

## Séminaire OFEV - EAWAG

# Caractérisation et typologie des cours d'eau en Suisse

Berne, 22.09.2006

## Application de la Typologie régionale pour la caractérisation de l'état écologique des cours d'eau en France

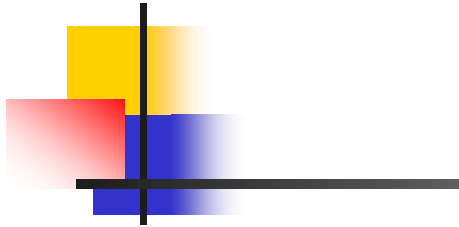
**Jean-Gabriel WASSON**

André CHANDESRIS  
Hervé PELLA  
Bertrand VILLENEUVE  
Nicolas MENGIN

UR Biologie des Écosystèmes Aquatiques  
Laboratoire d'Hydro-écologie Quantitative



# Hydro-écorégions Bassin de la Loire

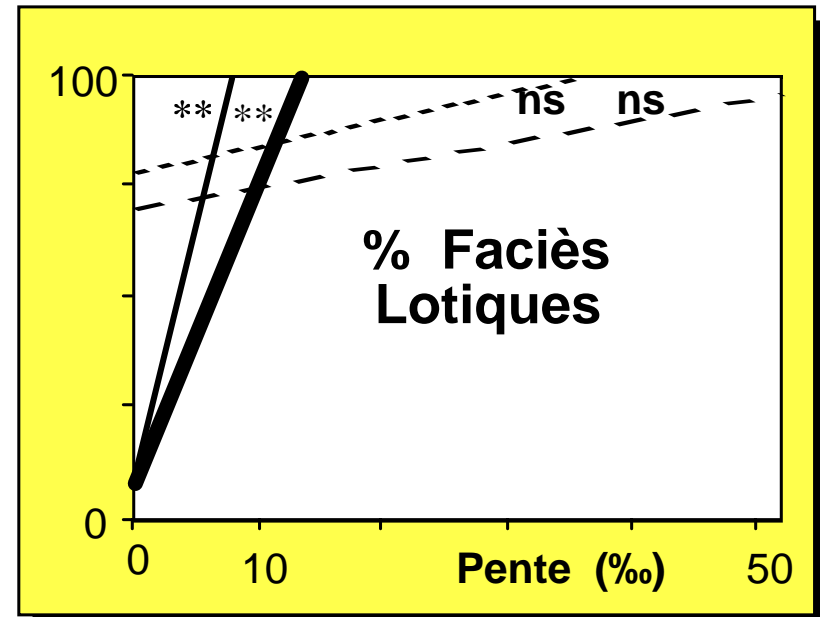
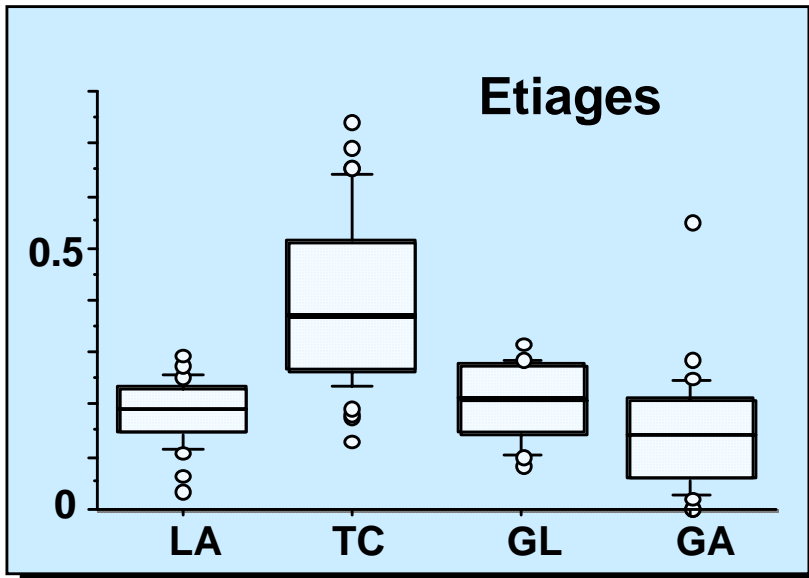


## Hydrologie

- Qualité / quantité
- Régimes
- Variabilité

## Morphologie

- Types de vallées
- Pente, Géométrie, Faciès
- Energie, Qpb
- Hydraulique



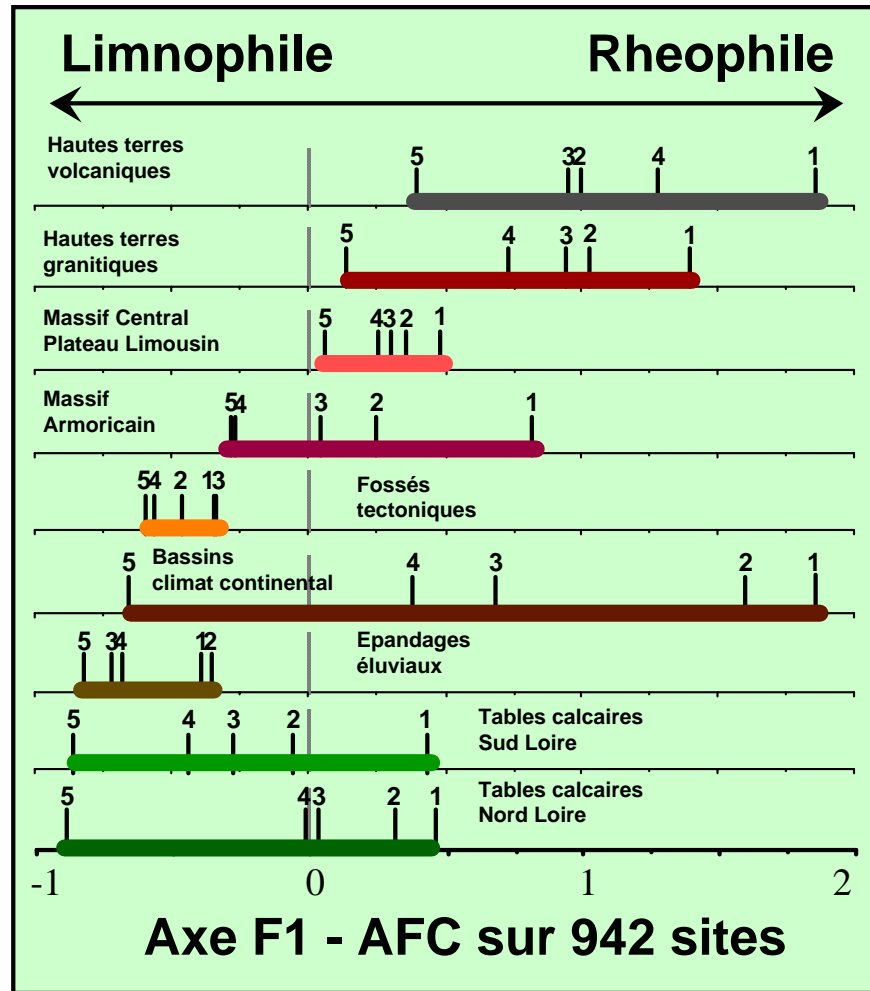
# Hydro-écorégions Bassin de la Loire



# Structures Biologiques

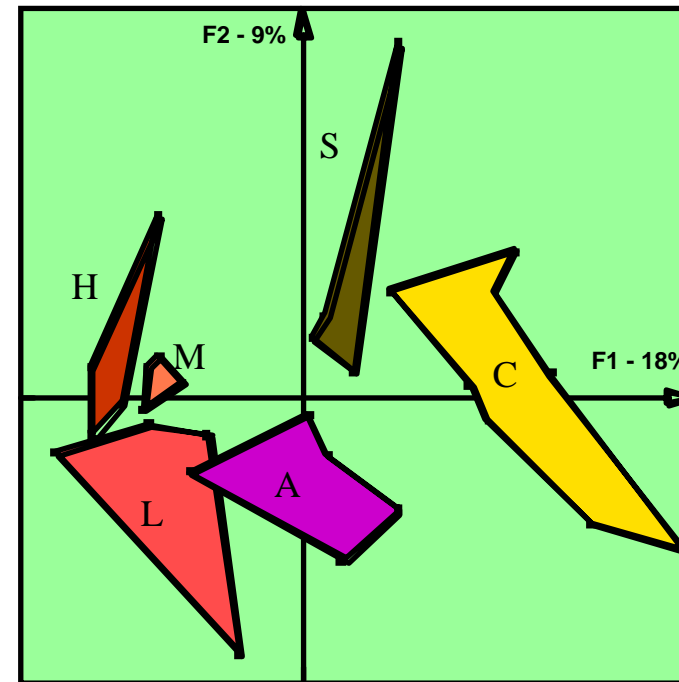
## Poissons

- zonation longitudinale



## Invertébrés

- typologie régionale



AFC - 30 sites rang 2-3

# Stream Invertebrates Reference Conditions

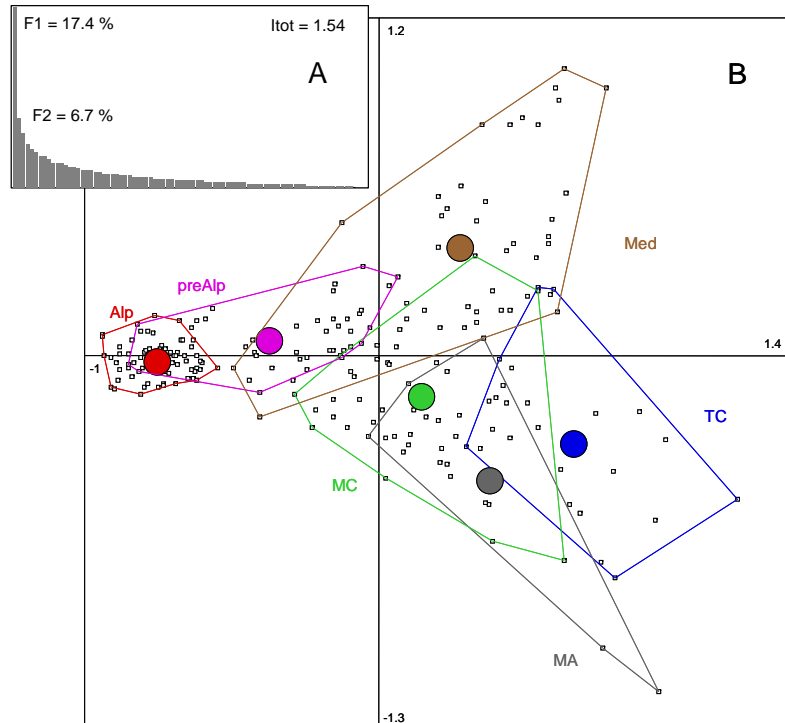
Correspondence Analysis (F1x F2)  
 Sites grouped by ecoregions

