



« Pour une géographie des bords de route : du terroir hydro-paysager à la caractérisation du bord de route »

Beauvais F., Quigneaux R., Reulier R., Bermond M., Feuillet T., Delahaye D., Medjkane M., Cador J-M

✉ romain.reulier@unicaen.fr ; francois.beauvais@unicaen.fr ; romain.quigneaux@unicaen.fr

Young researchers day "Infrastructure, Ecology, Landscape, Society, and Territory" – June 8 (2023) – ENGEES Strasbourg.



*Projet financé par la région
Normandie*

Introduction

□ Projet exploratoire **DARTHYS** (Dépendances Routières et Transferts HYdroSédimentaires)

- Durée de **24 mois**.
- Porté par **Romain Reulier** (UMR IDEES).
- 3 laboratoires de recherche impliqués : IDEES, ESO, RURALITES.
- Financement d'un contrat postdoctoral (François Beauvais) et d'ingénieur d'étude (Romain Quigneaux).



Mieux comprendre le rôle des bords de routes sur les transferts hydro-sédimentaires



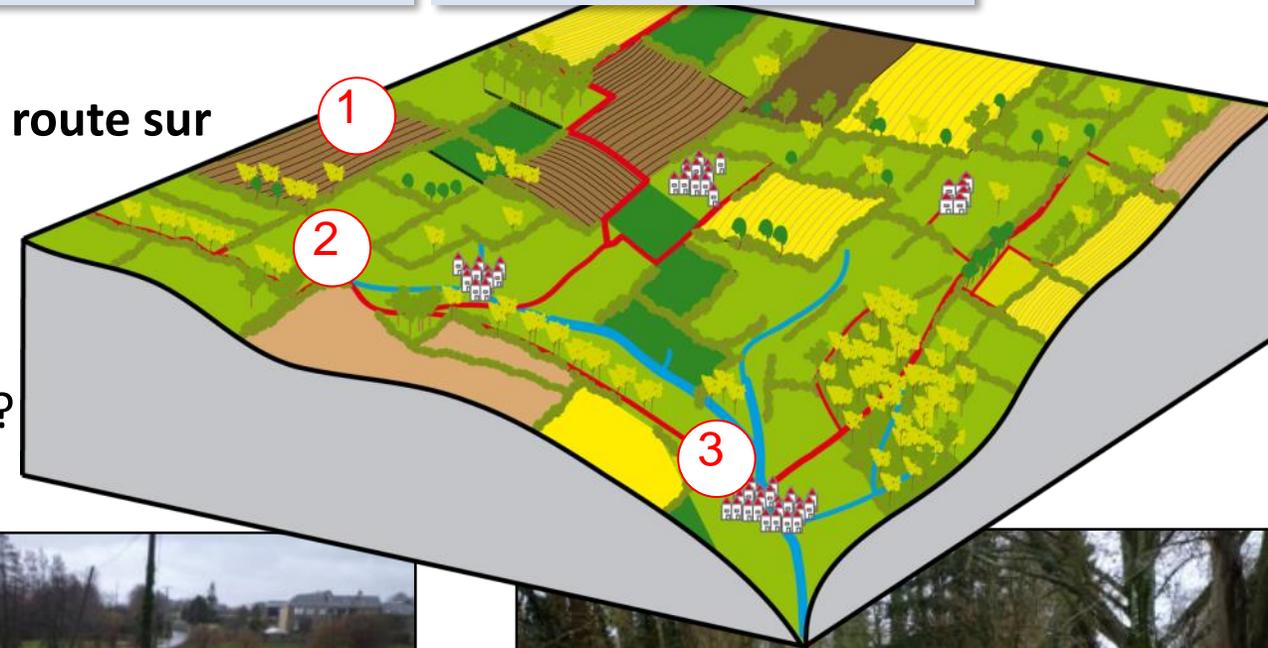
Projet sur les routes en milieux agricoles ou "naturels"



Photographie : Beauvais., 2022

Problématique initiale : Quels rôles jouent les bords de route sur les dynamiques de transferts hydro-sédimentaires ?

- simples vecteurs --> connectivité ?
- stockage de sédiments --> déconnectivité ?
- conséquences sur les dynamiques spatiales ?



