de Théo Quant  
6-8 février 2019

# Reconstitution des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires – Approche par la géomatique et les analyses multi-variées

Paysant G, Caillault S, Carcaud N  
[guillaume.paysant@agrocampus-ouest.fr](mailto:guillaume.paysant@agrocampus-ouest.fr)

## ☐ Contexte général

- Relation Nature-Société au cœur des préoccupations actuelles (érosion de la biodiversité, réchauffement climatique global, pollutions des sols, de l'air et des eaux,...)

## ☐ Causes des changements globaux

- **1950** : « grande période de l'aménagement du territoire » (*Barjot, 2002*) – modernisation de l'économie française et de l'agriculture → impacts sur le paysage et les rivières
- **2000** : Législation « environnementaliste » qui modifie les logiques de gestion des espaces « naturels » et des rivières – enjeu écologique (DCE 2000 et LEMA 2006 dans le domaine de l'eau)

Nouvelle gestion = conflits liés aux usages et représentations

## □ Contexte de recherche

- De nombreuses recherches effectuées sur les dynamiques des fleuves et cours d'eau majeurs (*Burnouf et Leveau 2004 in Lespez 2005 ; Piégay 1995 ; Valette ; S Lescure, G Arnaud-Fassetta, S Cordier 2011, Rollet & Lespez 2013*) assez peu sur les (très) petites rivières, notamment de l'Ouest de la France (de faible énergie) (*Germaine 2009, Barraud 2007, Lespez et al. 2005, Lespez et al. 2006*)  $\leq 3$  selon échelle de Strahler

- qui ne sont pas concernés par de grands enjeux et sont des espaces « ordinaires »
- mais font l'objet d'une forte patrimonialisation (*Barraud 2007, Germaine et Puissant 2008*) et concentrent des conflits sur le terrain
- contexte ligérien : La Loire accapare l'attention hydromorphologique et masque partiellement les enjeux liés à ces petits affluents

**Pourtant enjeux « locaux » liés à la biodiversité, qualité et quantité d'eau, aux continuités écologiques, au paysage, tourisme, cadre de vie, à la pêche, randonnée... !**

## ❑ Question de recherche

Comment les hydrosystèmes secondaires ont évolué depuis 1950 et comment s'articulent les opérations actuelles de restauration des continuités écologiques/renaturation dans ce contexte ?

## ❑ Objectifs

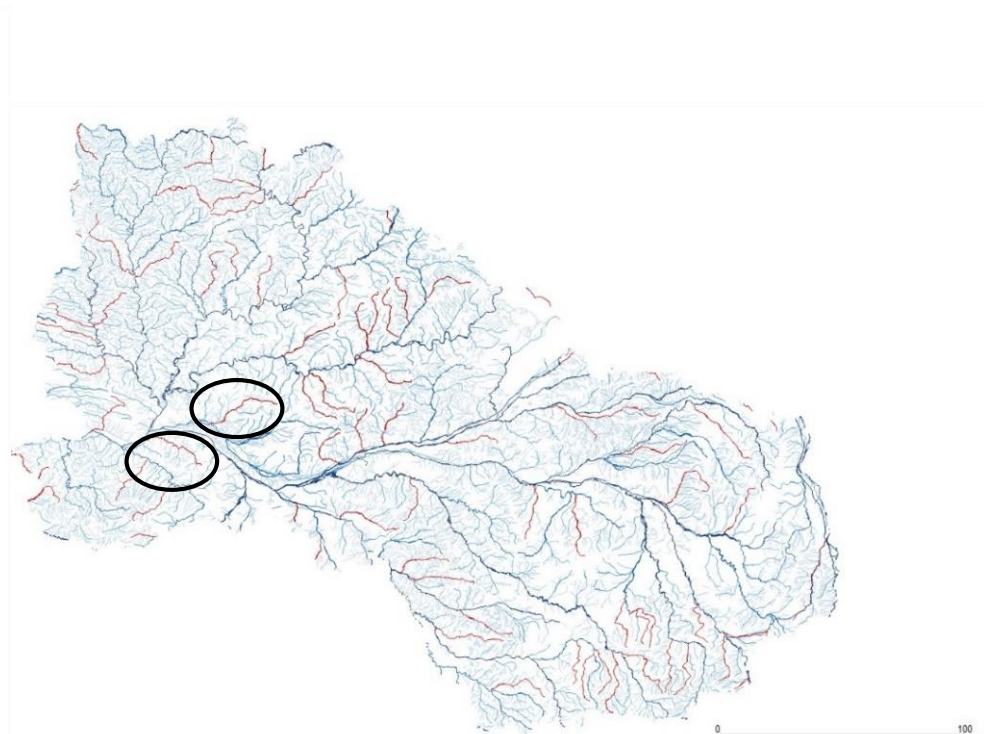
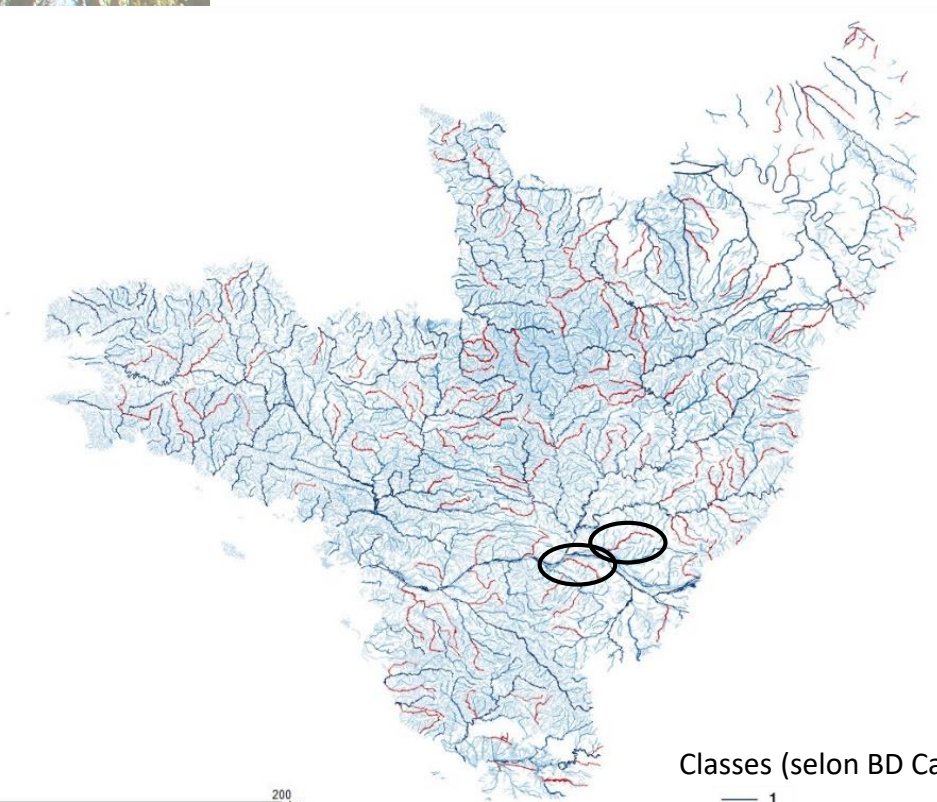
a) Reconstituer les trajectoires paysagères de ces hydrosystèmes

→ Identifier le poids des déterminants physiques impliqués dans les changements des autres facteurs (Opportunités ? Politiques ? Sociaux ? )

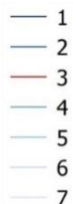
b) Apporter des éléments comme « outils d'aide à la décision » pour contribuer à la réflexion sur la gestion et l'aménagement de ces espaces

Dans le Grand Ouest<sup>1</sup> (280 cours d'eau)

En Loire moyenne<sup>2</sup> (173 cours d'eau)



Classes (selon BD Carthage®)



○ Cours d'eau étudiés  
(Aubance ; Couasnon – classe = 3)

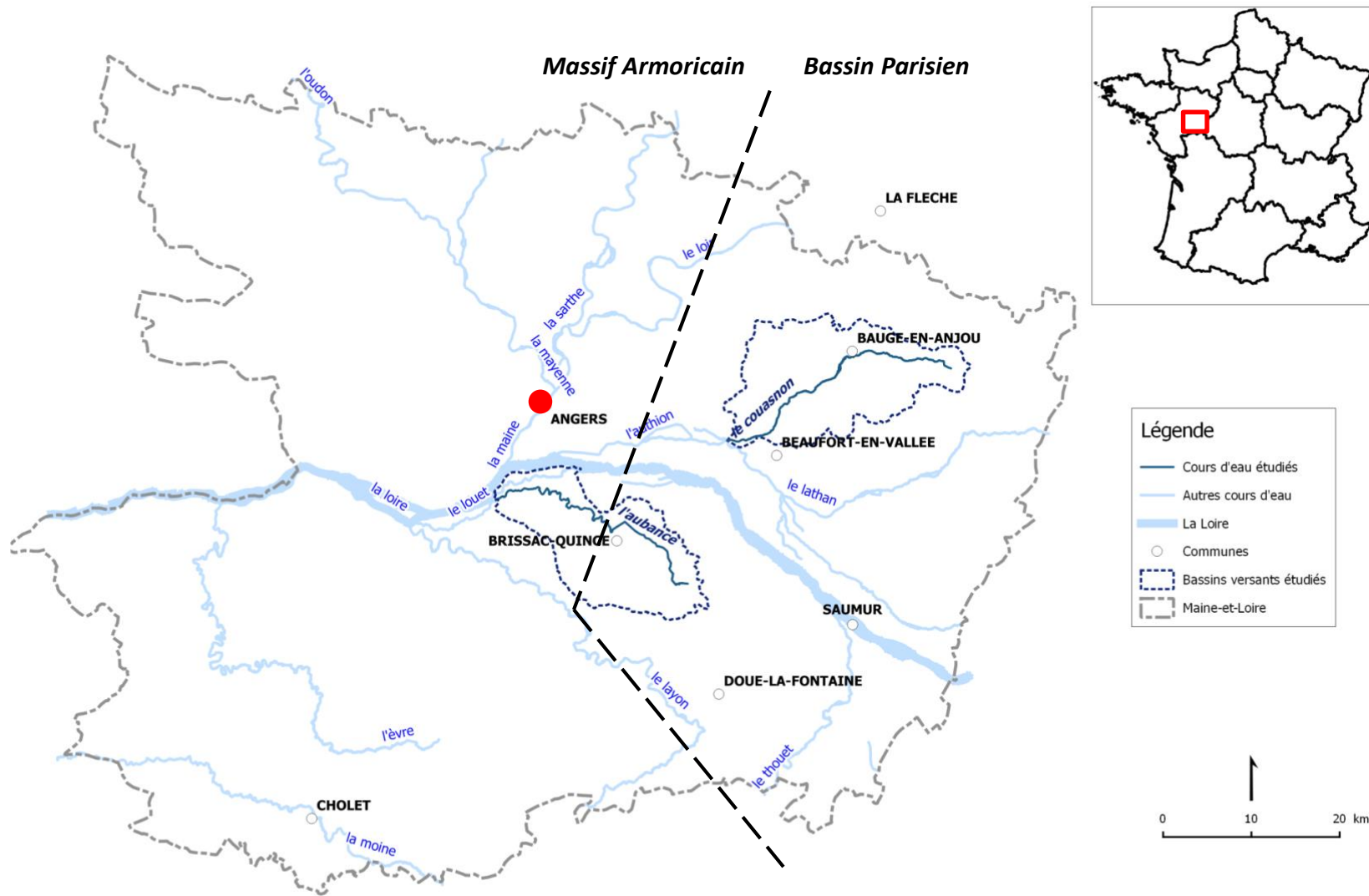
- 1 : tout cours d'eau d'une longueur supérieure à 100 km ou tout cours d'eau se jetant dans une « embouchure logique »<sup>1</sup> et d'une longueur supérieure à 25 km.
- 2 : tout cours d'eau d'une longueur comprise entre 50 et 100 km ou tout cours d'eau se jetant dans une « embouchure logique » et d'une longueur supérieure à 10 km.
- 3 : tout cours d'eau d'une longueur comprise entre 25 et 50 km.
- 4 : tout cours d'eau d'une longueur comprise entre 10 et 25 km.
- 5 : tout cours d'eau d'une longueur comprise entre 5 et 10 km.
- 6 : tous les autres cours d'eau hormis ceux issus de la densification du réseau.
- 7 : cours d'eau issus de la densification du réseau.



<sup>1</sup> « Grand Ouest » comprenant Normandie, Bretagne, Pays de la Loire (loi NOTRe 7/08/2015)

Grand Ouest français selon la coopération inter-régionale des concours de la fonction publique territoriale et le politologue et géographe Bussi.M, *Éléments de Géographie électorale – à travers d'exemple de la France de l'Ouest*, Publication de l'Université de Rouen n°240 1998, p.401

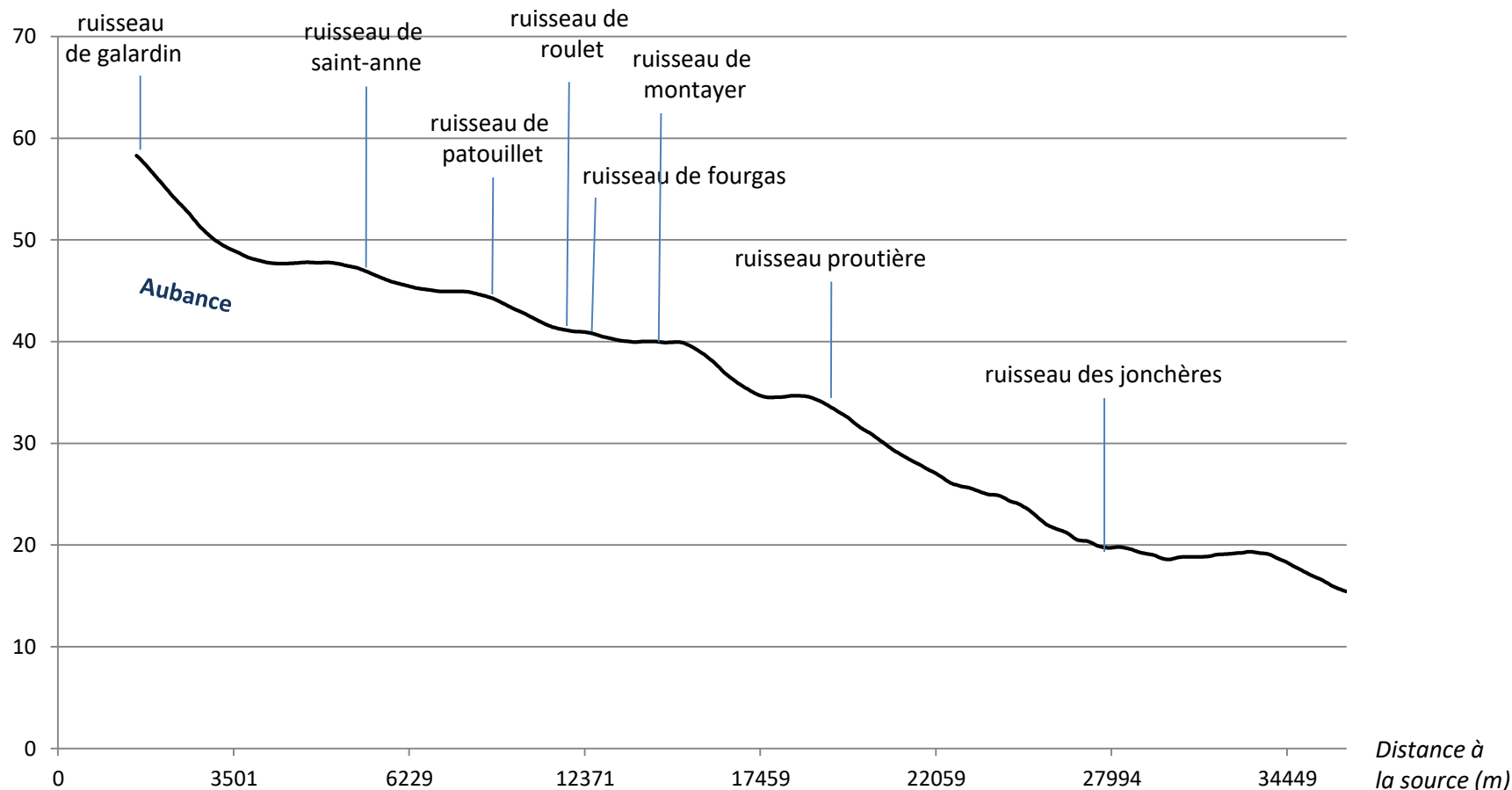
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Grand\\_Ouest\\_fran%C3%A7ais](https://fr.wikipedia.org/wiki/Grand_Ouest_fran%C3%A7ais)