Database :

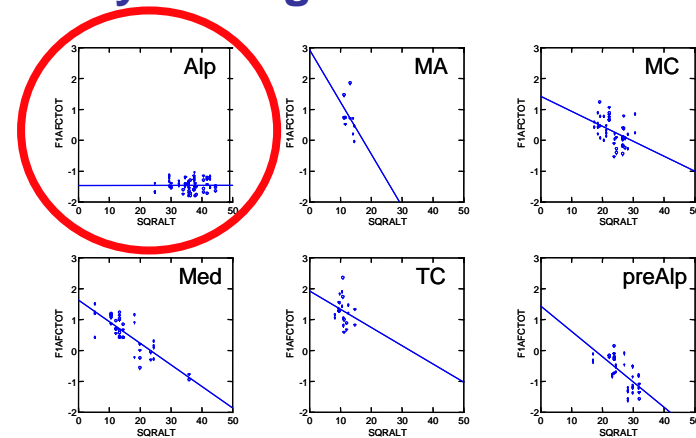
76 reference sites, 225 samples

81 taxa at family level

10 HER-1 grouped into 6 “ecoregions”



Correlation F1 x altitude  
 by ecoregions



*Regional effect*

% inertia explained (p<0.001)

Reg	Order	Reg+Ord	Season
23.9	8.2	29.3	6.4

# Comparison of HER and faunistic classifications

Ward's A. H. C.  
Followed by CA

(6 groups)

**% inertia explained** ( $p < 0.001$ )

Ecoregions	Ward AHC
23.9	24.6

**HER Classification efficiency**

**= 97% of Ward's AHC**

**HER faunistic discrimination :  
Good to Excellent**

Similarity indices  
followed by UGPMA

(6 groups)

*Van Sickle, 1997*

	Ecoregion	UGPMA
P/A	0.802	<b>0.769</b>
Log Ab.	0.788	<b>0.751</b>

Classification strength  
**M = Bm/Wm**

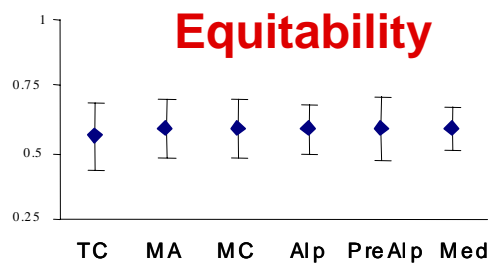
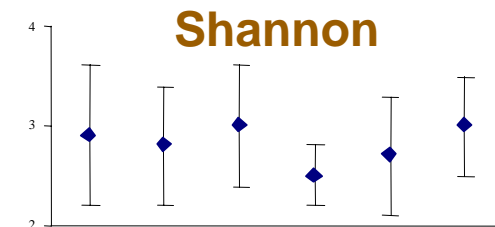
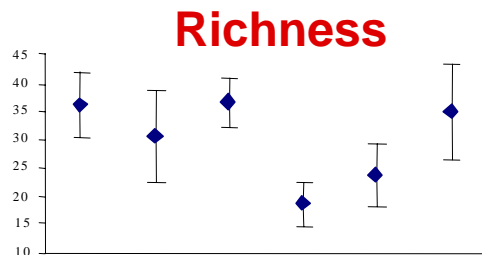
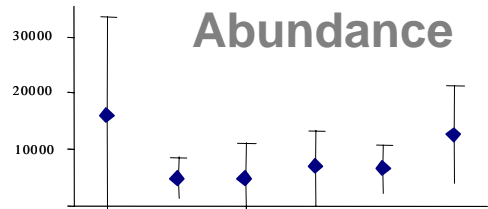
*Seasonal variation*

**HER Classification strength**

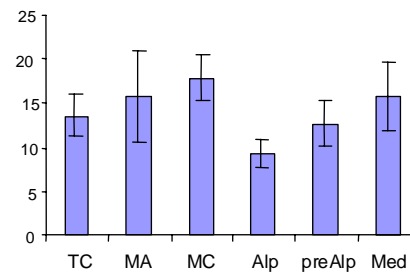
**= 85% of UGPMA**

# Invertebrates : Reference metrics

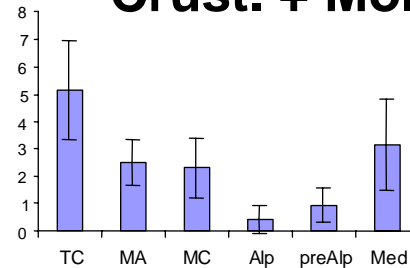
Significant regional variability



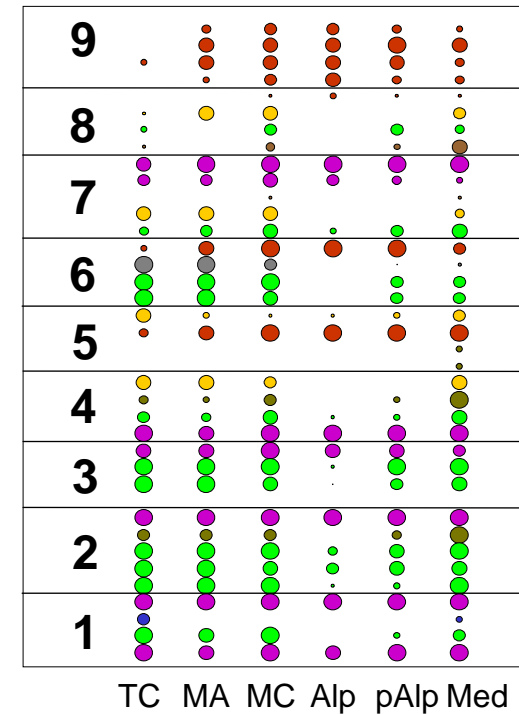
## EPT taxa



## Crust. + Moll.



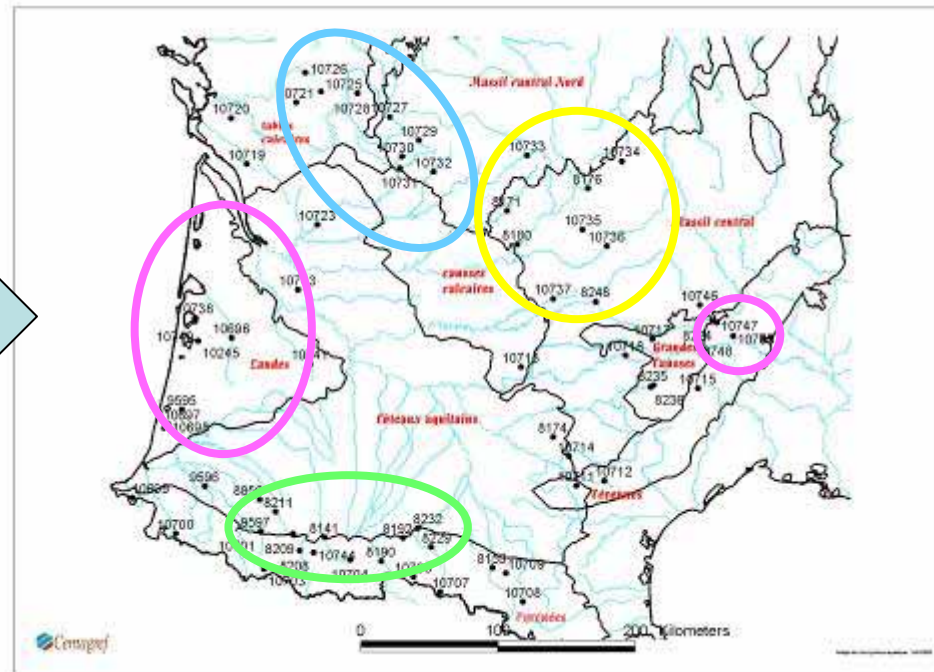
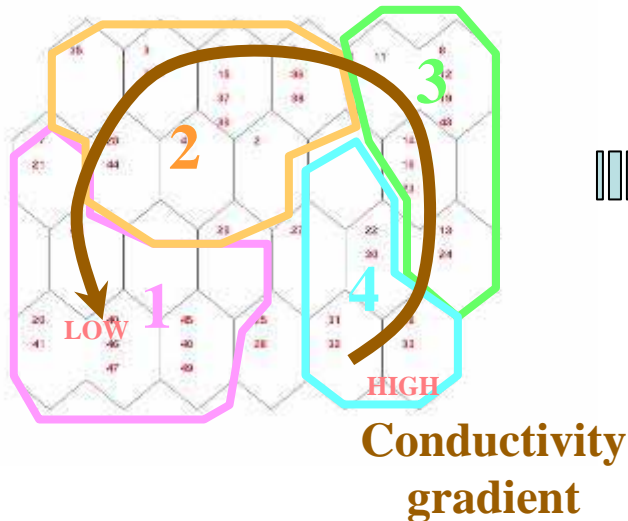
## IBGN : indicator taxa