1. Sur les parcelles

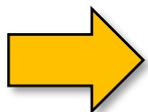


2. Sur les versants



3. Dans les cours d'eau

Photographies et bloc diagramme : Reulier, 2015



Peu voire pas d'étude sur la place des BdR dans les connectivités hydrologiques

Trois axes de recherche :

- 1 Appréhender la diversité des bords de routes au sein des différents « terroirs hydro-paysagers » ;
- 2 Quantifier les volumes hydro-sédimentaires en interaction avec les réseaux routiers et leurs dépendances ;
- 3 Identifier les pratiques de gestion des bords de route et les mettre au regard des particularités des territoires (sensibilité à l'érosion et organisation paysagère).



Photographie : Beauvais, 2022

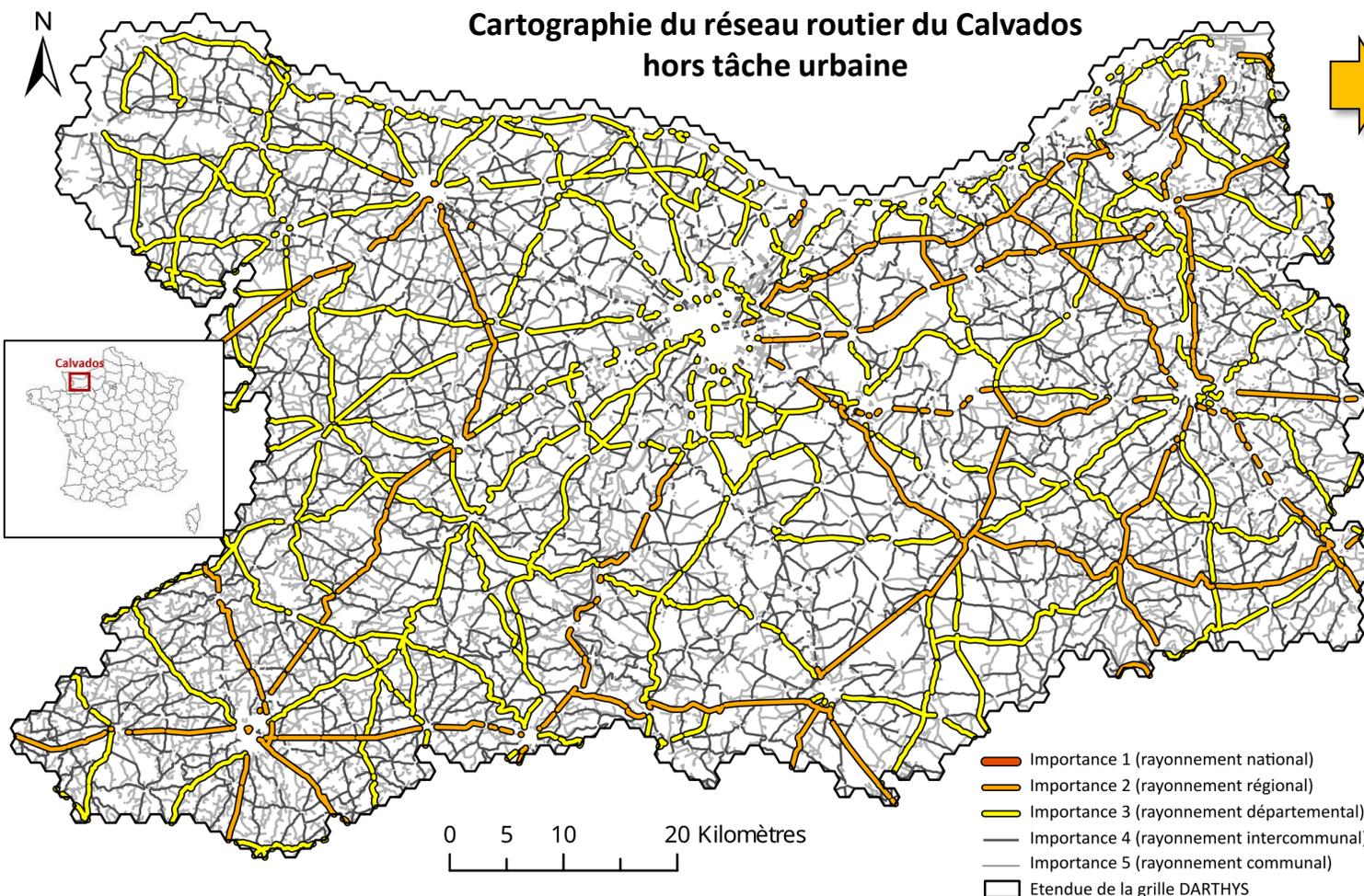


Photographie : Beauvais, 2022

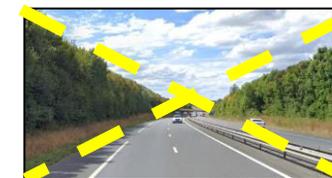
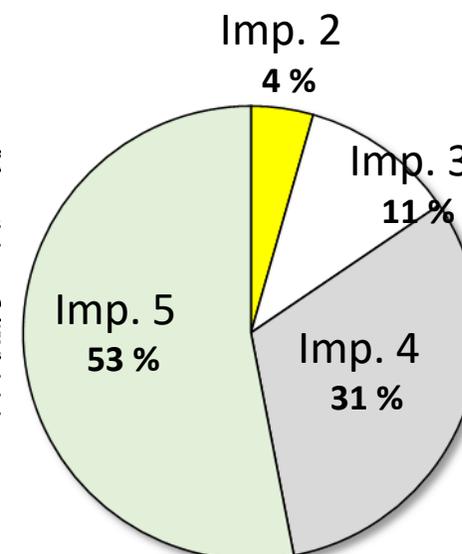


Photographie : Sotraveer

❑ Espaces laboratoires : département du Calvados



9 974 km de routes une chaussée hors tâche urbaine = 60 % du linéaire total de route du département)



Les routes deux chaussées sont exclues de notre étude en raison de leur caractère hors-sol du point de vue hydro-paysager, ainsi que les routes urbaines rattachées aux réseaux d'assainissement urbain.

Objectifs de l'axe 1

- Appréhender la diversité des bords de route.
- S'interroger sur la place des bords de route au sein des paysages.

Questions de recherche

- Le bord de route est-il révélateur du paysage qu'il contribue à définir?
- Existe-t-il des morphotypes de bords de route propres aux unités paysagères ?

Problèmes corollaires

- Un atlas des paysages datés (de 2001) alors que les mutations sont importantes depuis 20 ans au sein d'un département majoritairement agricole.
- Une actualisation récente qui intègre (trop?) la dimension subjective du paysage, versant qui nous intéresse peu pour appréhender la relation avec les écoulements de surface.
- Aucune base de données sur la nature des bords de route.