## ▣ Aubance

Moyenne mobile 90

Altitude (m)



Superficie de bassin (km <sup>2</sup> )	224,66	Pente maximale (%)	71
Longueur (km)	36,06	Pente moyenne (%)	2,86
Altitude maximale (m)	104	Nombre d'affluents permanents	8
Altitude minimale (m)	13	Module (m <sup>3</sup> /s) 1982-2007 (26 ans)	0,622
Altitude moyenne (m)	61,12	Rang de Strahler	3

Sources : BD TOPO®-IGN©, BanqueHydro-Sandre, Guillaume PAYSANT(2016)

☐ Aubance



*Chemellier*



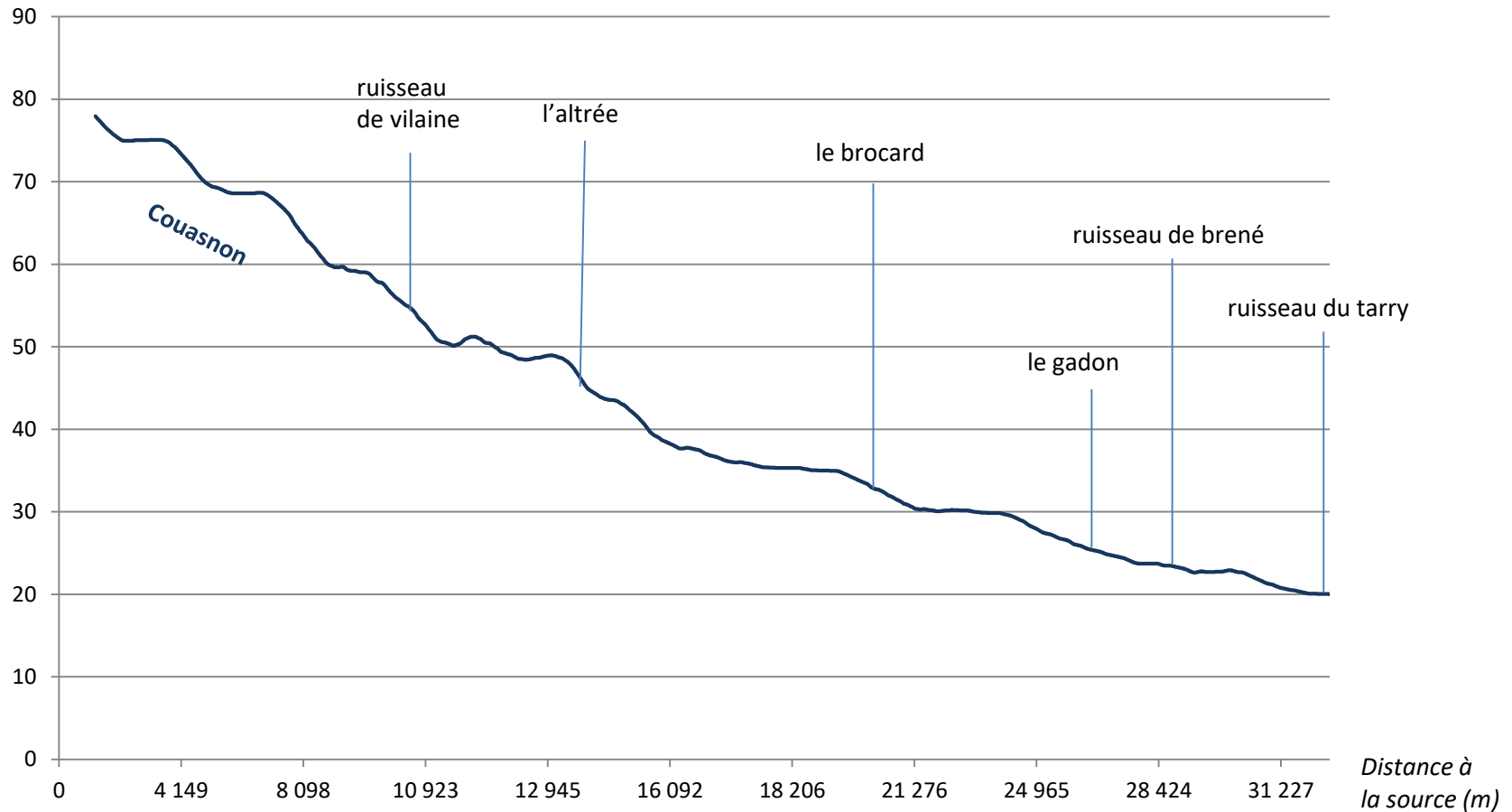
*Murs-érigné*



## Couasnon

Moyenne mobile 90

Altitude (m)



Superficie de bassin (km <sup>2</sup> )	265	Pente maximale (%)	28
Longueur (km)	36,15	Pente moyenne (%)	2,69
Altitude maximale (m)	104	Nombre d'affluents permanents	6
Altitude minimale (m)	18	Module (m <sup>3</sup> /s) 1967-83 (17 ans)	0,22
Altitude moyenne (m)	60,11	Rang de Strahler	3

Sources : BD TOPO®-IGN©, BanqueHydro-Sandre, Guillaume PAYSANT(2016)

## □ Couasnon



*Auverse (amont)*



*Lasse (amont)*



*Fontaine-Guérin (aval)*

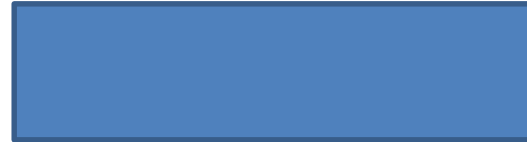


## ❑ Approche multi-échelle et multi-temporelle

### Approche

Qualitative  
*(croisement de données agricoles,  
Photographies aériennes...)*

### Bassin versant



### Apport

Analyse globale

Quantitative  
*OCS ; morphologie talweg ; de la  
plaine alluviale ; aménagements,...*

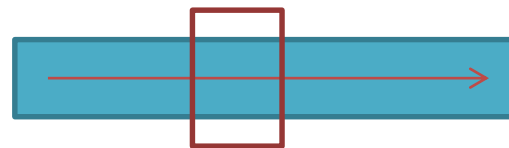
### Hydrosystème



Analyse fine sur les formes

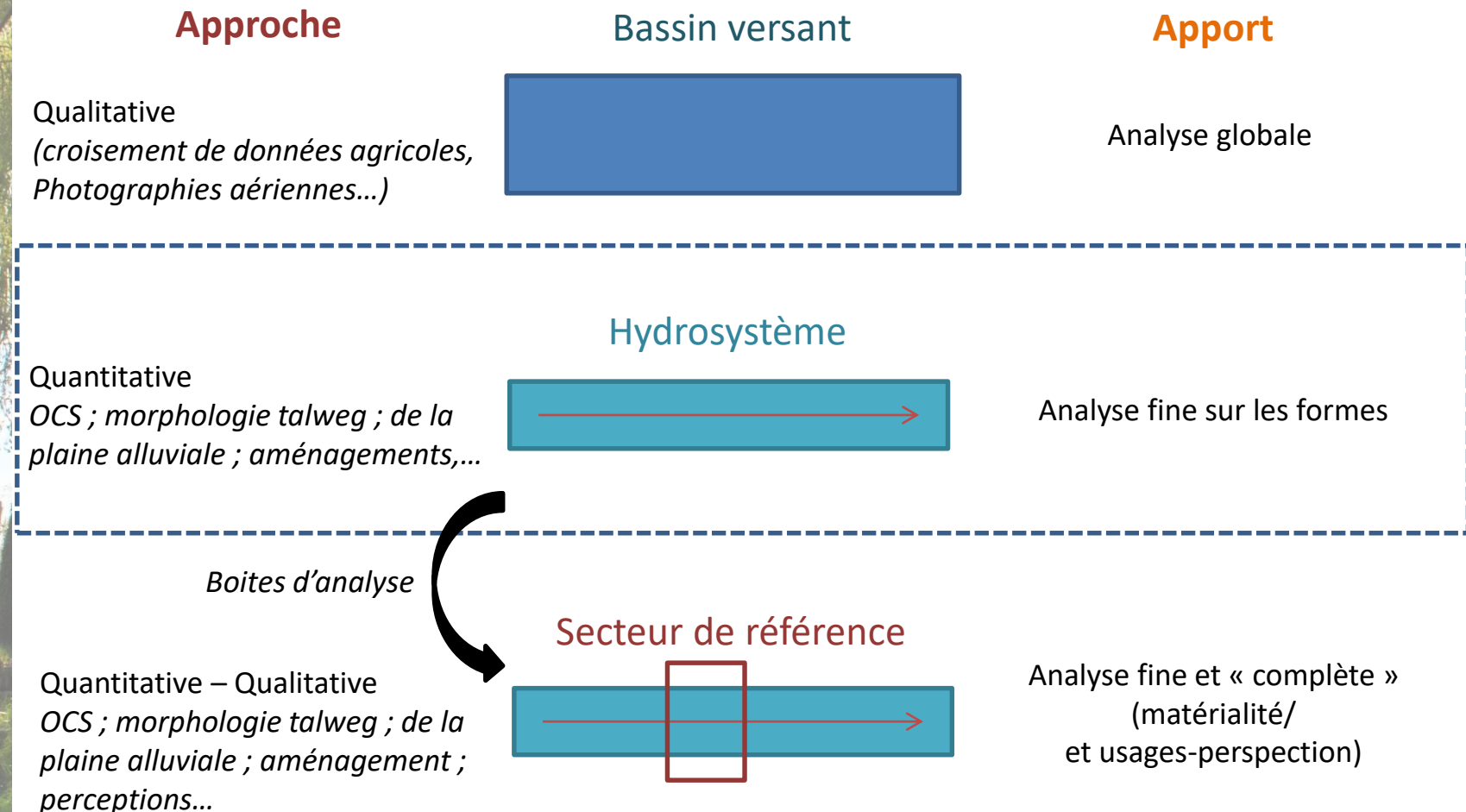
Quantitative – Qualitative  
*OCS ; morphologie talweg ; de la  
plaine alluviale ; aménagement ;  
perceptions...*

### Secteur de référence



Analyse fine et « complète »  
(matérialité/  
et usages-perspective)

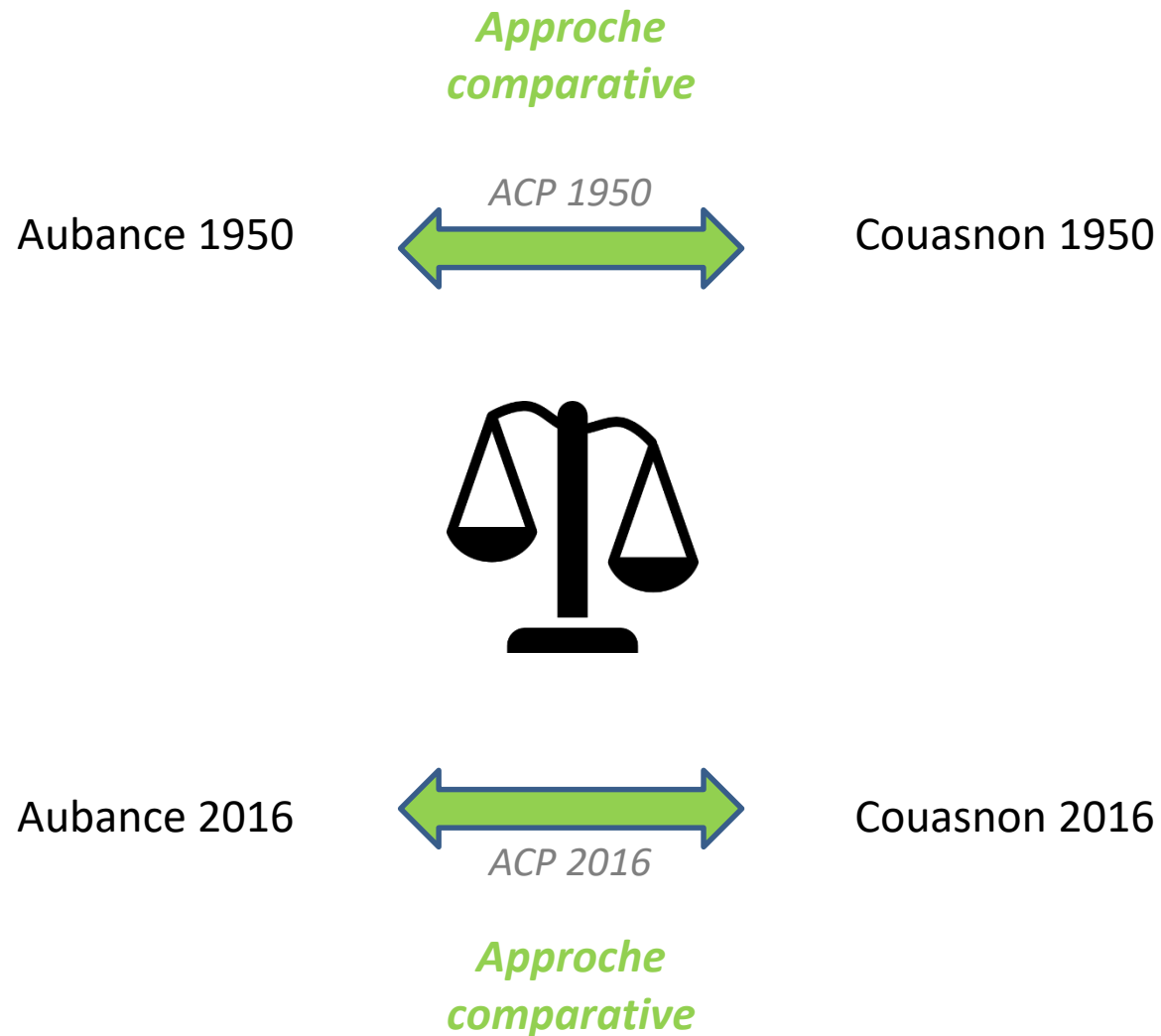
## ❑ Approche multi-échelle et multi-temporelle