# Diatoms Reference Conditions

**Database (PAEQANN project):** 49 reference sites - Adour Garonne basin  
400 species - 34 abiotic parameters

Neural Network  
Self Organizing Matrix



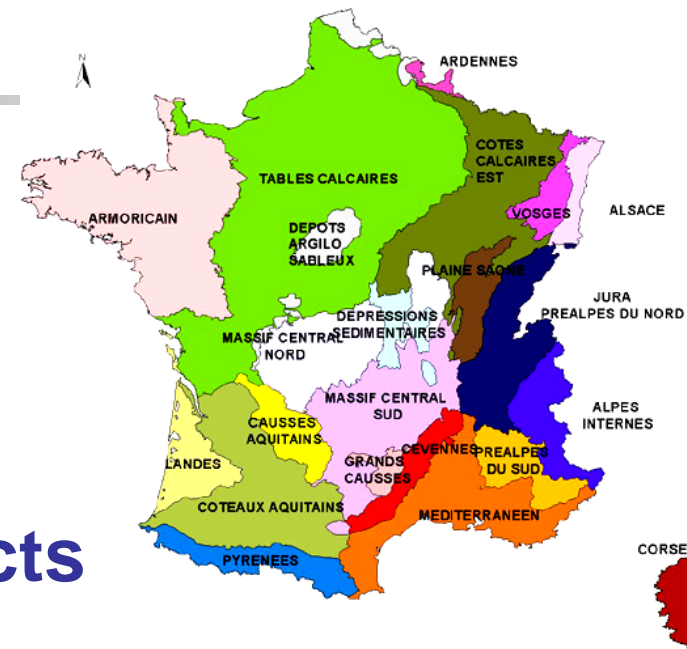
**4 species assemblages  
Related to Geo-chemistry**  
(pH, HCO<sub>3</sub>, Conductivity)

*Tison et al. 2003*

**Good fit to Hydro-ecoregions  
on the basis of Geology**  
➡ **Type-specific assemblages**

# les questions clés de la DCE

- Conditions de Référence
- Limite du Bon état
- Relations Pressions - Impacts



*Sur la base d'une Typologie régionale*

Invertébrés (IBGN)



# La Référence, **CE N'EST PAS**

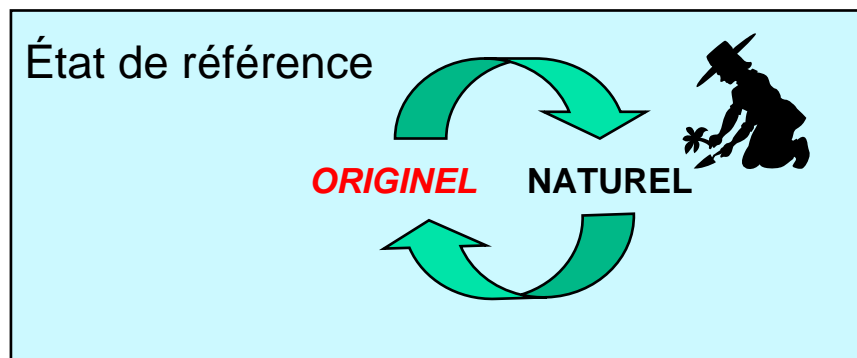
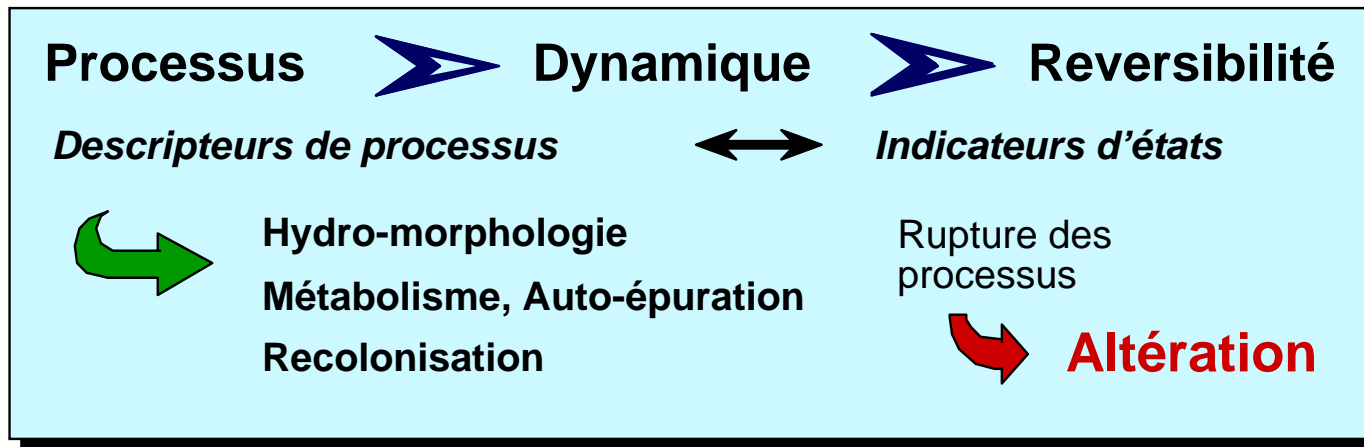
---

## ■ **L'objectif de qualité**

- **L'époque de Cro-Magnon**
- **Il y a 150 ans (pas partout)**
- **Les X% meilleures situations actuelles**
- **Un état stable, figé...**

# Concepts :

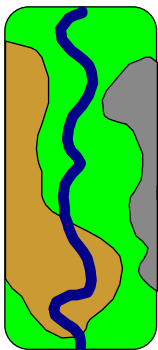
Qu'est-ce qu'un « Très Bon État écologique » ?



# Sélection des sites de référence (IBGN) sous SIG à partir de l'occupation du sol -



Bassin versant



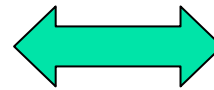
Corridor rivulaire

CORINE (EU) :

Urbanisation

Cultures

Vignes



Rejets directs

- Organique, N,P,
- Métaux, Toxiques (Agences de l'eau)

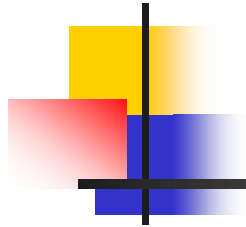
*Recensement agricole :*

élevage

érosion des sols



**Altérations physiques non prises en compte !**



# Sélection « Expert » : Critères de sélection

CRITERES D'ANALYSE D'UNE STATION EN VUE		Cours d'eau :		
D'EVALUER SA CANDIDATURE AU STATUT DE SITE DE REFERENCE		Nom station :		Code Station :
<b>Echelle</b>				
<b>BASSIN</b>	<b>Occupation du sol dominante sur le BV</b> l'amont du site			
<b>VERSANT</b>	Elevages, paturages (en nombre d'UGB /ha de BV)	< 0,5	de 0,5 1,2	> 1,2
	Culture intensive, labours (en % de surface du BV)	< 10%	de 10 50%	> 50%
	Vignes (en % de surface du BV)	< 1%	de 1 10 %	> 10%
	Urbanisation et zones périurbaines	< 1%	de 1 8%	> 8%
	<b>Régime Hydrologique</b>			
	Modification des crues (fréq. de retour 5 ans)	Absence	Non signif.	D'classant
	Modification des débits (débit moyen interannuel)	< 30%	30 50%	> 50 %
	<b>Régime sédimentaire</b>			
	Blocage du flux sédimentaire (signes d'incision du lit)	Absence	Non signif.	D'classant
	Erosion généralisée des sols (sédimentation dans le lit)	Absence	Non signif.	D'classant
<b>TRONCON</b>	<b>Rejets polluants</b>			
(masse d'eau)	Industriels (et urbains avec industries)	Absence	Non signif.	D'classant
	Urbains domestiques	Absence	Non signif.	D'classant
	Rejets 'diffus' (et dispersés)	Absence	Non signif.	D'classant
	<i>Optionnel (si connue)</i>			
		MOOX		
	Classe de qualité SEQ-Eau	MA	Moox : mati, res organiques et oxydables	
	(B/V/J/O/R)	Nitrates	MA : mati, res azotées (hors nitrates)	
		MP	MP : mati, res phosphorées	
		EPRV	EPRV : effet des proliférations végétales	
	<b>Modifications du régime hydrologique</b>			
	Eclusées (ratio Q'clusée / Qde base)	< 2	de 2 5	> 5
	Transferts, débit réservé	Absence		D'classant
	Prélèvements (débit débit)	Absence	≤ 20 %	> 20 %
	<b>Ralentissement des écoulements</b>			
	(influence seuil ou barrage en % du linéaire du tronçon)	≤ 10 %	10-30%	>30%
	<b>Modifications 'lourdes' du tracé en plan et profil en long</b> (en % linéaire)			
	(rectification, recalibrage, chenalisation, digues sur les 2 rives, extractions anciennes en lit mineur É)	Absence	≤ 10 %	> 20 %
	<b>Travaux 'lourds' de protection et d'entretien</b> (en % linéaire)			
	(stabilisation des berges, curages d'entretien)	≤ 20 %	20-40%	>40%
	<b>Cumul d'aménagements 'lourds' et 'lourds'</b> (en % linéaire)			
		Absence	< 30 %	≥ 30%
	<b>Occupation du fond de vallée</b> (corridor fluvial)			
	Forêt naturelle, landes, zones naturelles, prairies É	Dominante	Secondaire	D'classant
	Culture intensive en fond de vallée	Non	Oui	
	Si oui, largeur du corridor végétal rivulaire	Forte <sup>1</sup>	Faible <sup>2</sup>	Quasi-nulle <sup>3</sup>
	<sup>1</sup> : corridor végétal large et quasi-continu, <sup>2</sup> : corridor étroit et/ou discontinu, <sup>3</sup> : culture arrivant jusque sur la berge			
<b>STATION</b>	<b>REPRESENTATIVITE DE LA STATION / TYPE DU TRONCON</b>			
(=Site)		Très bonne	Bonne	Mauvaise
longueur de 10 à 15 fois la largeur du lit mineur	<b>Rejet connu l'amont immédiat</b>	Non	Négligeable	D'classant
	<b>Station dans l'emprise d'un aménagement 'lourd'</b>	Non	Non signif.	D'classant
	(rectification, recalibrage, chenalisation, digues sur les 2 rives, extractions anciennes en lit mineur, ralentissement lit un seuil ou un barrage ...)			
	<b>Effets cumulés de travaux 'lourds'</b>	Non	Non signif.	D'classant
	(stabilisation des berges, curages d'entretien)			
	<b>Végétation des berges</b>	'Naturelle' <sup>1</sup>	Modifiée <sup>2</sup>	
	<sup>1</sup> : ripisylve typique du type de cours d'eau présent; ripisylve réduite ou formée d'essences allochtones			
<b>APPRECIATION GLOBALE DE LA STATION PAR L'EXPERT</b>		<b>Référence</b>		<b>Perturbé</b>