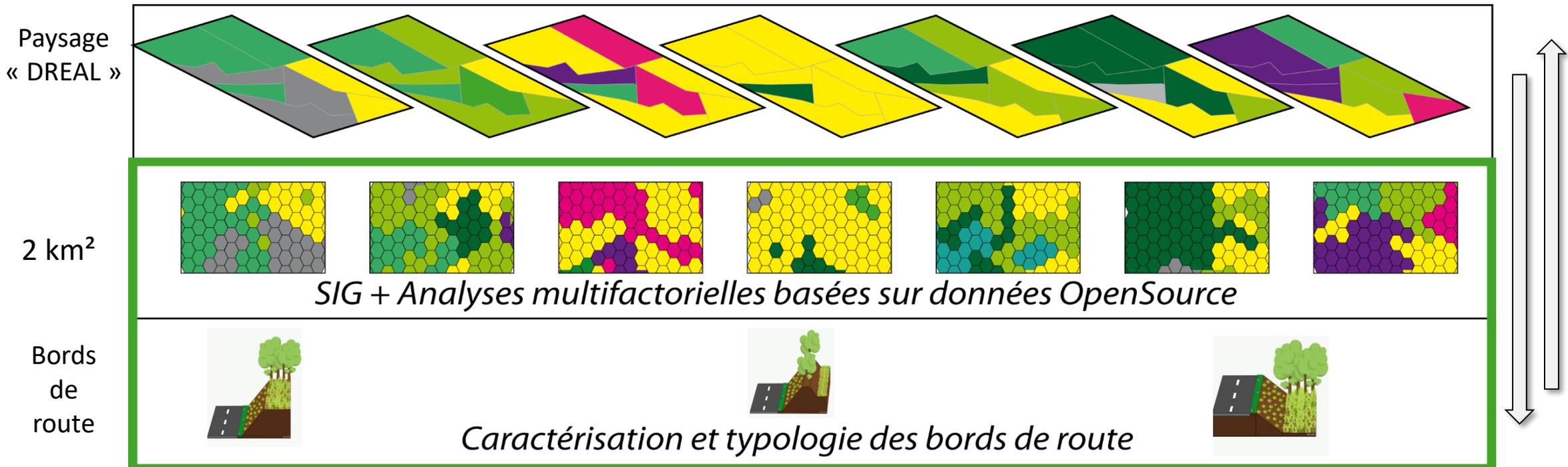


1. Méthodologie

- 1.1. Mise en évidence de terroirs hydro-paysagers à l'échelle du département du Calvados
- 1.2. Réalisation d'un inventaire de terrain exhaustif à l'échelle de 6 petits bassins versants

Méthodologie de recherche

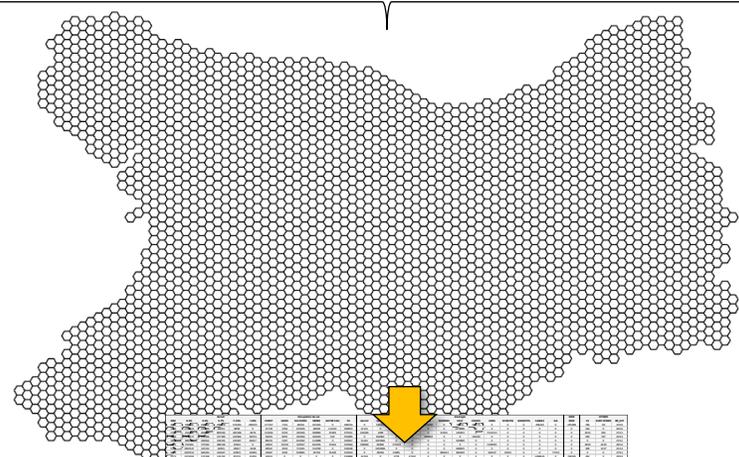
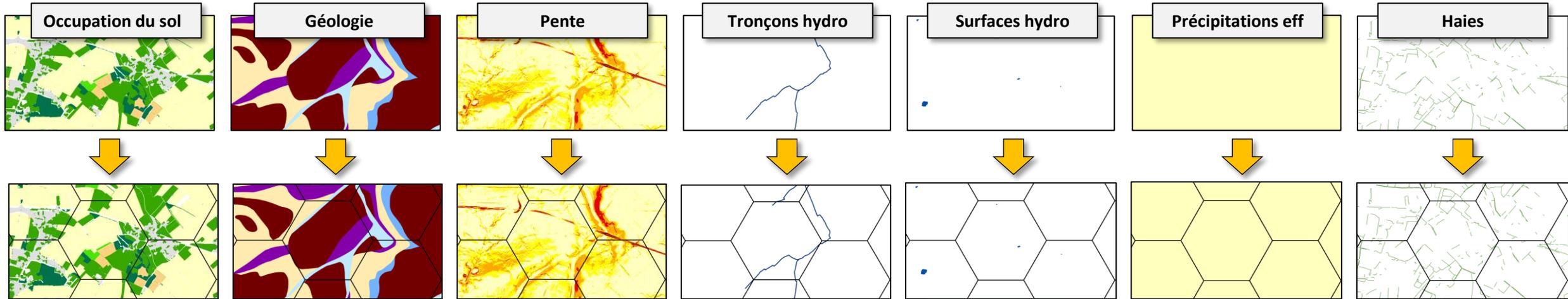
- ➔
- ❑ Développer une **méthode statistique reproductible basée sur des données libres d'accès**.
 - ❑ Se concentrer uniquement sur la **dimension matérielle/physique du paysage**.
 - ❑ Réaliser des **inventaires de terrain très fins**.