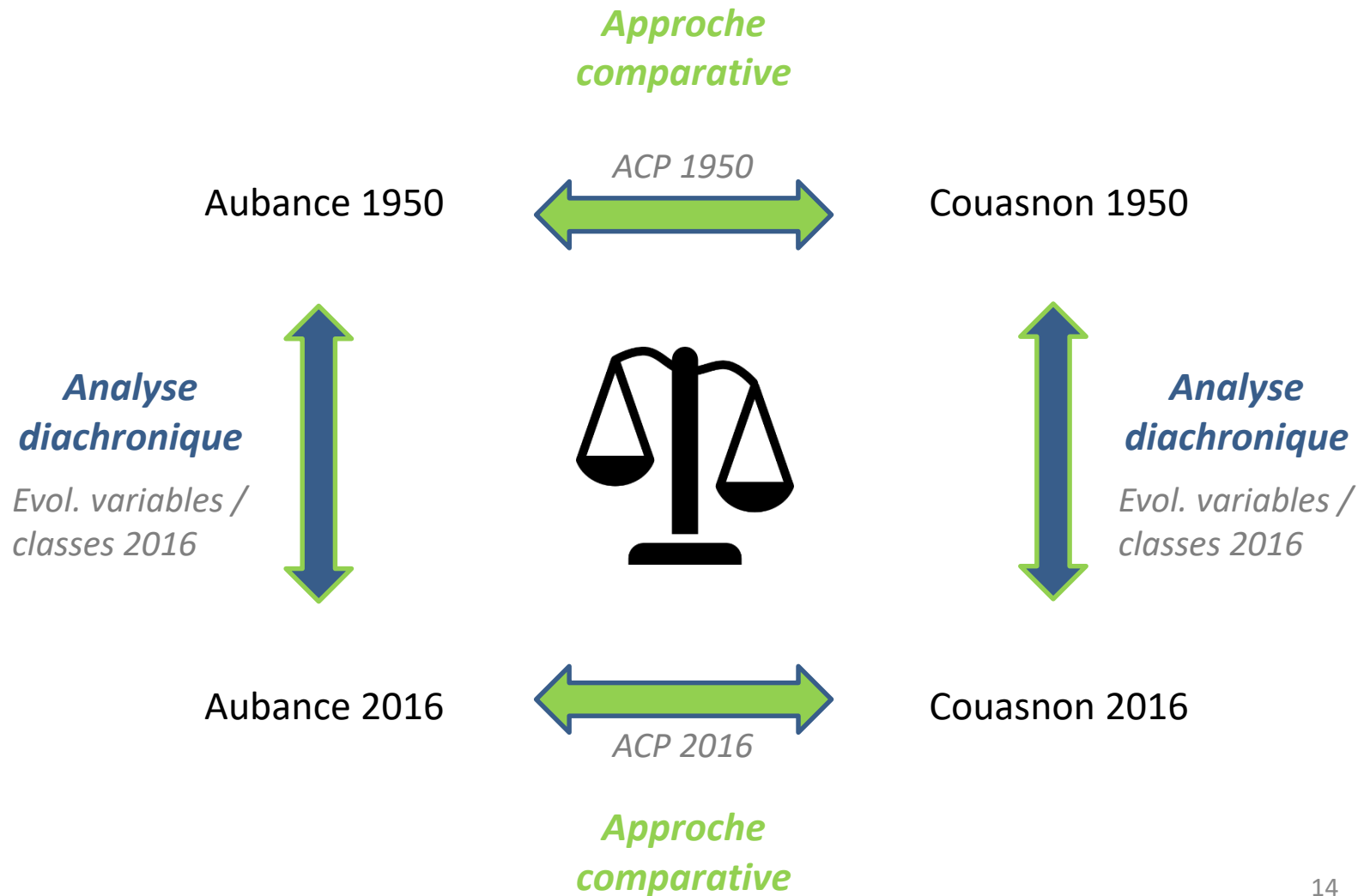
**1950** : avant rectifications/recalibrages (60-75)

**2016** : pendant période de restauration des continuités écologiques, hydrologiques et sédimentaires (~2000)

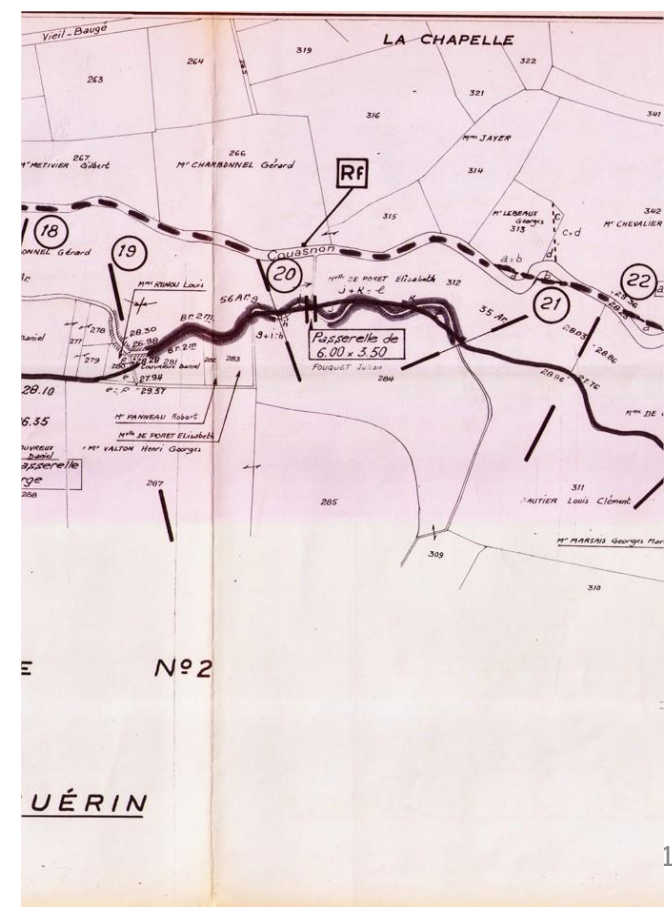
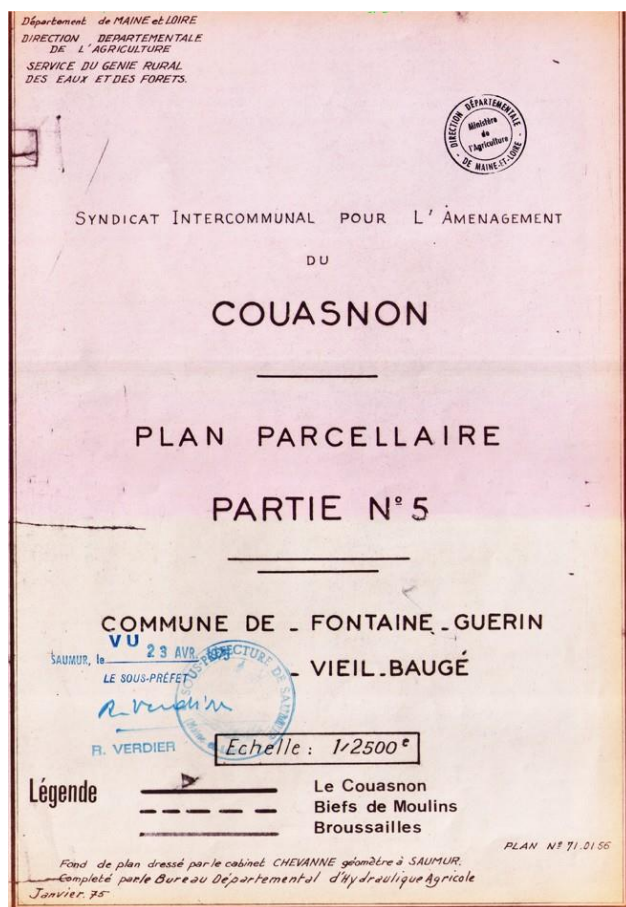
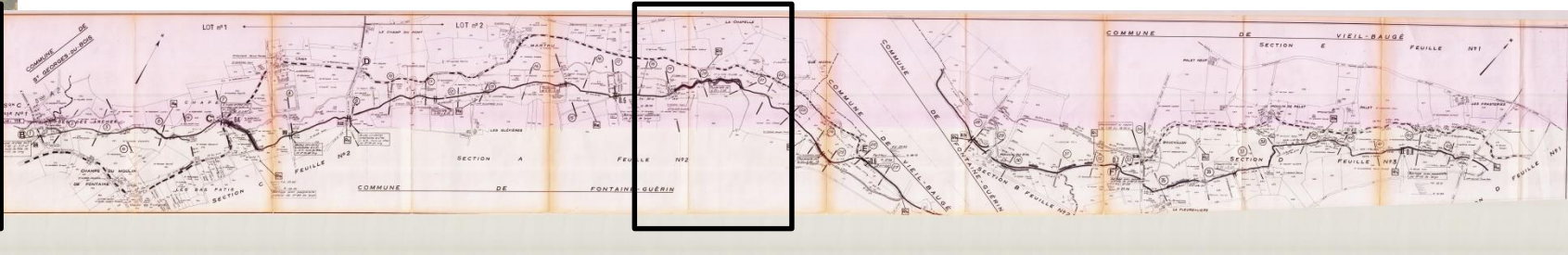
## ❑ Trajectoires paysagères : approche comparative et diachronique



## ❑ Trajectoires paysagères : approche comparative et diachronique



# ❑ Morphologie du talweg en 1950 : les plans parcellaires



## ❑ Morphologie du talweg en 1950 : les plans parcellaires



IGN GÉOPAL

Photographie  
Aérienne  
1950

1949

Flux WMS

Loire  
Authion  
Jardin d'Arjoux

Ad  
ARCHIVES  
DEPARTEMENTALES  
DE SAINE-ET-LOIRE

Direction Départementale  
des Territoires  
SAINE-ET-LOIRE  
91000

Plans rectifications  
1970

1975-1979

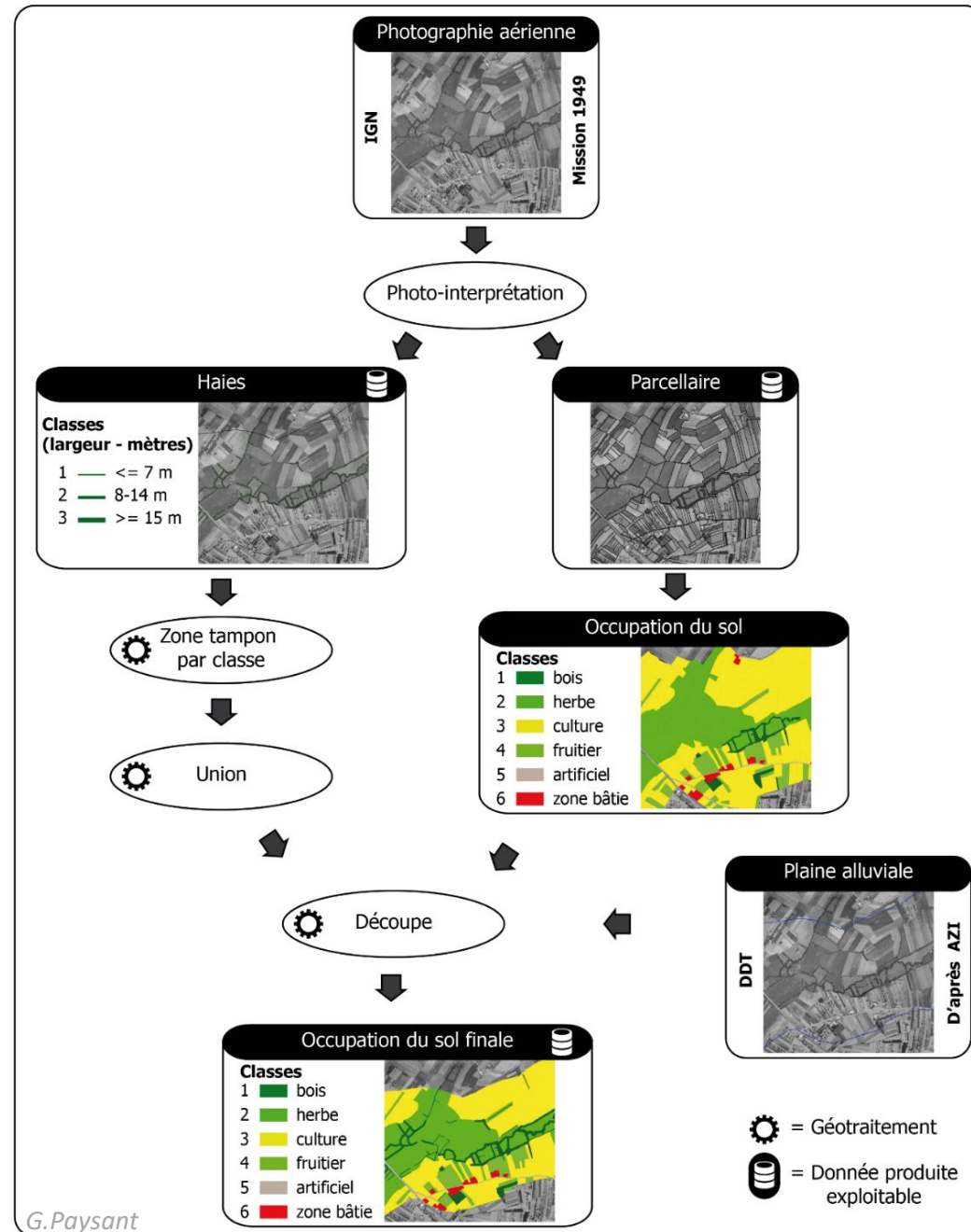
Géoréférencement





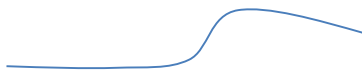
## Occupation du sol par photo-interprétation : 1950-2016

Echelle de saisie : 1/3 000<sup>e</sup>



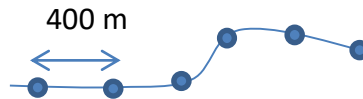
## ❑ Création des boîtes d'analyses (Piégay 1996 ; Garnier et al. 2014)

①



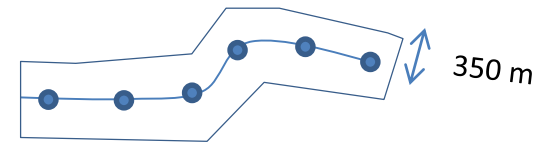
Tracé théorique

②



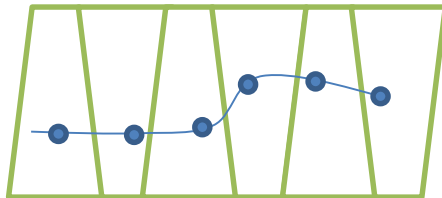
Points réguliers

③



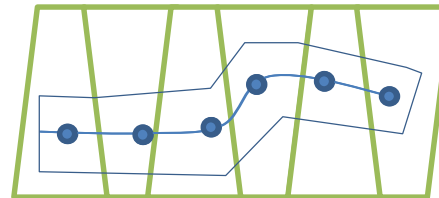
Zone tampon

④



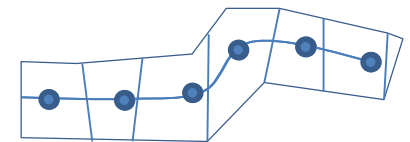
Polygones de Voronoi

⑤



Découpe par Voronoi

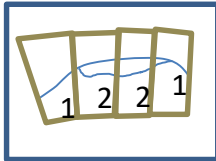
⑥



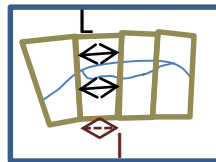
Boîtes d'analyse

## ☐ Variables intégrées à l'analyse statistiques multi-variées (n=13)

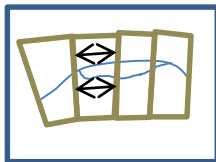
### talweg



Nombre de « bras »