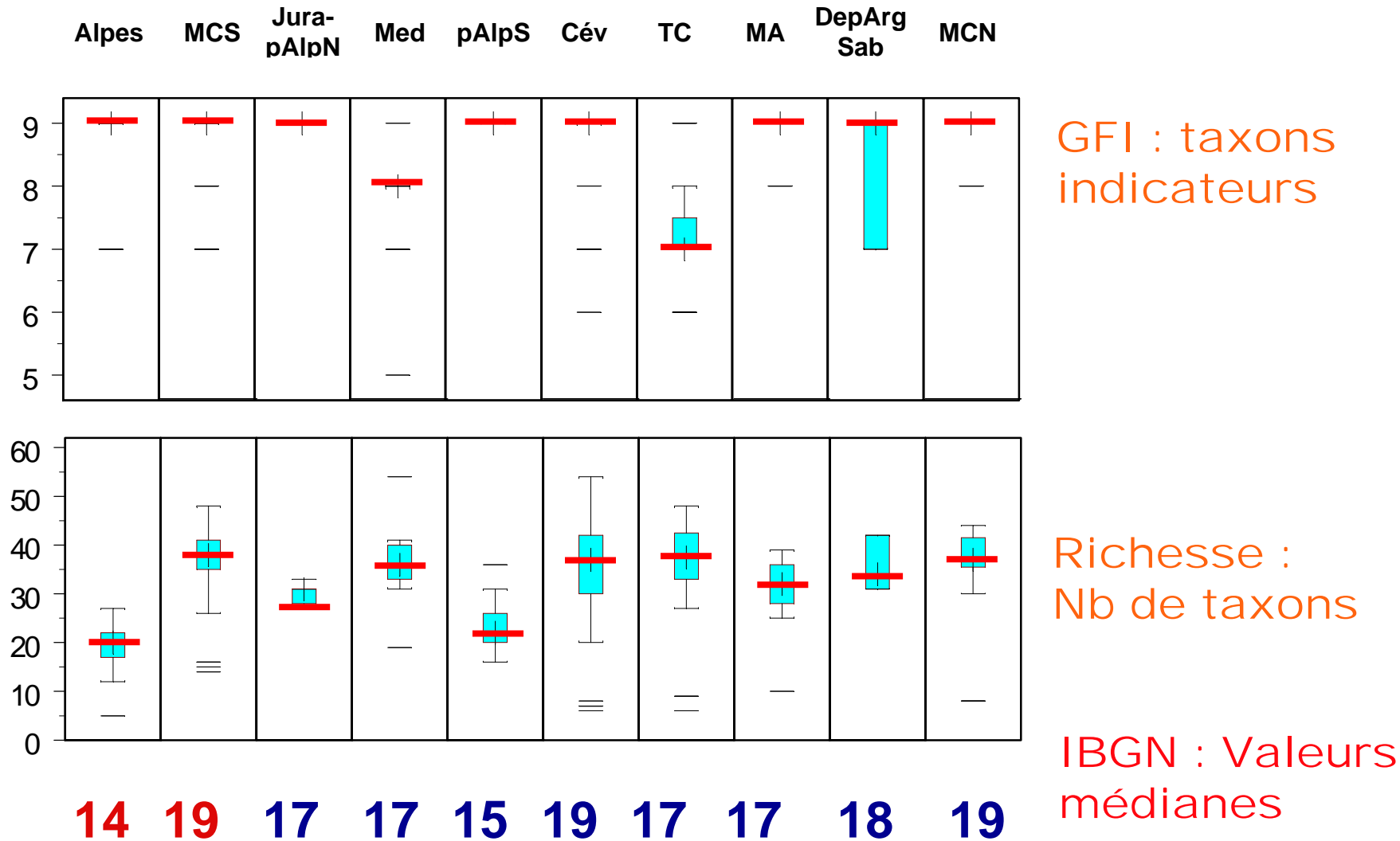
<b>Diffuse source pollution</b>								
<b>Land-use intensification: Agriculture, forestry</b>								
<b>REFCOND-Guidance</b>								
Pre-intensive agriculture or impacts compatible with pressures pre-dating any recent land-use intensification. Pressures pre-dating any recent intensification in airborne inputs that								
<b>Suggestion for GIG</b>								
The share of anthropogenic land use in the catchment area (agriculture, afforestation) must be small and shows only local effects. In the case of type-specific floodplains, lateral and vertical connectivity has to be maintained. The reference sites must have a wide								
The land use upstream of the reference site must comply with the following criteria ( <i>land</i>								
<u>Intensive agriculture</u> : <20% of the catchment area as reference threshold. Rejection threshold : > 50% of intensive agriculture in the catchment. However, in flat lowlands agricultural landscapes, sites with 20% to 50% of intensive agriculture can be								
1) there is no significant risk of soil erosion								
2) the valley floors are mainly occupied by low intensity agricultural area (mainly pastures) and /or semi-natural areas, and riparian corridors are								
Between 20%and 50% of intensive agriculture, a validation with physico-chemical								
<b>See separate table for chemical reference values.</b>								
<u>Cattle breeding</u> : only non-intensive (outdoor) cattle breeding; < 1.25 animal (cattle)								
<u>Vineyards, orchards</u> : < 1% of the catchment area, and not situated in the riparian								
<u>Irrigated fields</u> <sup>2</sup> 10%								
<u>Forestry</u> : < 30% tree plantations (coniferous, Eucalyptus..).								
If tree plantations > 30% in the catchment, even with no sign of acidification, the riparian corridor must be protected and composed of the type specific natural vegetation. <b>See</b>								
<u>Acidification</u> : no sign of acidification due to coniferous plantation (on siliceous								
pH > 6. If pH < 6 , it is necessary to determine if the site is naturally acid.								
<u>Eutrophication</u> : no sign of plant proliferation (macrophytes, algae).								
<u>Eutrophication</u> : if possible validate with chemical values								
<b>See separate table for chemical reference values.</b>								
<b>proposed reference values</b>								
<b>Riparian</b> <b>microgram / l</b> <b>mean</b> <b>R-C1</b> <b>R-C2</b> <b>R-C3</b> <b>R-C4</b> <b>R-C5</b> <b>R-C6</b>								
			40	30	20	40	40	40
<b>REFCOND-Guidance</b>								

**Intercalibration :  
Reference Criteria  
Central Baltic  
River GIG**



# Données Cemagref - 92 sites :

## Valeurs de référence de l'IBGN par HER

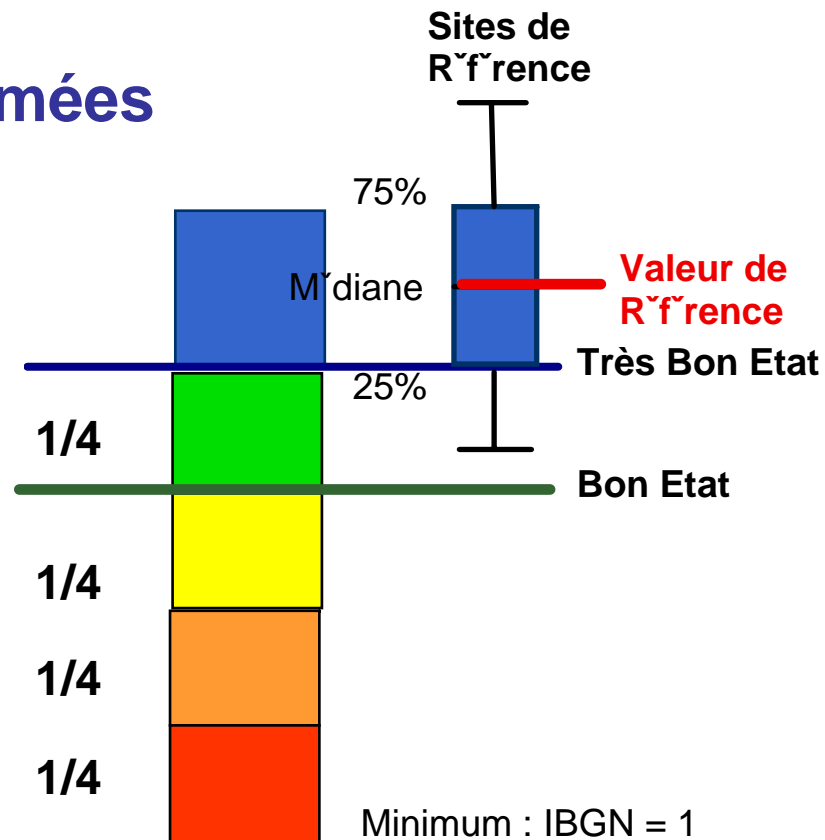


# Limite du Bon Etat : Hypothèse de départ (2003)

## Invertébrés et Diatomées

Approche  
purement  
biologique

répondant aux  
exigences DCE  
(Guide REFCOND)