1.1. Méthodologie : Mise en place d'une analyse multifactorielle pour identifier des terroirs hydro-paysagers

1.1.1. Choix de 28 variables au sein de 5 familles de variables

Famille	Variable	Type de valeur	Unité	Base de données source	Abréviation
Relief	Pentes 0-3%	Surfaces	m	MNT 5 m de l'IGN (2022)	0-3%
	Pentes 3-5%	Surfaces	m	MNT 5 m de l'IGN (2022)	3-5%
	Pentes 5-10%	Surfaces	m	MNT 5 m de l'IGN (2022)	5-7%
	Pentes 10-30%	Surfaces	m	MNT 5 m de l'IGN (2022)	7-10%
	Pentes >30%	Surfaces	m	MNT 5 m de l'IGN (2022)	>10%
Occupation du sol	Forêts	Surfaces	m	BD Topo de l'IGN (2022)	FORET
	Haies	Linéaire	m	BD Topo de l'IGN (2022)	HAIES
	Cultures	Surfaces	m	RPG de l'ASP (2020)	CULTURES
	Herbe	Surfaces	m	RPG de l'ASP (2020), THEIA (2021) et digitalisation image sat	HERBE
	Autre SAU agricoles	Surfaces	m	RPG de l'ASP (2020)	AUTRE SAU
	Tache urbaine	Surfaces	m	BD Topo de l'IGN (2022)	TU
Géologie	Alluvions	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	ALLUV
	Loess	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	LOESS
	Colluvions et solifluxions	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	COLLSOL
	Dépôts fluviomarins et de vallées	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	DFMV
	Argiles	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	ARG
	Marnes	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	MARNES
	Calcaires	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	CALC
	Craies	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	CRAIES
	Grès, siltites et grauwackes	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	GRES
	Shistes	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	SCHISTES
	Granites	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	GRANITES
	Sables	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	SABLES
	Dépôts anthropiques	Surfaces	m	BD HARM GEOL BRGM 1/50 000 (2005)	DA
Maritime	Mer de la Manche	Surfaces	m	Digitalisation image sat	MER
Hydrologie	Tronçon hydrographiques temporaires et permanents	Linéaire	m	BD Topo de l'IGN (2022)	CE_TEMP
	Surfaces hydrographiques	Surfaces	m	BD Topo de l'IGN (2022)	SURF HYDRO
	Précipitations efficaces	Somme annuelle	mm	Modèle SAFRAN Météo-France	RR_EFF

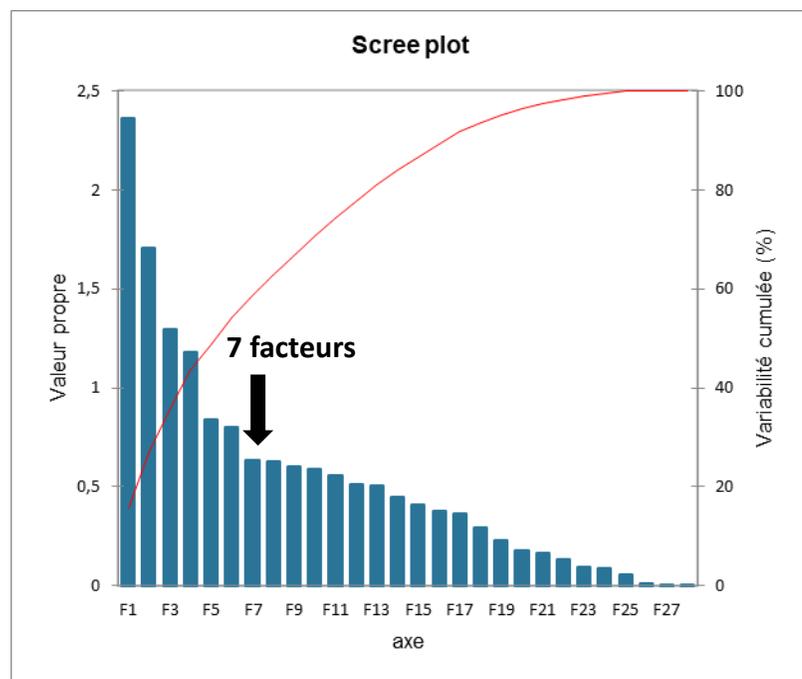


Intersection des différentes variables avec une grille de 2 km²

Méthode d'extraction de l'information géographique déjà développée par Soto et Pinto (2010) et Marie et al (2014)

3. Analyse factorielle multiple

- ➔ Permet une pondération des variables.
- ➔ Première compréhension des relations entre les variables.
- ➔ Sélection des 7 premiers facteurs (58% de l'inertie) pour la suite des traitements.