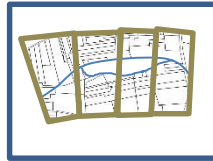


Sinuosité  $(L/l)/2$



Longueur de cours  $(L/2)$

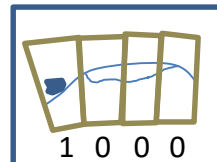
### occupation du sol



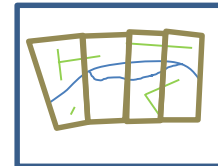
Densité des parcelles



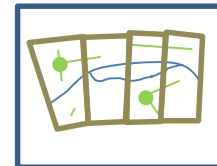
Part OCS (%) **cultures**,  
**prairies**, **bois**



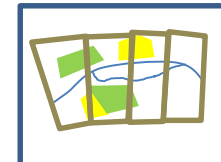
Surface de plan d'eau  
1 0 0 0



Densité de haies

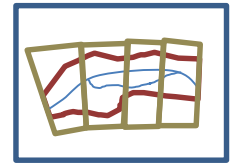


Connectivité de haies

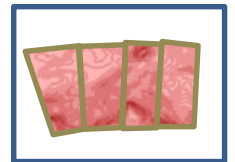


Ration  
Prairies/Cultures

### géomorphologie













Part de la PA (%)



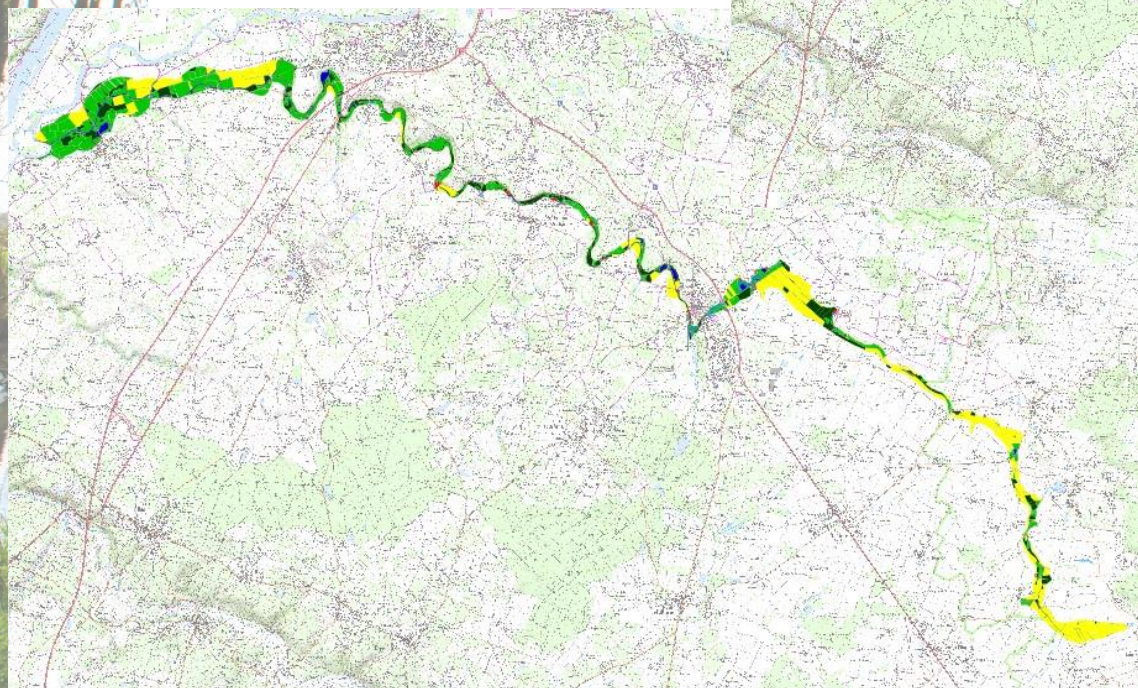
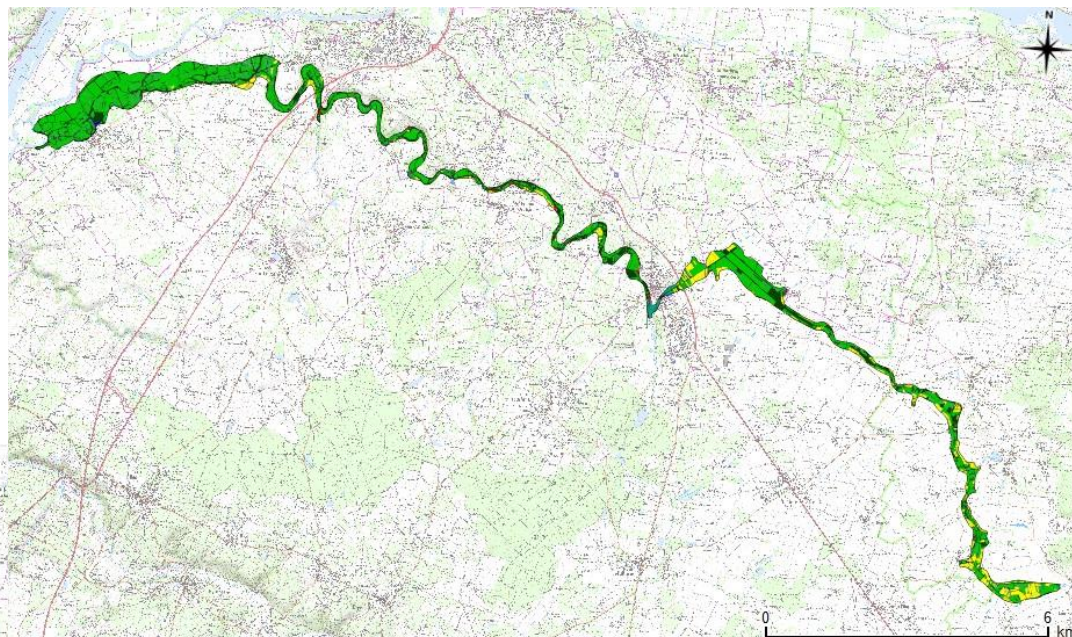
Pente (étendue)

## ☐ Changement d'occupation du sol à deux dates (1950-2016)

### Légende

-  chemins ou surface en terre
-  cultures
-  formations boisées
-  fruitiers
-  habitations et espaces associés
-  jardins, parcs, espaces connexes
-  surface en eau
-  surfaces artificialisées (routes, places...)
-  surfaces en herbe (pâtures, prairies de fauche)
-  vignes

*Aubance 1950*



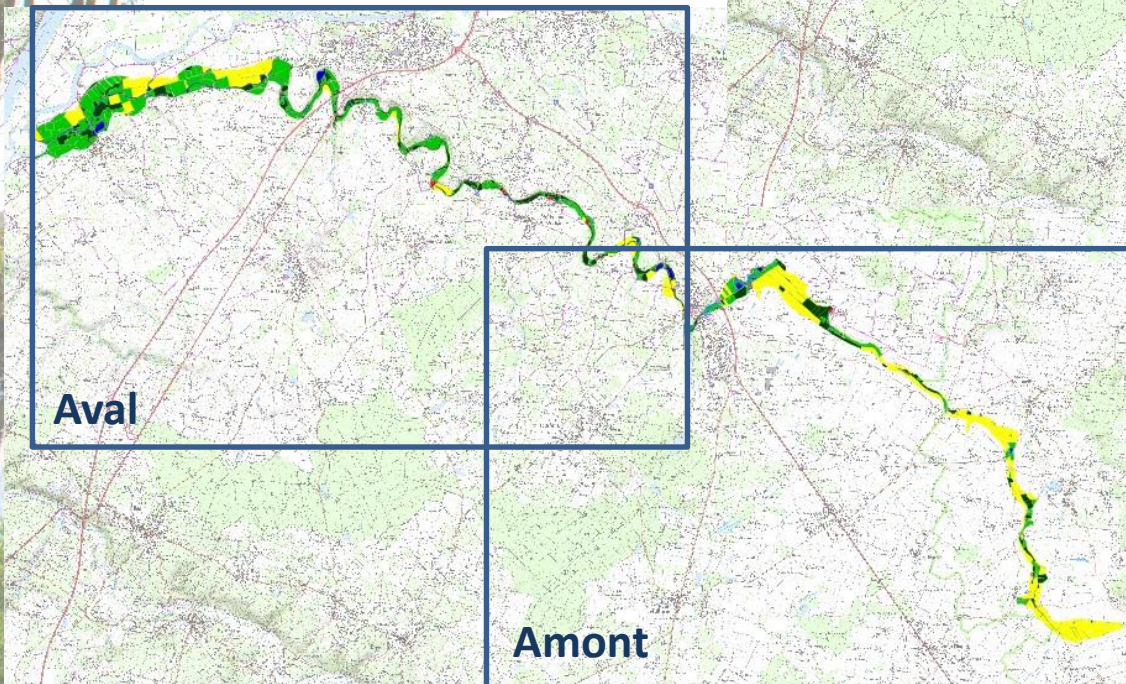
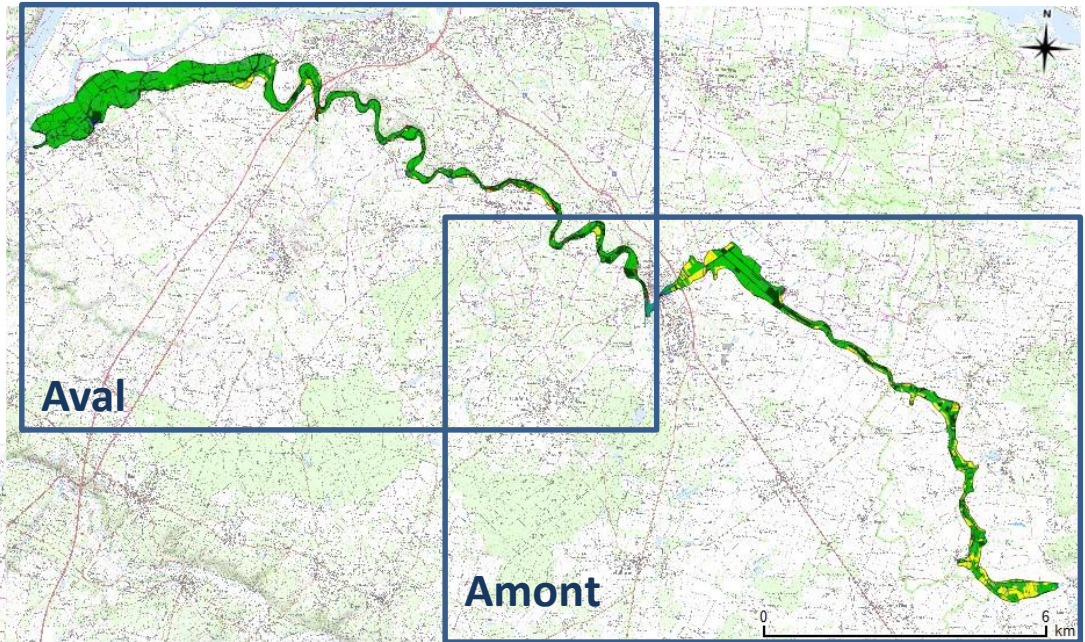
*Aubance 2016*

## ☐ Changement d'occupation du sol à deux dates (1950-2016)

### Légende

- chemins ou surface en terre
- cultures
- formations boisées
- fruitiers
- habitations et espaces associés
- jardins, parcs, espaces connexes
- surface en eau
- surfaces artificialisées (routes, places...)
- surfaces en herbe (pâtures, prairies de fauche)
- vignes

*Aubance 1950*



*Aubance 2016*

**Amont**

**Aval**

AUBANCE

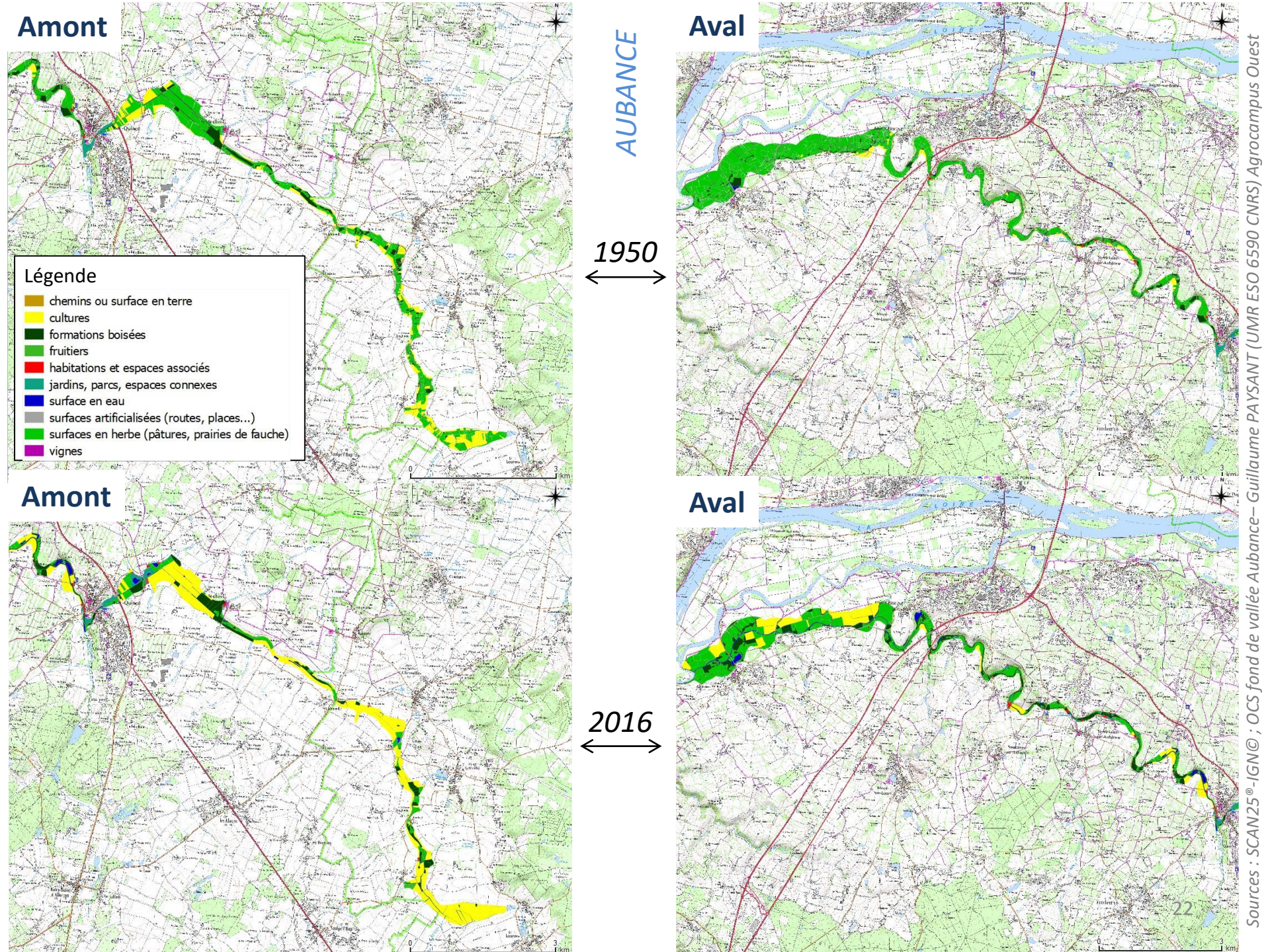
1950

- Légende**
- chemins ou surface en terre
  - cultures
  - formations boisées
  - fruitiers
  - habitations et espaces associés
  - jardins, parcs, espaces connexes
  - surface en eau
  - surfaces artificialisées (routes, places...)
  - surfaces en herbe (pâtures, prairies de fauche)
  - vignes