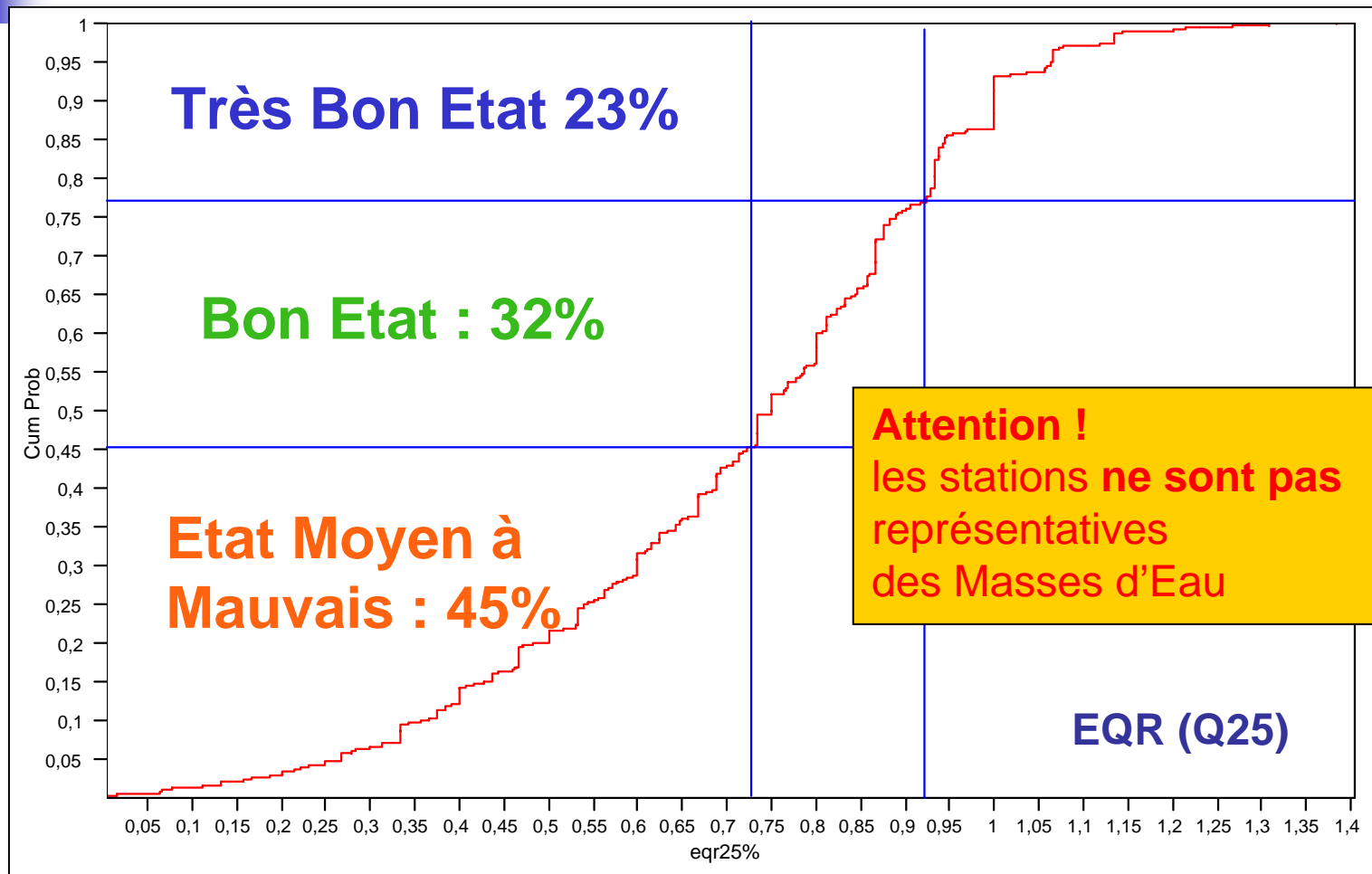


**Indices transformés en EQR : Ecart à la référence par type**

# Première évaluation de l'état écologique à partir de l'IBGN (données 2003)

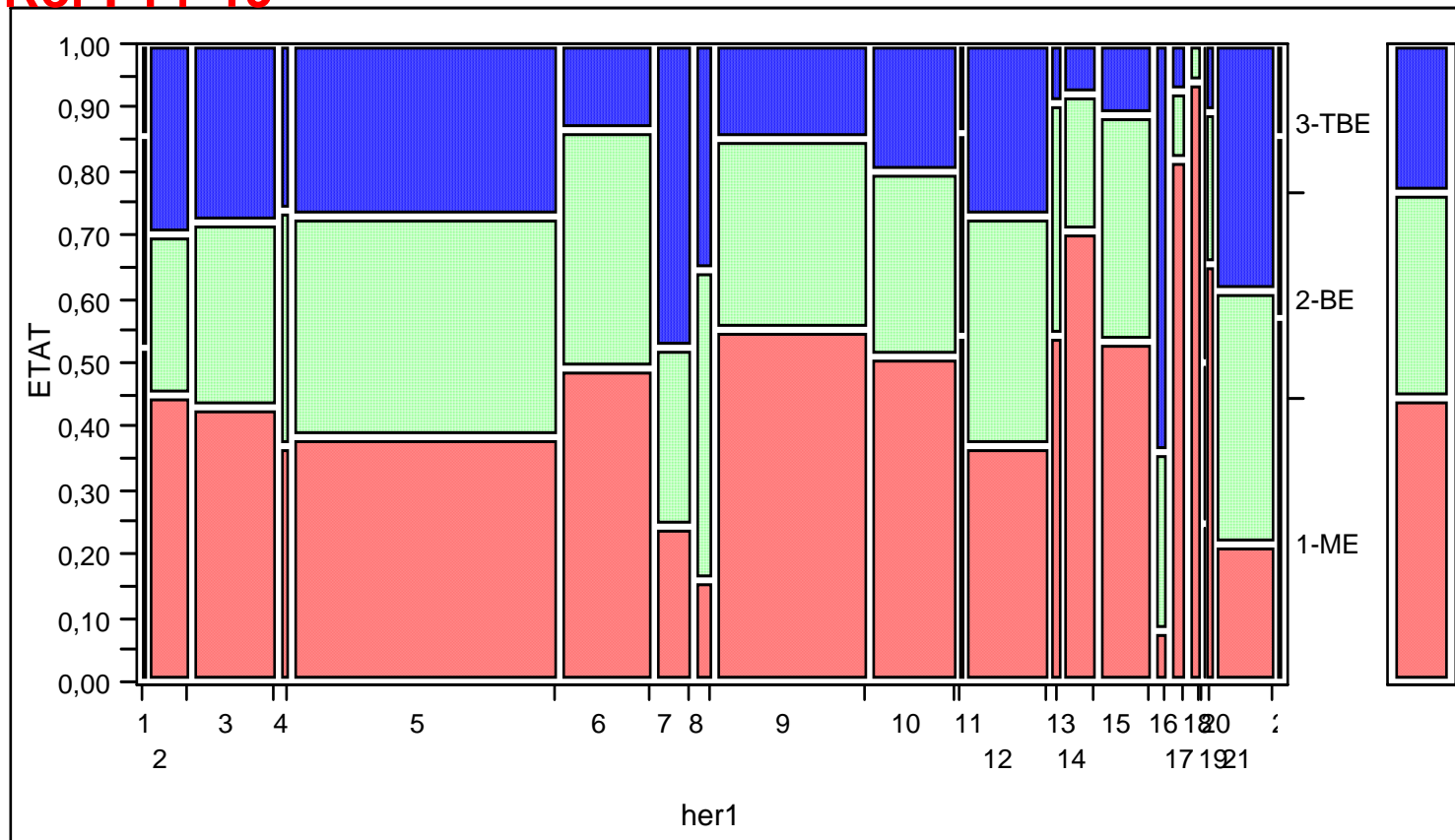
Métropole - 3633 stations (GIRAFE)

%



# Première évaluation de l'état écologique à partir de l'IBGN - par HER données 2003

Ref : 14 19





# Modèles Pressions / Impacts

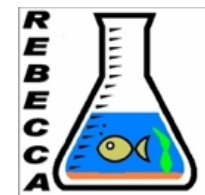
---

**Relations entre l'occupation  
du sol et l'état écologique  
des rivières évalué avec les  
Invertébrés (IBGN)**



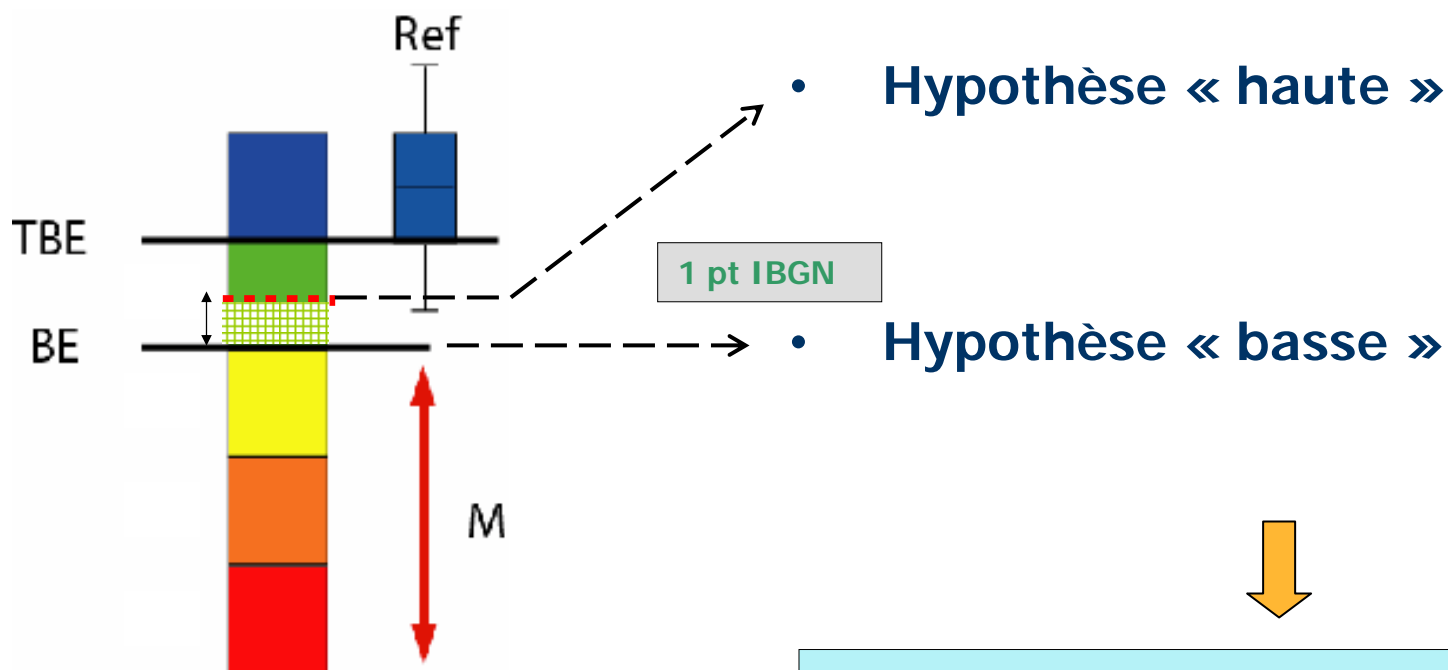
# Quelle limite de "bon état" pour l'IBGN?