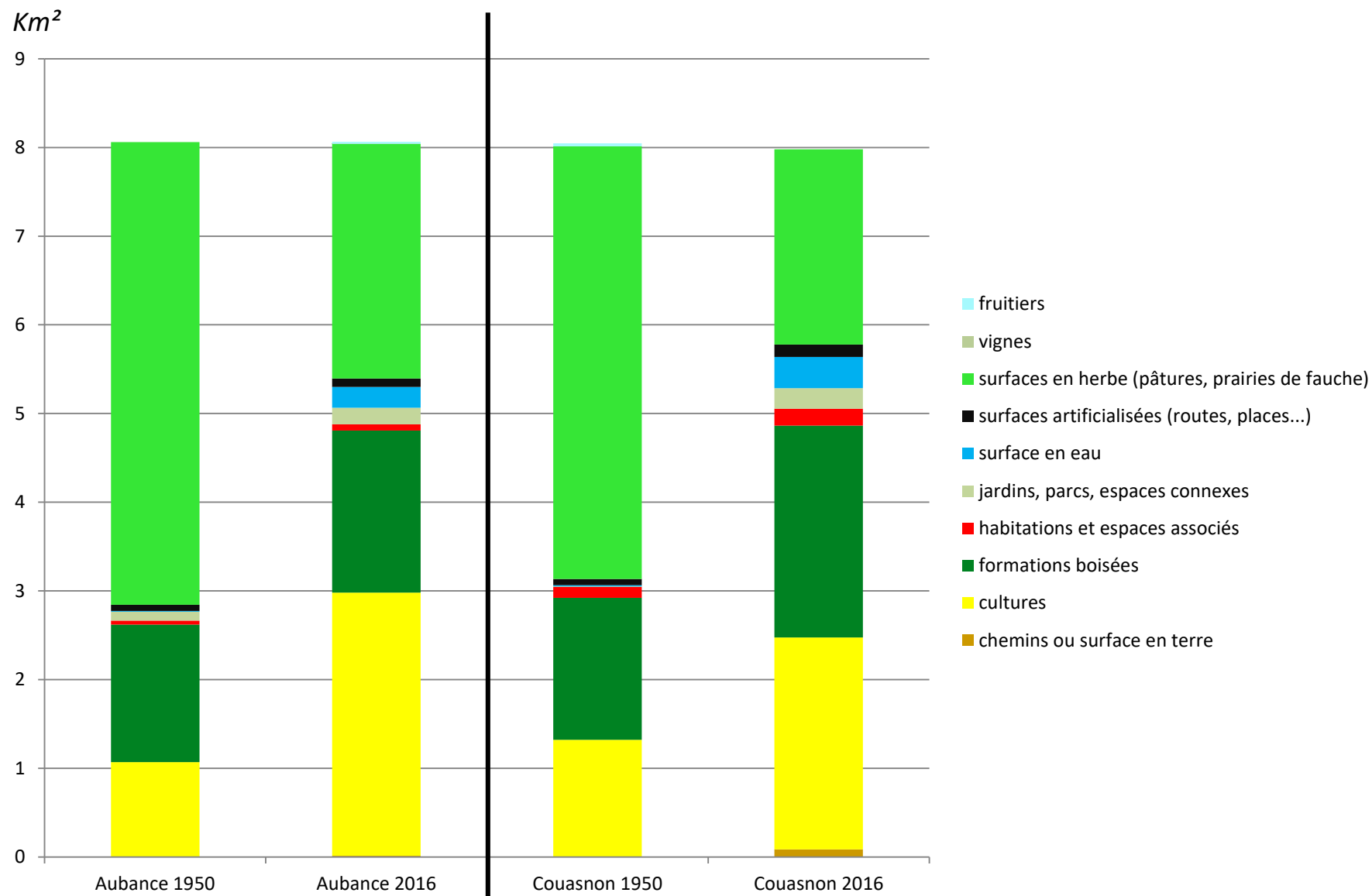
**Amont**

**Aval**

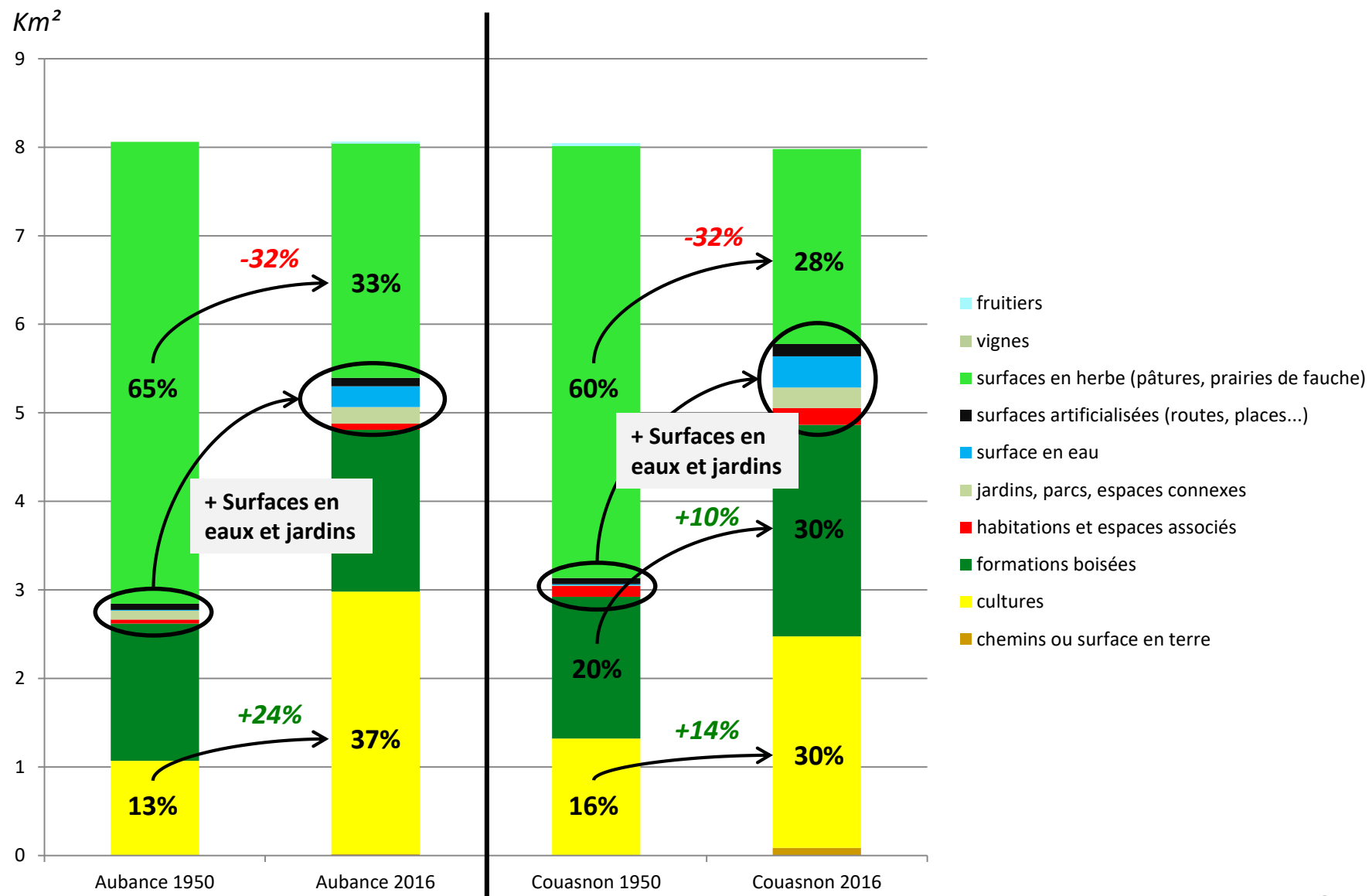
2016



## ☐ Changement d'occupation du sol à deux dates (1950-2016)



## ☐ Changement d'occupation du sol à deux dates (1950-2016)

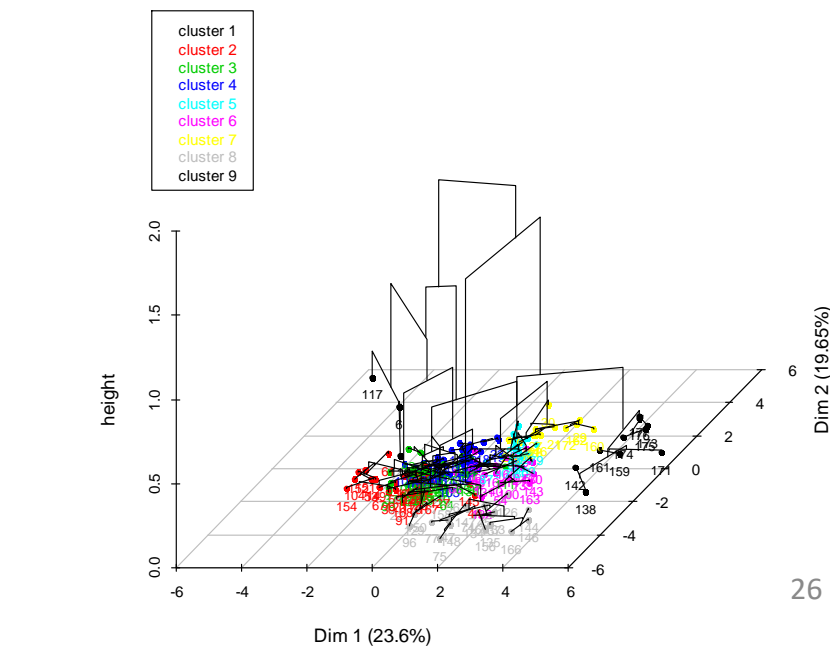
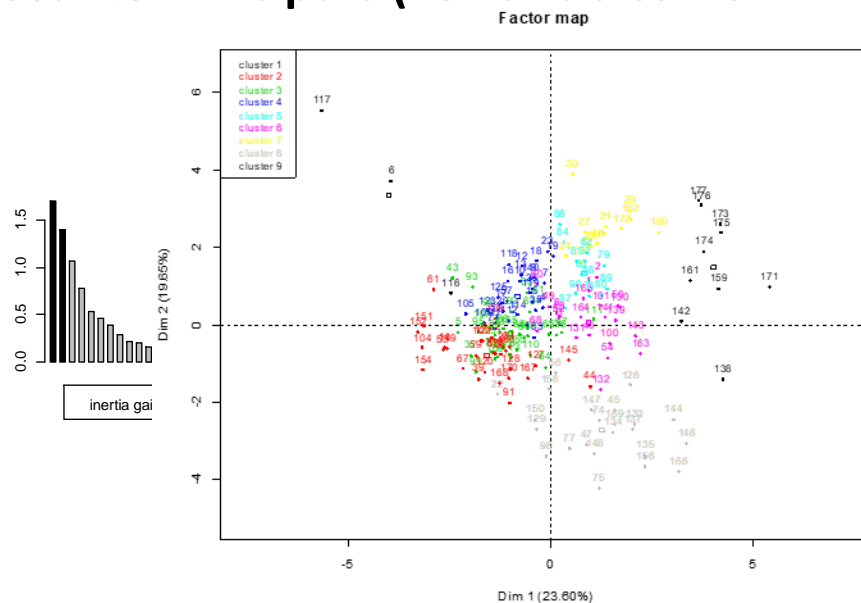
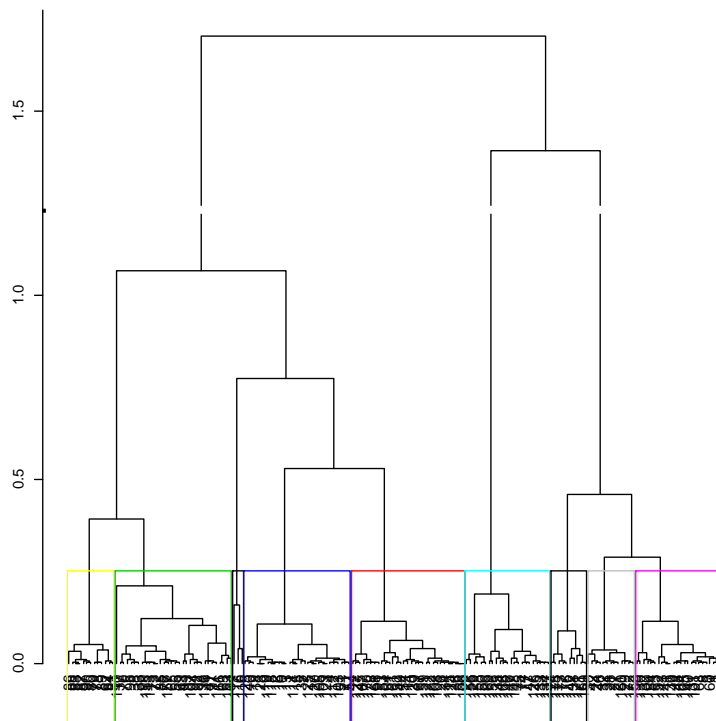




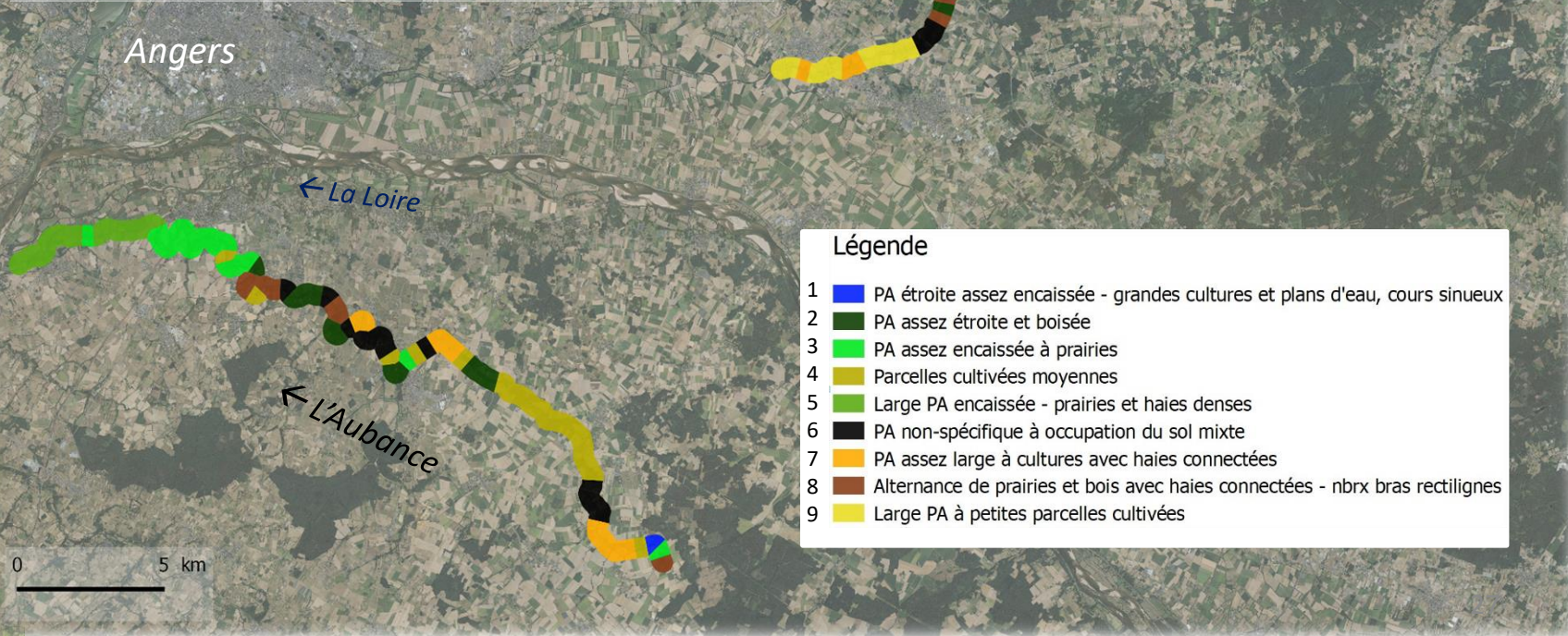
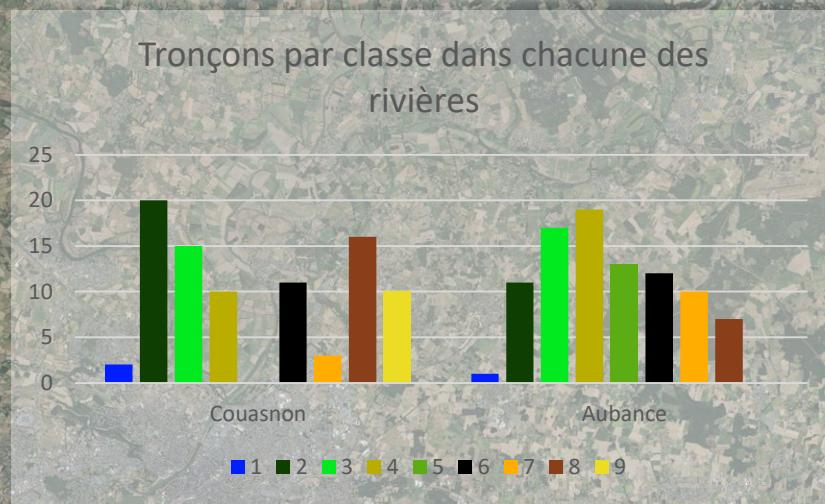


# Résultat de l'Analyse en Composante Principale (13 variables – 9 classes)

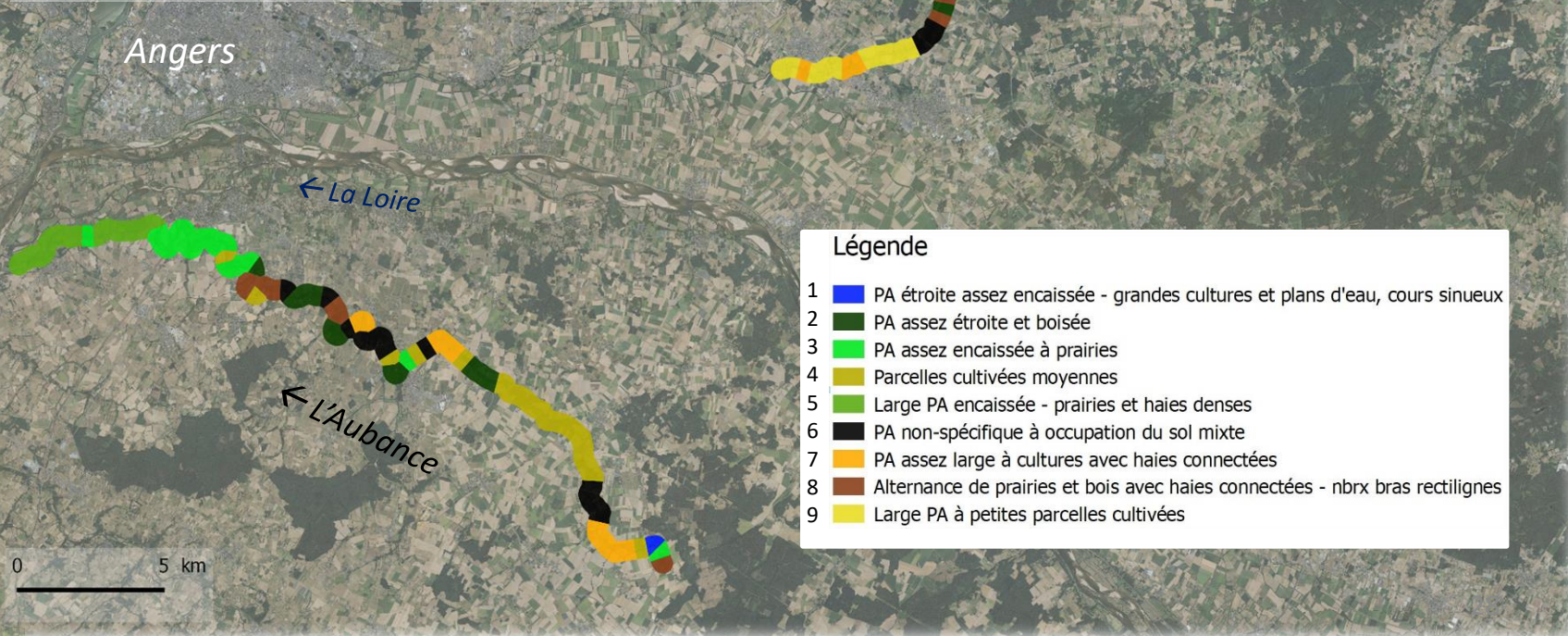
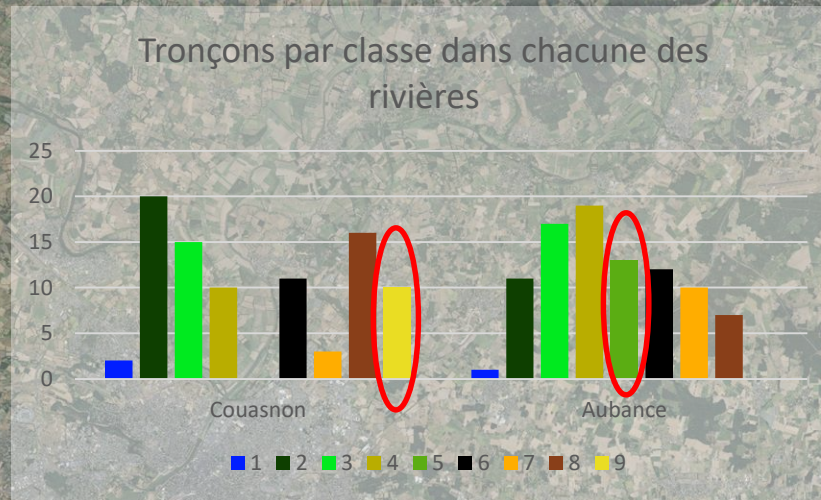
Hierarchical Clustering



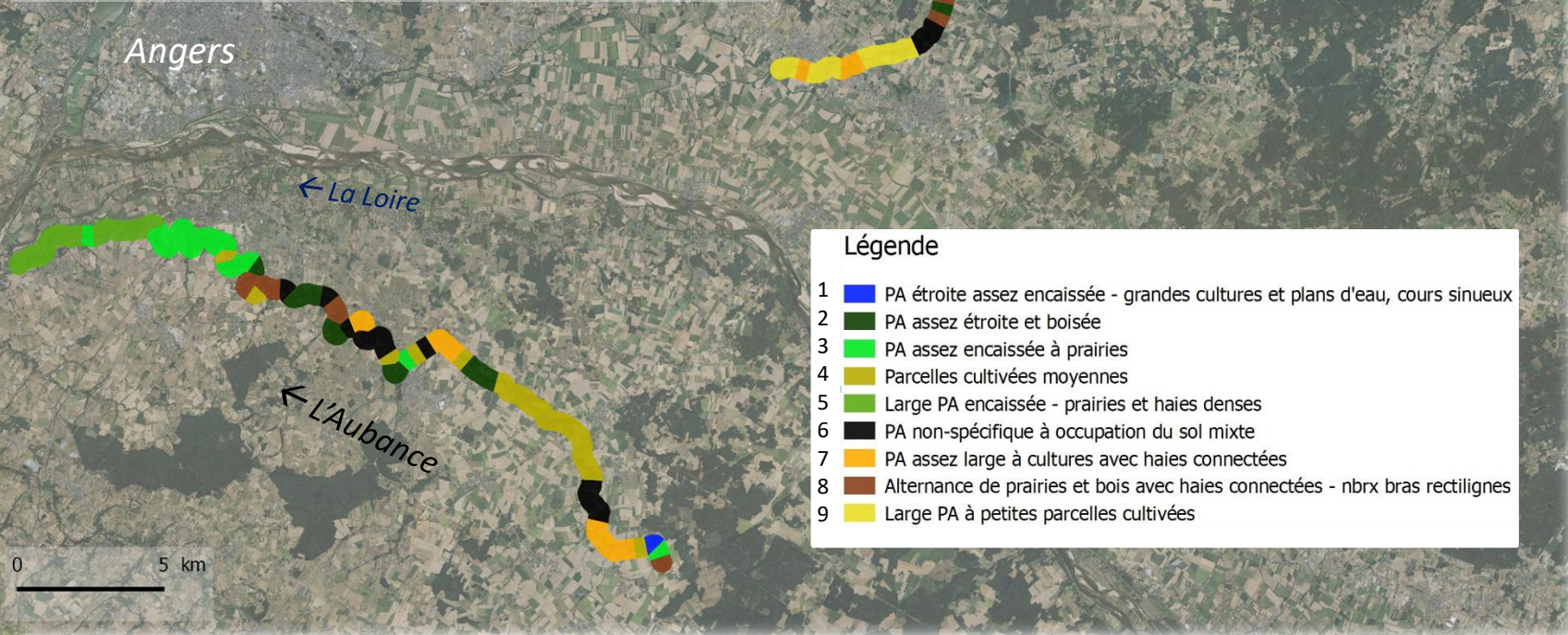
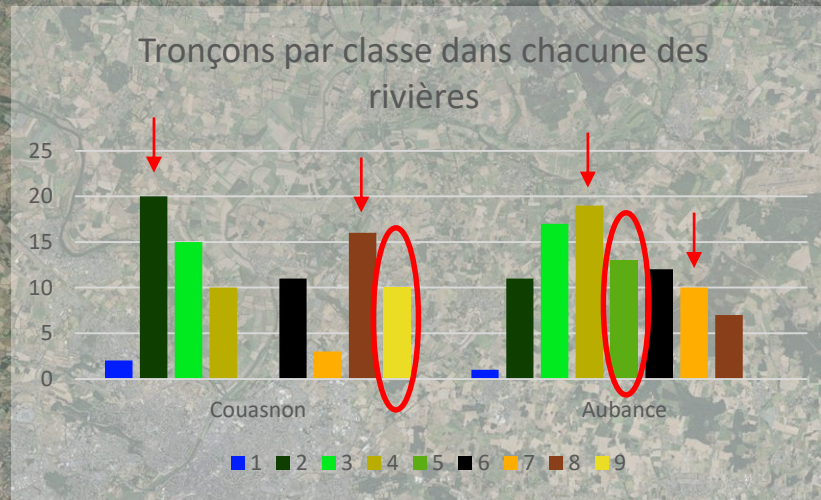
## ☐ Spatialisation des 9 classes – 2016 (ACP-CAH 13 variables)



## ☐ Spatialisation des 9 classes – 2016 (ACP-CAH 13 variables)




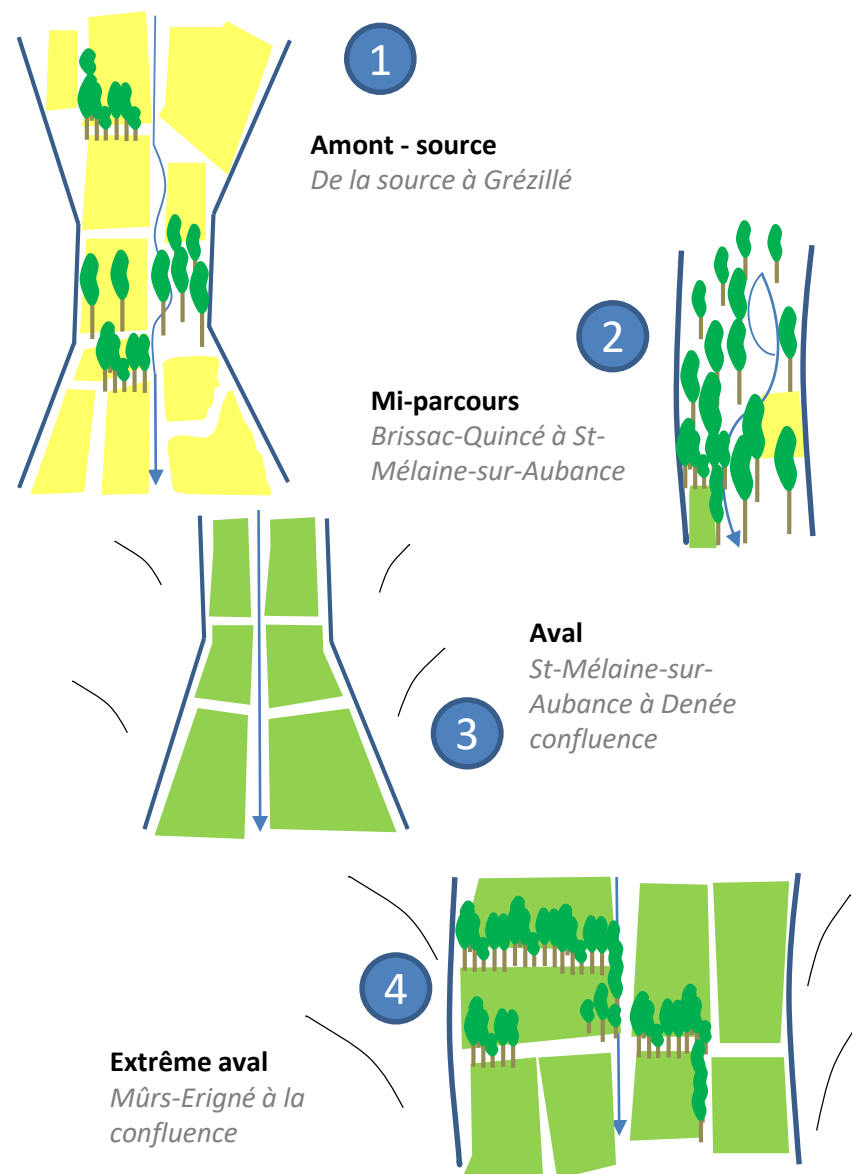
## ☐ Spatialisation des 9 classes – 2016 (ACP-CAH 13 variables)