**Modèles d'extrapolation spatiale**  
**Arbres de décision**



# Limite du « bon état » pour l'IBGN

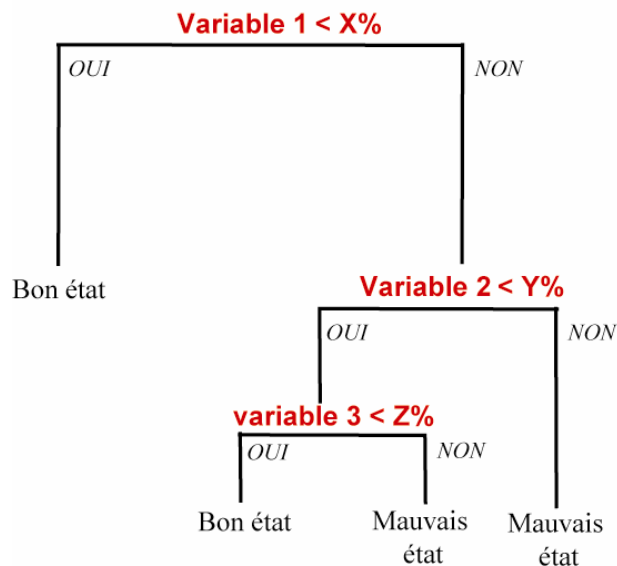
2 hypothèses de travail :



Test de sensibilité de la limite BE  
via modèles d'extrapolation spatiale

# Principe de l'extrapolation spatiale

**1 - Construction et validation d'un modèle en arbre de décision**



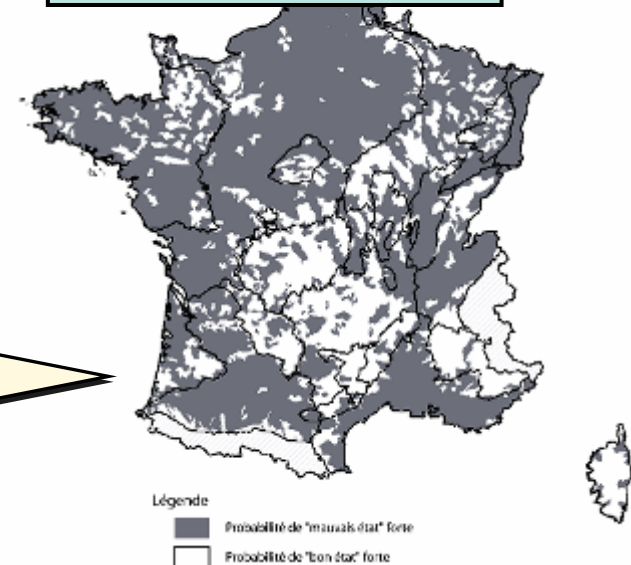
**Prédit l'état IBGN "bon" ou "mauvais" d'une station à partir de l'occupation du sol de son bassin versant**

**2 - l'arbre validé est appliqué aux bassins des 6200 Zones Hydrographiques**



**Occupation du sol des ZH**

**3 - représentation spatiale**



**Carte de probabilité de bon/mauvais état du drain principal des ZH de l'ensemble du territoire**

# Quelle limite de "bon état" sur l'IBGN ?

## Bilan du modèle

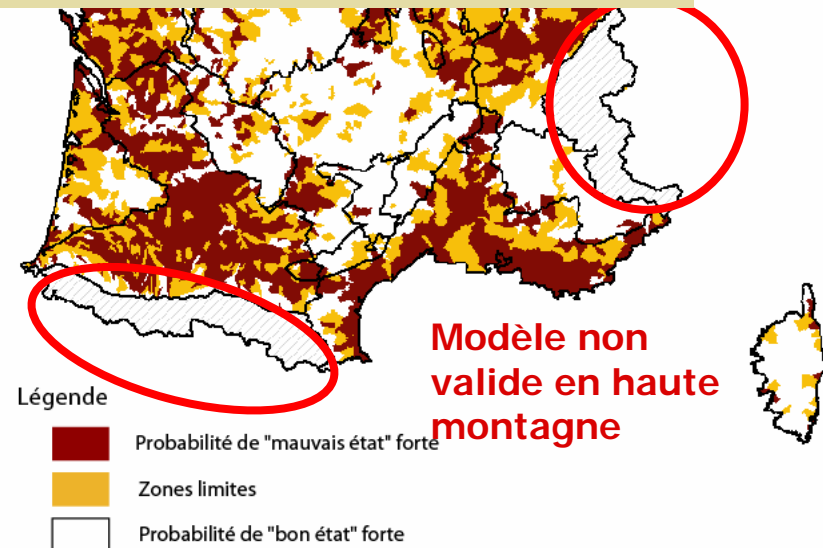
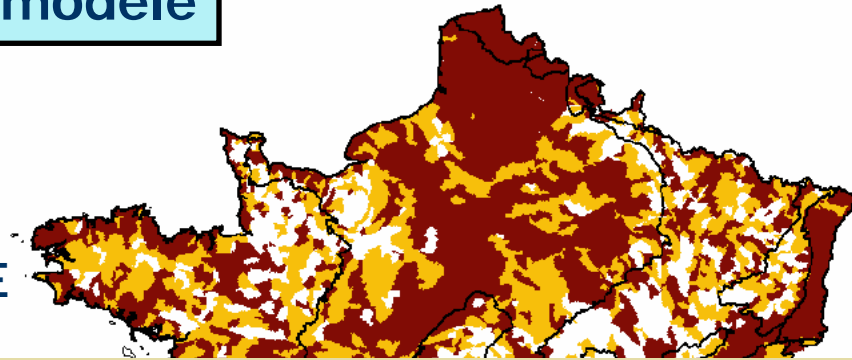
- Limite BE « haute » :  
62 % des ZH n'atteignent pas le BE

## Hypothèse haute choisie par le Ministère

36 % des ZH n'atteignent pas le BE

Soit 1/4 des ZH en situation "limite"  
Dans une gamme de 1 point IBGN

→ Les zones en "situation limite" semblent correspondre aux régions d'agriculture intensive



# En 2005, à chaque type sont affectées des « valeur de référence et des « limites de bon état » pour les bioindicateurs : Invertébrés et diatomées.



		Typologie		Valeurs d'IBGN (NR/TBE/BE)				
				(8) 7, 6	5	4	3	2, 1
				TG	Grands	Moyens	Petits	Tr,s Petits
<p>Typologie Diatomées</p>				16/15/12		16/15/12	16/15/12	
					15/14/12		*	
						19/17/14		*
							19/17/14	19/17/14
						19/17/14	19/17/14	19/17/14
						18/17/14		*
						19/17/14		*
					18/17/14			*
						16/14/12	16/14/12	16/14/12
						19/17/14	19/17/14	19/17/14
						19/17/14		*
						15/14/11		*
						15/14/11		15/14/11
						15/14/11	15/14/11	15/14/11
						14/13/10		
						14/13/10	14/13/10	14/13/10
						15/15/11	15/15/11	15/15/11
						14/14/11		*
						16/16/13		*
						16/15/12		*
					17/15/13		*	
					17/15/13	17/15/13	17/15/13	
					16/15/13	16/15/13	16/15/13	
					15/14/12	15/14/12	15/14/12	