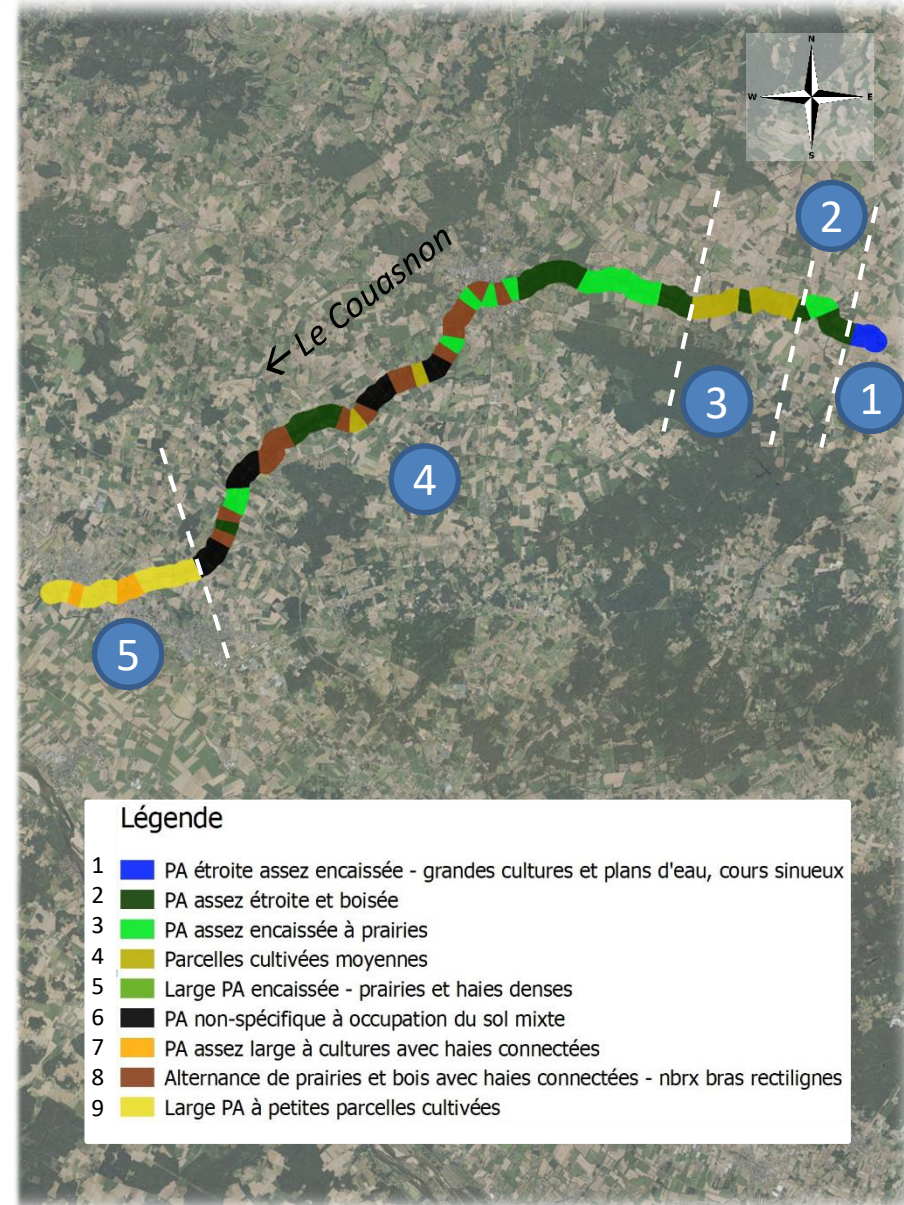
## ☐ Spatialisation des 9 classes – 2016 (ACP-CAH 13 variables)

### Légende

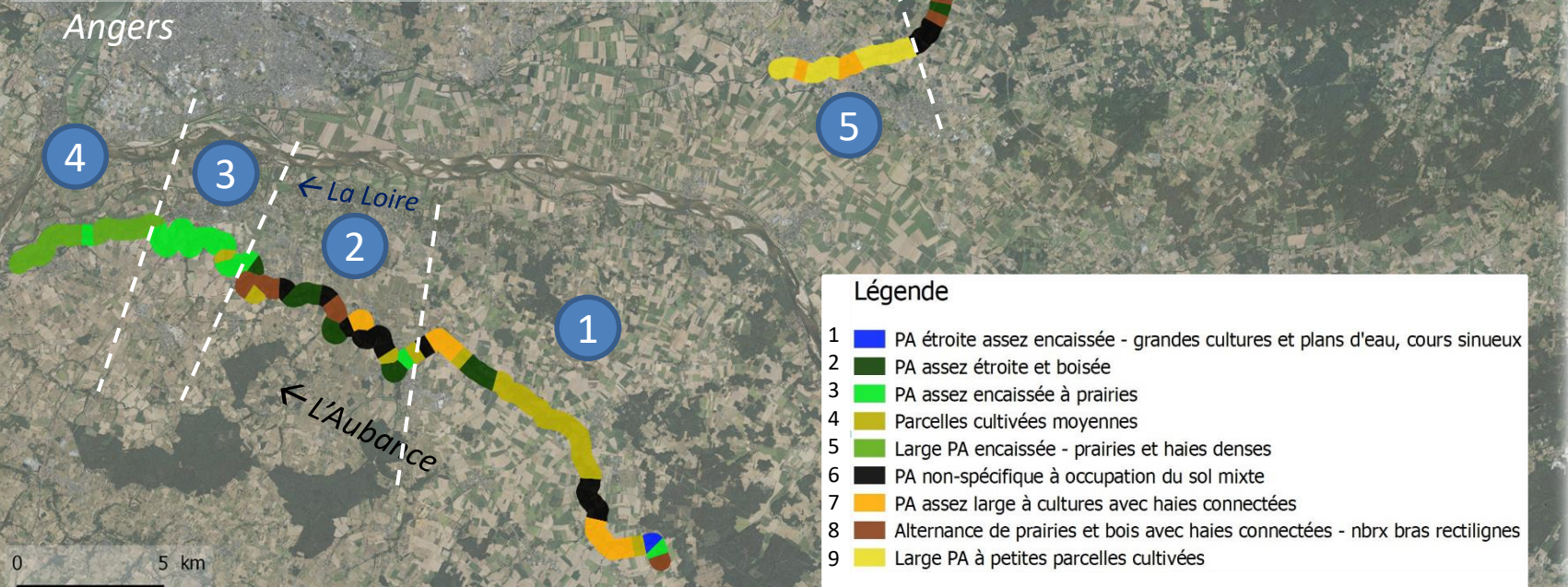
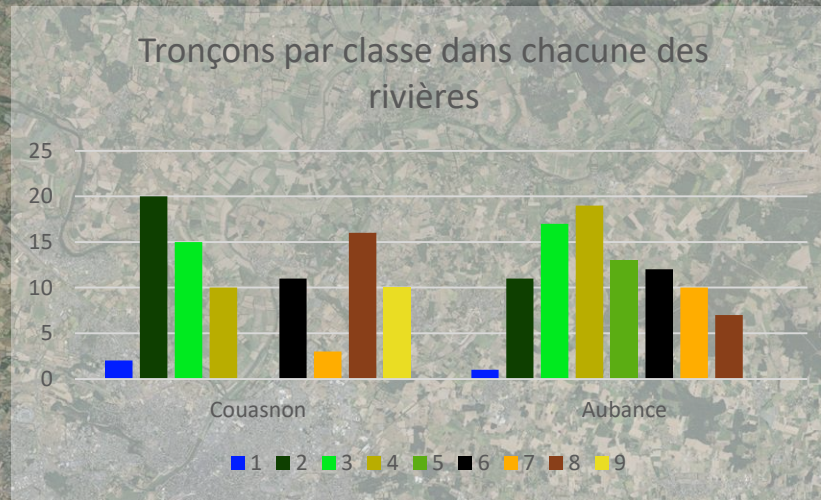
- 1  PA étroite assez encaissée - grandes cultures et plans d'eau, cours sinueux
- 2  PA assez étroite et boisée
- 3  PA assez encaissée à prairies
- 4  Parcelles cultivées moyennes
- 5  Large PA encaissée - prairies et haies denses
- 6  PA non-spécifique à occupation du sol mixte
- 7  PA assez large à cultures avec haies connectées
- 8  Alternance de prairies et bois avec haies connectées - nbrx bras rectilignes
- 9  Large PA à petites parcelles cultivées



## □ Spatialisation des 9 classes – 2016 (ACP-CAH 13 variables)



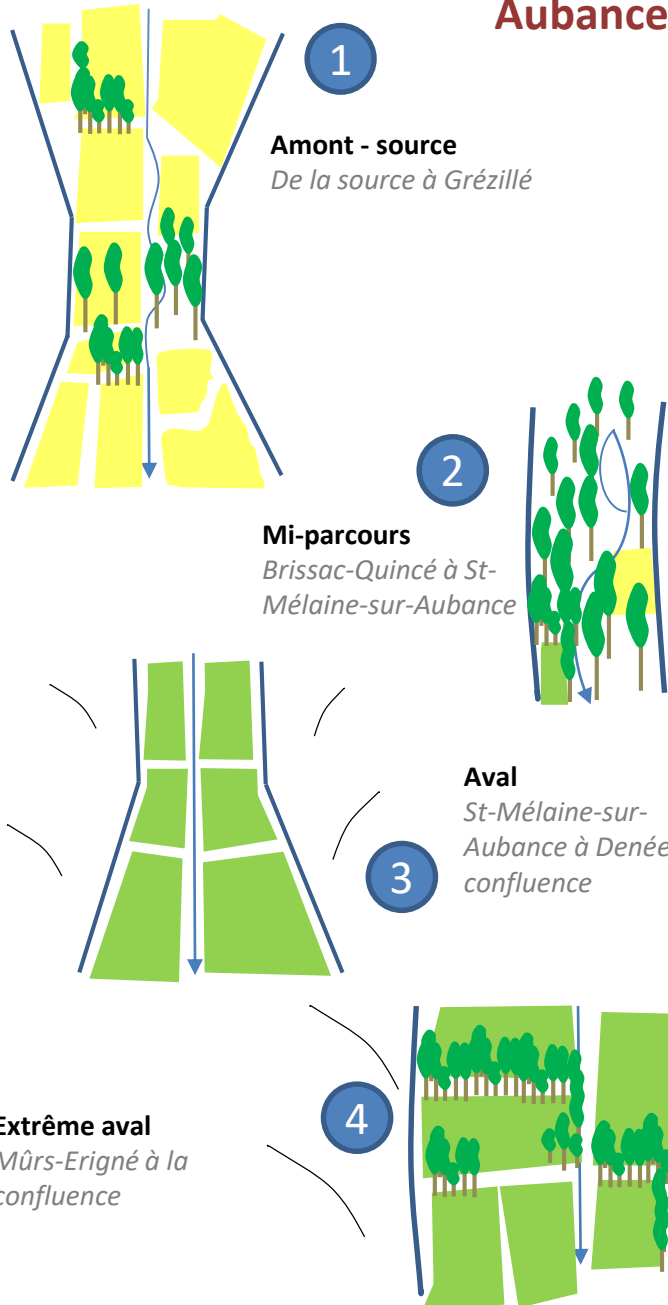
## ☐ Spatialisation des 9 classes – 2016 (ACP-CAH 13 variables)



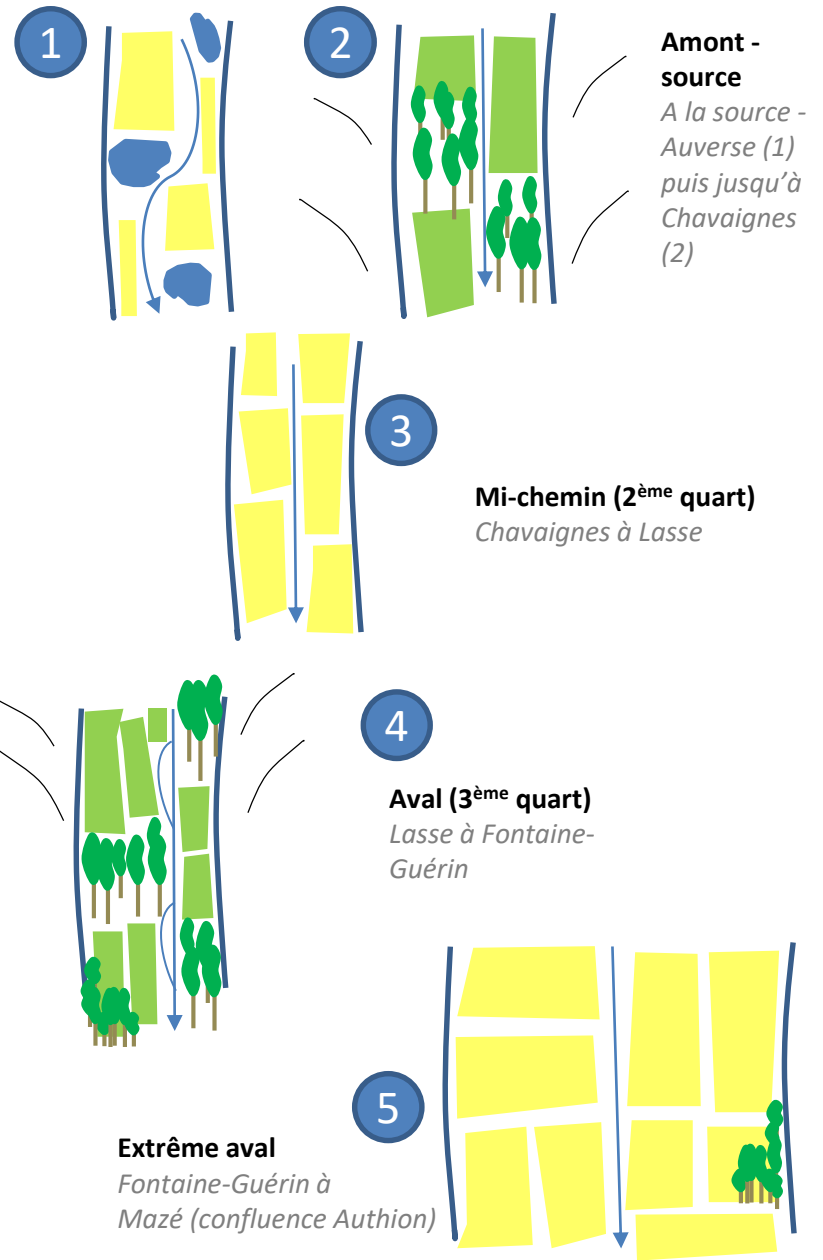




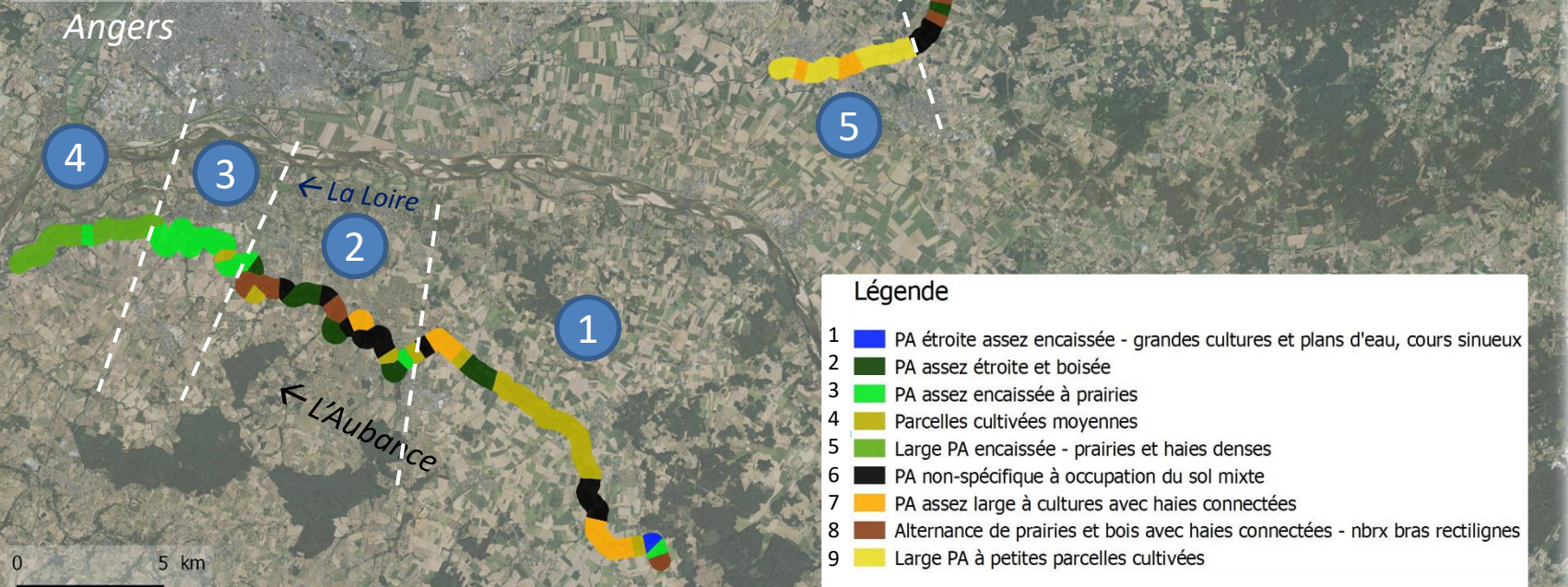
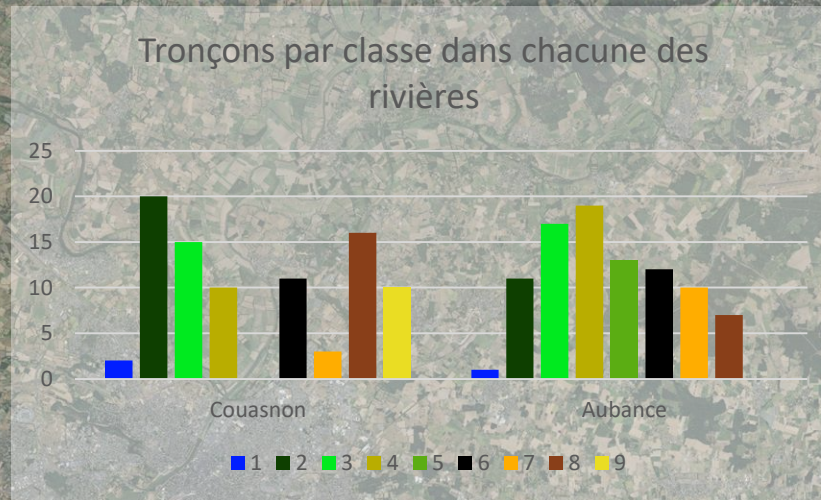
### Aubance



### Couasnon



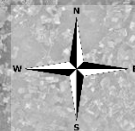
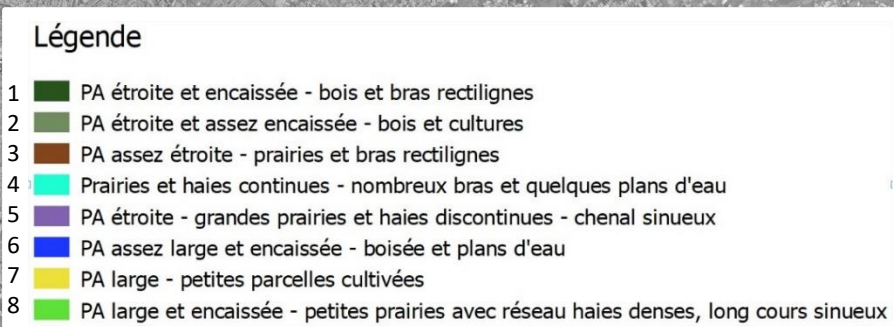
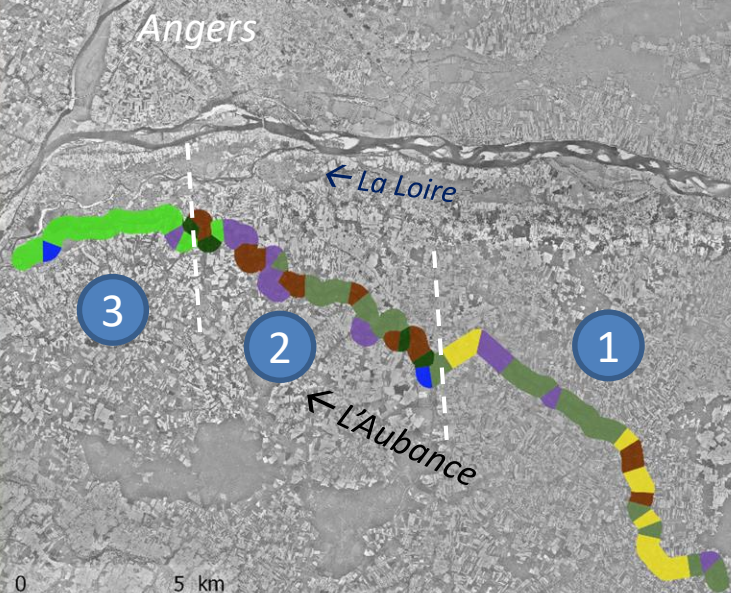
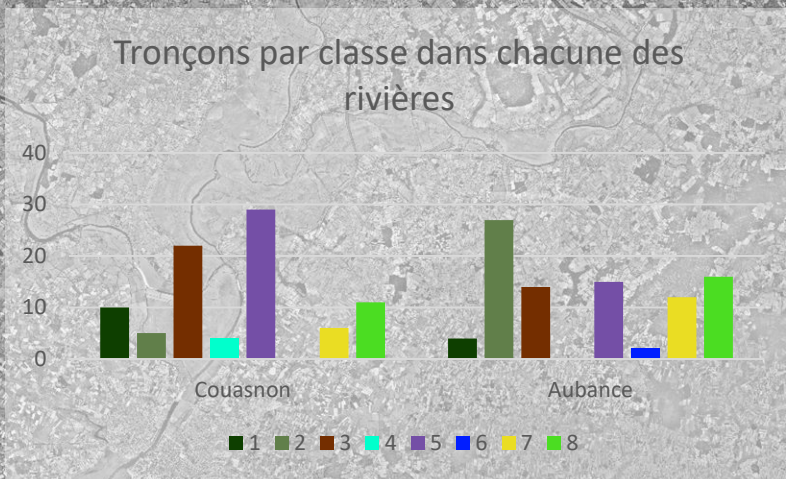
## ☐ Spatialisation des 9 classes – 2016 (ACP-CAH 13 variables)



### Légende

- 1 PA étroite assez encaissée - grandes cultures et plans d'eau, cours sinueux
- 2 PA assez étroite et boisée
- 3 PA assez encaissée à prairies
- 4 Parcelles cultivées moyennes
- 5 Large PA encaissée - prairies et haies denses
- 6 PA non-spécifique à occupation du sol mixte
- 7 PA assez large à cultures avec haies connectées
- 8 Alternance de prairies et bois avec haies connectées - nbrx bras rectilignes
- 9 Large PA à petites parcelles cultivées

# ☐ Spatialisation des 8 classes – 1950 (ACP 13 variables)



❑ **Quelques éléments de trajectoires (comparaison des scores des variables de 1950 dans les classes ACP-CAH 2016) :**

- *Les deux secteurs à l'aval sont caractéristiques des contextes locaux :*

*aval du Couasnon – contexte du Val d'Authion → cultures spécialisées*

*aval de l'Aubance : Plaine alluviale de la Loire, souvent inondée*

## ❑ Quelques éléments de trajectoires

A Mûrs-Erigné (Aubance) – le 22/01/2018 (G.Paysant)



## ❑ Quelques éléments de trajectoires (comparaison des scores des variables de 1950 dans les classes ACP-CAH 2016) :

- *Les deux secteurs à l'aval sont caractéristiques des contextes locaux :*

*aval du Couasnon – contexte du Val d'Authion → cultures spécialisées*

*aval de l'Aubance : Plaine alluviale de la Loire, souvent inondée, et zonages de protection (ZPS, ZNIEFF1 et 2) – reste plutôt en prairies*

- *Le Couasnon – dynamique de fermeture du paysage très nette (déprise agricole du fond de vallée – peupleraies)*

- *L'Aubance : mise en culture de l'amont*

## ❑ Conclusions et perspectives

### Préserver les zones humides et les haies

Les zones humides et les haies présentent un grand intérêt vis-à-vis des aspects quantitatifs et qualitatifs de la ressource en eau.

#### Les inventaires des zones humides et des haies

Les zones humides et réseaux de haies ne sont connus que de manière partielle ou incomplète sur le territoire du bassin Loire-Bretagne, c'est pourquoi le Syndicat Layon Aubance Louets encourage les collectivités territoriales et leurs groupements à réaliser l'inventaire de ces milieux sur leur territoire. Les inventaires doivent permettre d'identifier, de délimiter et de caractériser ces types de milieux. Ils doivent ensuite amener à définir des outils de gestion et de protection destinés à préserver les fonctionnalités de ces milieux.

Afin d'assurer une cohérence en terme de méthodologie et de résultats d'inventaire, le Syndicat Layon Aubance Louets propose de réaliser les inventaires à partir d'un guide méthodologique d'identification et d'un cahier des charges type : Guide d'inventaire des zones humides et des haies.

Lorsque les modalités et l'organisation des inventaires le permettent, les collectivités territoriales et leurs groupements sont invités à engager conjointement les démarches d'inventaires concernant les têtes de bassins versants, les zones humides, les haies, et les talus.

- Apporter de la connaissance sur les zones humides et les haies du territoire
- Contribuer aux réflexions sur les secteurs de préservation et plantation de haies avec le recul de l'historicité des lieux
- Alimenter un observatoire paysager à créer (en complément des observatoires « physico-chimiques »)



### Accompagnement pour la plantation de haies

Les structures bocagères ont fortement évolué du fait de la destruction d'un grand nombre de haies : remembrement, urbanisation, transformation des systèmes de production agricole...

Les haies présentent cependant de nombreux intérêts :

- **Intérêts environnementaux et paysagers** : filtres à polluants, ombrage des cours d'eau, limitation de l'érosion des sols, maintien des berges des cours d'eau, sources de biodiversité, corridors biologiques
- **Intérêts agronomiques** : brise-vent, abris aux animaux d'élevage, diminution des pertes d'eau des plantes
- **Intérêts économiques** : production de bois d'œuvre ou de chauffage ...

50 kilomètres de haies ont ainsi été replantés depuis 2011. Ce programme est financé par :

- Le Département de Maine-et-Loire



- Le Conseil Régional des Pays de la Loire



## ❑ Conclusions et perspectives

*Syndicat de rivière en charge du Couason*



- Apporter de la connaissance l'évolution de l'occupation du sol et de la morphologie en plan avec les travaux de rectification
- Contribuer aux réflexions sur les secteurs à restaurer
- Alimenter un observatoire paysager à créer



Syndicat Mixte du Bassin de l'Authion et de ses Affluents

23 octobre 2017 · 🌐

Amélioration de la continuité piscicole sur la commune déléguée de Fontaine Guérin :

Le SMBAA réalise actuellement des travaux, au niveau du moulin de Fontaine, pour améliorer la continuité piscicole de ses vannes qui sont actuellement infranchissables (1.4 m de hauteur de chute). Ces travaux visent à répondre à la réglementation qui demande que tous les ouvrages présents sur le Couason, entre la confluence avec le Brocard (commune déléguée de Fontaine Guérin) et la confluence avec le Couason, soient gérés, entretenus et équipés pour permettre le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs.

L'aménagement consiste à utiliser un fossé existant, à proximité du moulin, pour le transformer en bras de contournement des ouvrages infranchissables.

Le bras créé fait 138 m de long et permet de rattraper la chute d'eau de 1.4 m de hauteur tout en assurant le maintien des usages associés au moulin.





A scenic landscape featuring a river on the left, a dense forest of tall, thin trees in the middle ground, and a lush green field in the foreground. The sky is bright blue with scattered white clouds. The text "Merci de votre attention" is centered over the image.

**Merci de votre attention**

# Éléments de bibliographie

**Barjot**, Dominique. « Préface. » In La politique d'aménagement du territoire - racines, logiques et résultats, PUR, 5. Rennes: s.n. (2002)

**Barraud**, R. Vers un 'tiers-paysage'? Géographie paysagère des fonds de vallées sud-armoricaines. Héritage, évolution, adaptation. (Université de Nantes, 2007). at <http://hal.univ-nantes.fr/tel-00202359/>

**Burnouf**, Joëlle et Philippe Leveau. Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes., CTHS. Paris: s.n. (2004)

**Garnier**, A., **Dufour**, S., **Lespez**, L., **Caillault**, S. & **Delahaye**, D. Analyse spatiotemporelle de la dynamique fluviale d'un cours d'eau sahélo-soudanien entre 1967 et 2007. Le cas du Yamé au pays Dogon (Mali, Afrique de l'Ouest). *Rev. Int. géomatique* **24**, 279–306 (2014).

**Germaine**, M.-A. De la caractérisation à la gestion des paysages ordinaires des vallées dans le Nord-Ouest de la France. Représentations, enjeux d'environnement et politiques publiques en Basse-Normandie. (Université de Caen Basse-Normandie, 2009). at <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00440948/>

**Germaine**, Marie-Anne et Anne **Puissant**. « Extraction d'indices paysagers et analyse quantitative des paysages de «vallées ordinaires» à partir de données images: L'exemple de la Seulles (Calvados, France). » *Cybergeog: European Journal of Geography*. (2008) <http://cybergeog.revues.org/19123>.

**Lescure**, Séverine, Gilles **Arnaud-Fassetta** et Stéphane **Cordier**. « Sur quelques modifications hydromorphologiques dans le Val de Seine (Bassin parisien, France) depuis 1830 : quelle part accorder aux facteurs hydrologiques et anthropiques ? » *EchoGéo* (18). Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (CNRS UMR 8586). doi:10.4000/echogeo.12658. (2011) <http://journals.openedition.org/echogeo/12658>.

**Lespez**, L., **Garnier**, E., **Cador**, J.-M. & **Rocard**, D. Les aménagements hydrauliques et la dynamique des paysages des petits cours d'eau depuis le XVIIIe siècle dans le nord-ouest de la France : l'exemple du bassin versant de la Seulles (Calvados). *Aestuarium* **7**, 89–109 (2005).

**Lespez**, L. *et al.* Trajectoire des paysages des vallées normandes et gestion de l'eau, du Néolithique aux enjeux de la gestion contemporaine. *Paysages et Environnement* 61–75 (2006). at <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00292308>

**Piégay**, H. Représentation de la biodynamique fluviale : la forêt alluviale de la moyenne Ardèche. *Mappe Monde* 15–22 (1996).

**Rollet** A.-J. & **Lespez** L. La restauration physique des cours d'eau Bas Normands ? Elements de connaissance, implications opérationnelles et perspectives scientifiques – Arelier IRD2 « Restauration de cours d'eau », p.21, dec.2013 at <http://www.ird2.org/wp-content/uploads/2014/01/4.-ROLLET-LESPEZ-Restauration-physique-des-cours-deau-bas-normands-GEOPHEN.pdf>

**Valette**, Philippe . « Les paysages de la Garonne : les métamorphoses d'un fleuve : entre Toulouse et Castets-en Dorthe. » (2002) <http://www.theses.fr.Toulouse.2>. <http://theses.fr/2002TOU20078>.