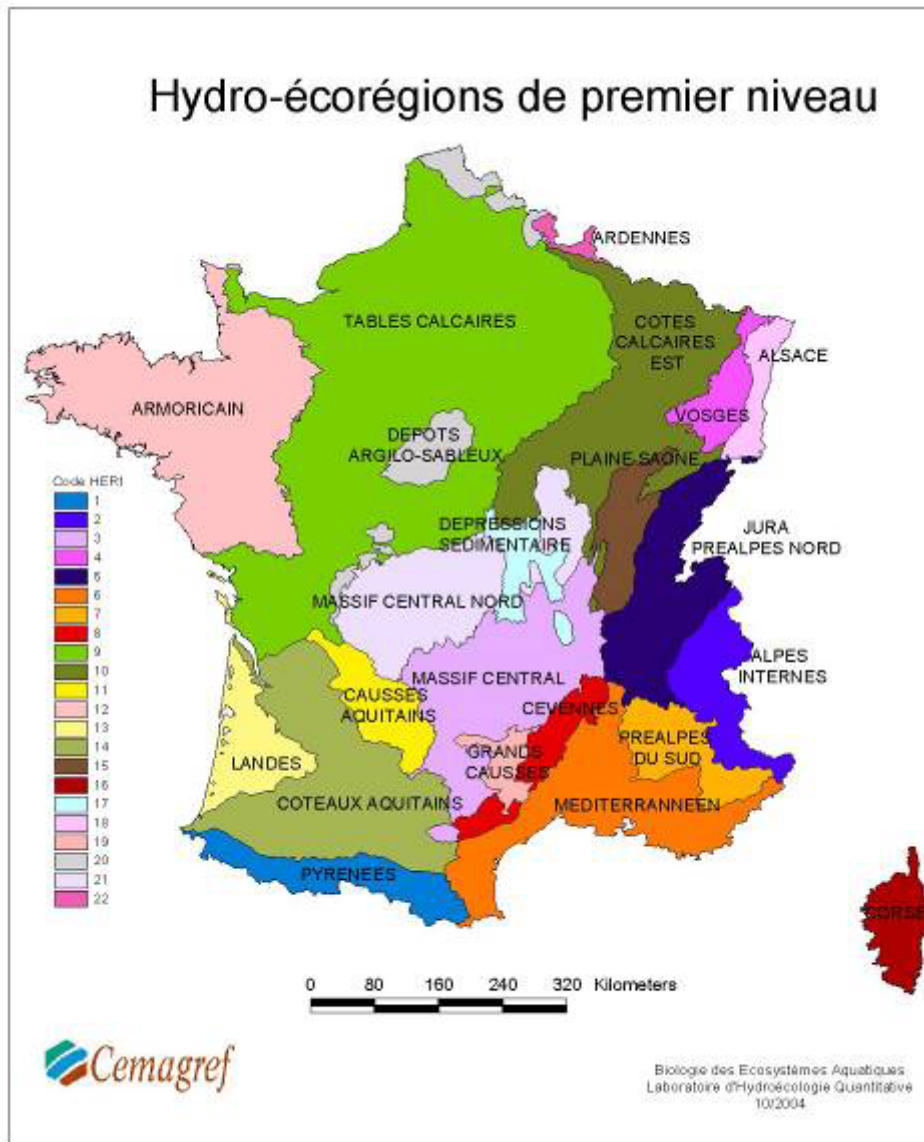
# Quelles causes d'altération ?

Des "pathologies" régionales ?

## II - Modèles régionalisés Régressions PLS



# Des régions naturelles



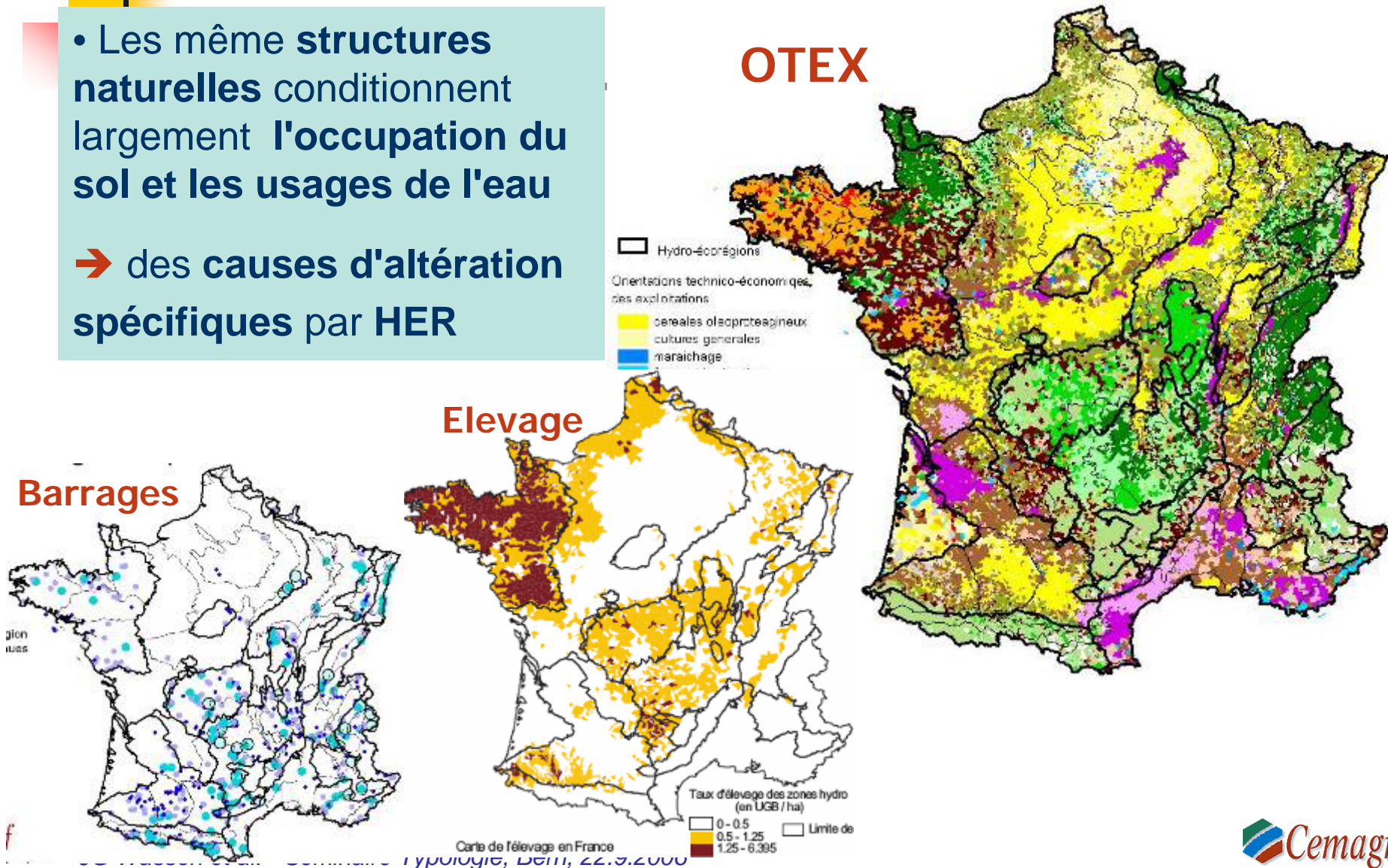
- Les structures naturelles déterminent le fonctionnement écologique des rivières

➔ Typologie par Hydroécorégions (HER): *géologie, relief, climat*

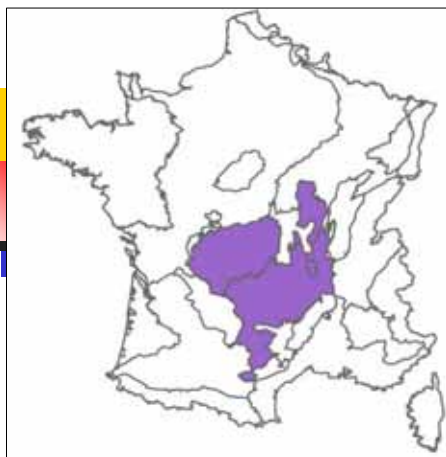
# Des "impacts" régionalisés ?

- Les même **structures naturelles** conditionnent largement **l'occupation du sol et les usages de l'eau**

→ des **causes d'altération spécifiques** par HER



# Massif Central



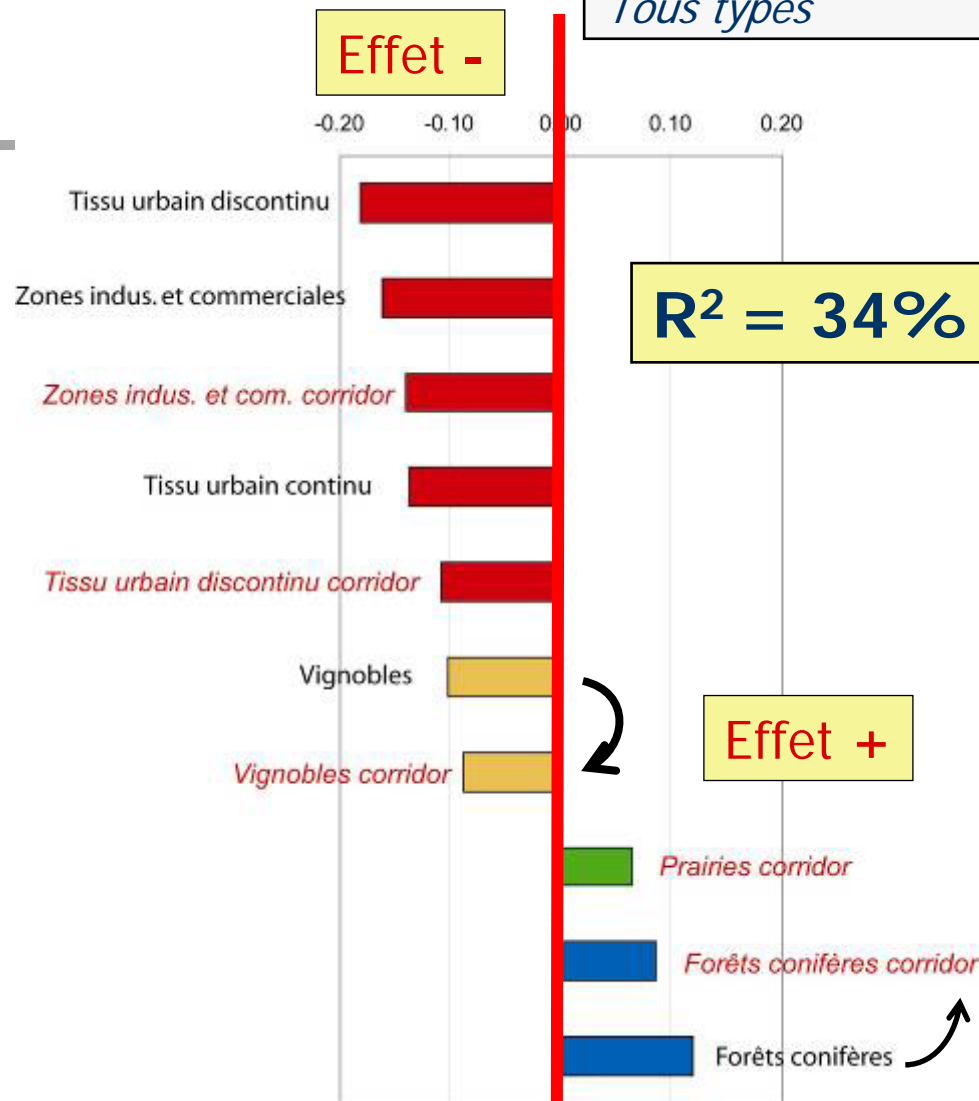
Régression PLS  
IBGN =  $f$  (CORINE)  
358 stations  
*Tous types*

## Effet négatif

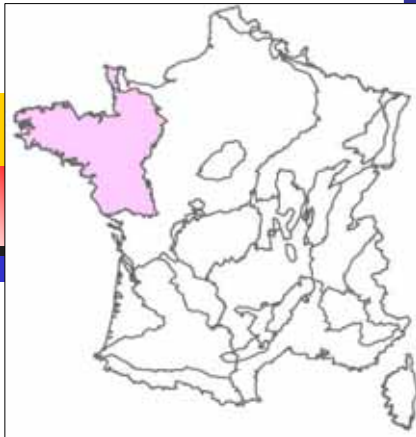
- **Urbanisation**  
*Effet corridor*
- **Vignobles**

## Effet positif

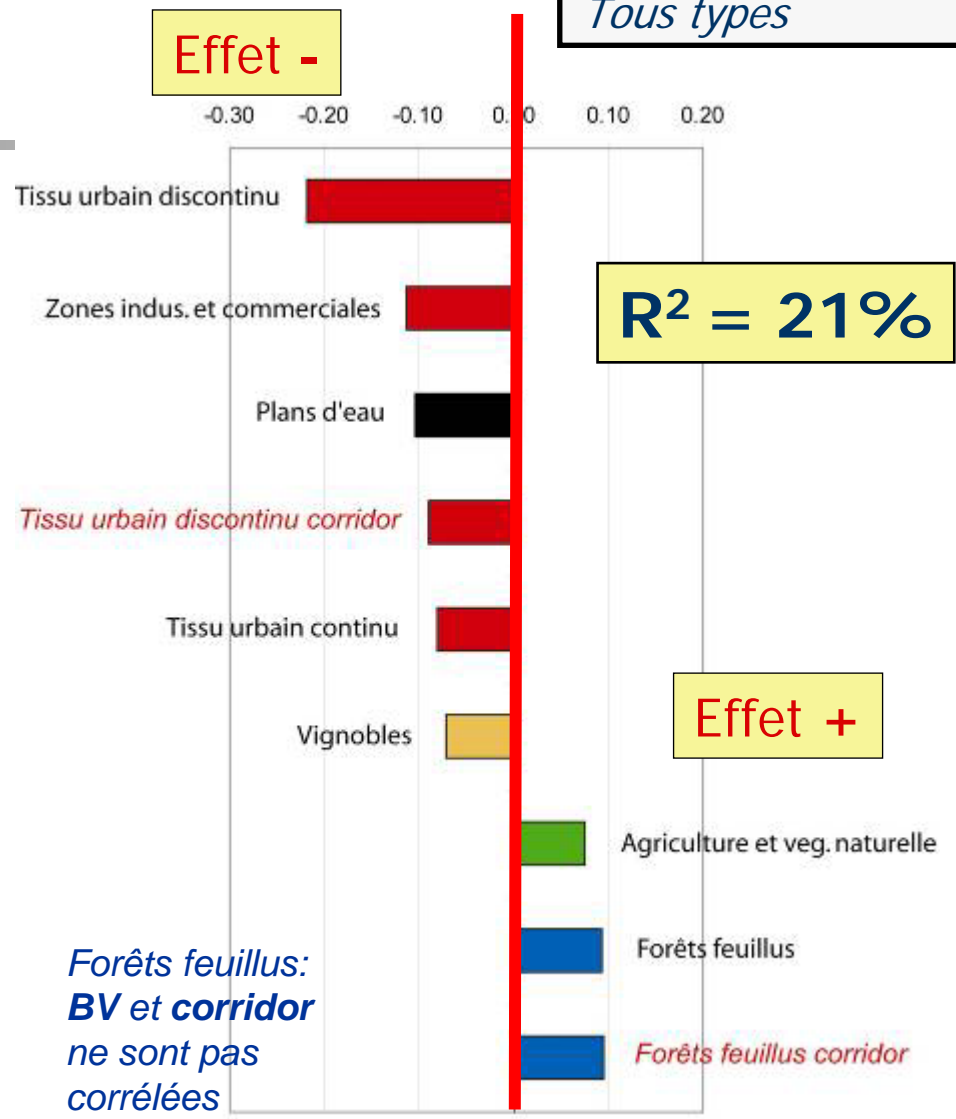
- **Forêts conifères**
- **Prairies dans le corridor**



# Massif Armoricain



Régression PLS  
 IBGN = f (CORINE)  
 265 stations  
 Tous types



## Effet négatif

- **Urbanisation**  
*effet corridor*
- Plans d'eau
- Vignobles

## Effet positif

- Forêts de feuillus  
*effet corridor très net*

## Question

Effet agriculture ??



# Slovak Republic : Carpathian HERs

$R^2=44\%$

## Negative effect

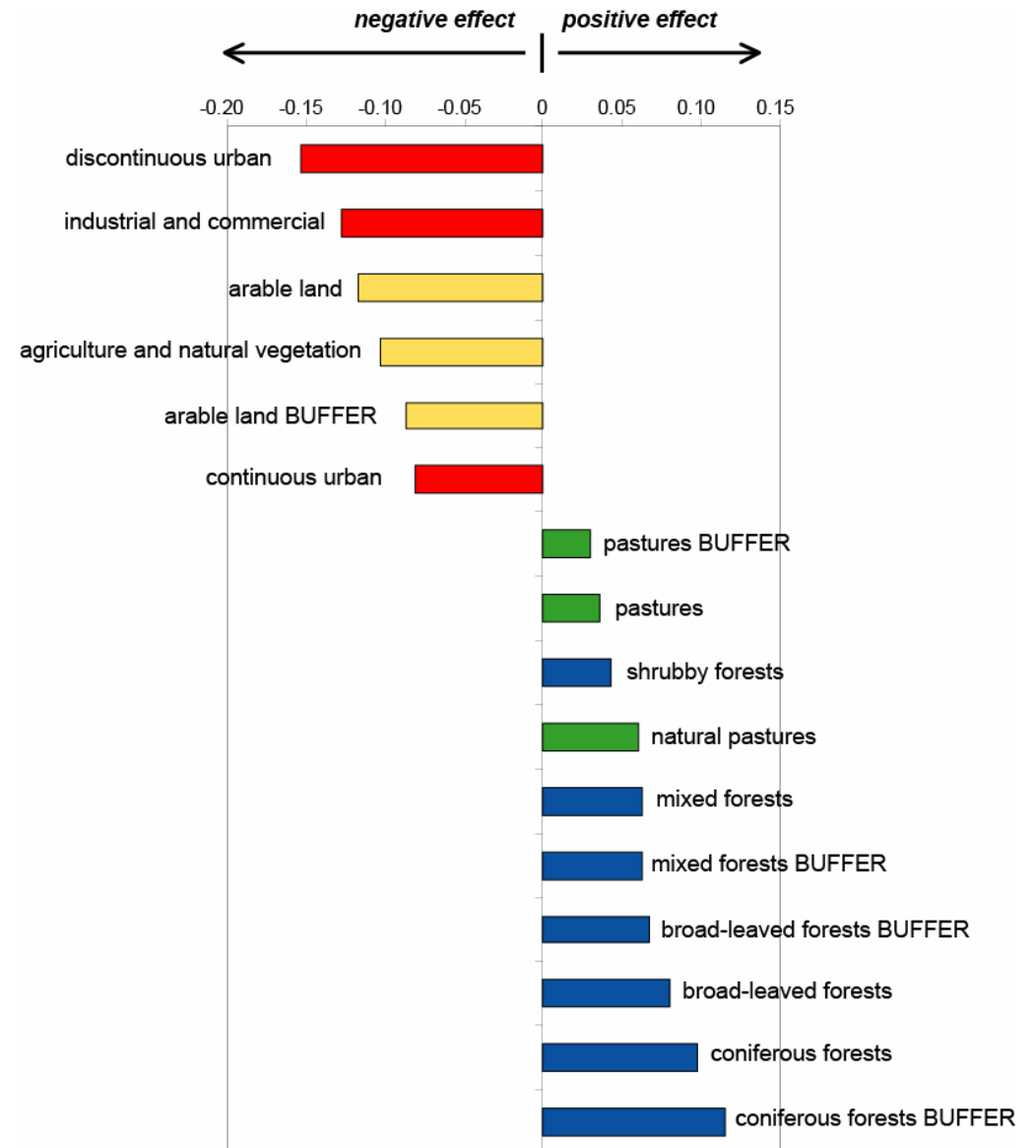
- **Urbanisation**
- **Agriculture**

## Buffer effect

## Positive effects

- **Forests and Pastures**

## Buffer effect



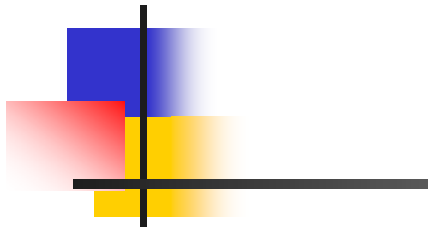
# Conclusions : Intérêt d'une typologie régionalisée

- Concept très largement partagé (scientifiques/gestionnaires)
  - Simple, robuste, communicant
  - Cadre cohérent pour biologie / conditions de référence
  - Cohérent avec les activités humaines
  - permet de distinguer des "pathologies" régionales
- Cadre utile pour la gestion

Permet le "**dialogue**" à l'échelle européenne

*Merci*

*Danke*



[www.lyon.cemagref.fr/bea/lhq/index.htm](http://www.lyon.cemagref.fr/bea/lhq/index.htm)