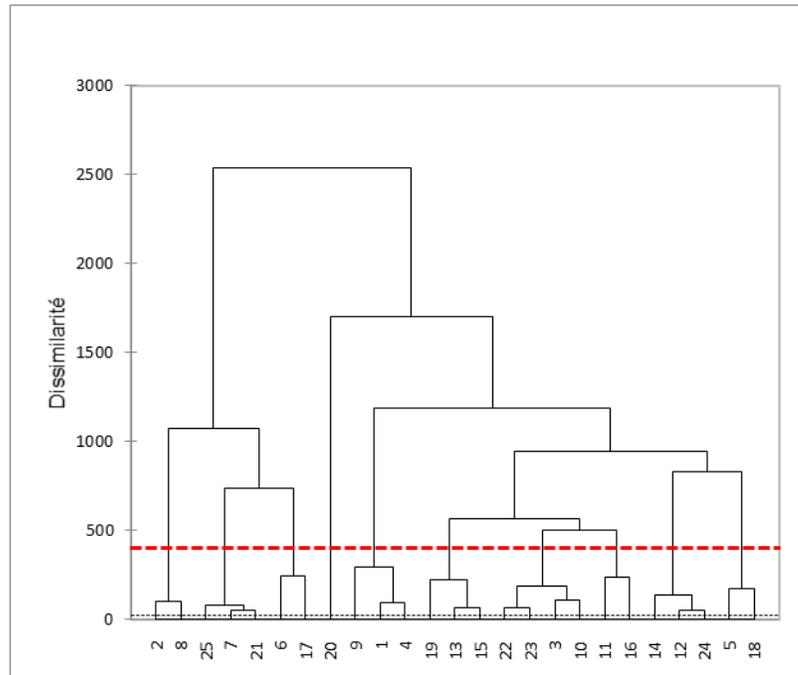
	(15 %)	(11 %)	(9 %)	(8 %)	(6 %)	(5 %)	(4 %)
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
0-3%	0,78	0,33	-0,04	-0,23	-0,28	-0,01	0,11
3-5%	0,14	-0,42	-0,34	-0,23	0,04	-0,22	-0,22
5-7%	-0,68	-0,35	-0,25	0,04	0,24	-0,02	-0,19
7-10%	-0,77	-0,07	0,28	0,05	0,18	0,28	0,00
>10%	-0,42	-0,07	0,10	0,25	0,14	0,37	0,29
FORET	-0,34	-0,05	0,28	0,17	-0,09	0,52	0,02
HAIES	-0,54	-0,02	-0,10	-0,47	-0,05	-0,48	0,08
CULTURES	0,65	-0,46	-0,38	-0,02	0,02	0,12	-0,03
HERBE	-0,59	0,44	0,00	-0,43	0,00	-0,30	0,11
AUTRE SAU	-0,01	-0,01	0,10	-0,20	0,00	-0,14	0,11
TU	0,08	0,09	0,26	-0,09	0,06	0,02	-0,25
ALLUV	-0,08	0,46	-0,23	-0,07	0,38	-0,10	-0,06
LOESS	0,59	-0,16	0,02	-0,18	-0,42	-0,09	0,21
COLLSOL	-0,07	0,11	0,25	-0,18	0,36	0,12	0,09
DFMV	0,04	0,68	-0,28	0,07	-0,28	0,15	0,08
ARG	-0,21	-0,04	0,47	-0,29	-0,48	-0,04	-0,04
MARNES	0,09	0,19	0,09	-0,25	0,55	-0,30	0,14
CALC	0,56	-0,03	0,03	-0,03	0,34	0,36	-0,26
CRAIES	-0,36	0,10	0,59	-0,21	-0,08	0,11	-0,10
GRES	-0,35	-0,38	-0,51	0,23	0,07	-0,09	-0,23
SCHISTES	-0,29	-0,16	-0,18	0,18	0,10	0,25	0,66
GRANITES	-0,21	-0,06	-0,15	0,10	-0,12	-0,01	-0,36
SABLES	-0,26	0,19	0,47	0,00	0,01	0,05	-0,29
DA	0,02	0,24	-0,07	0,10	-0,18	0,12	-0,03
MER	0,12	0,17	0,33	0,80	0,03	-0,43	0,05
CE	-0,29	0,76	-0,42	-0,02	-0,03	0,08	0,04
SURF HYDRO	-0,02	0,59	-0,22	0,18	-0,12	0,12	-0,24
RR_EFF	-0,72	-0,36	-0,26	0,16	-0,30	-0,07	-0,01

Corrélations entre les variables et les facteurs

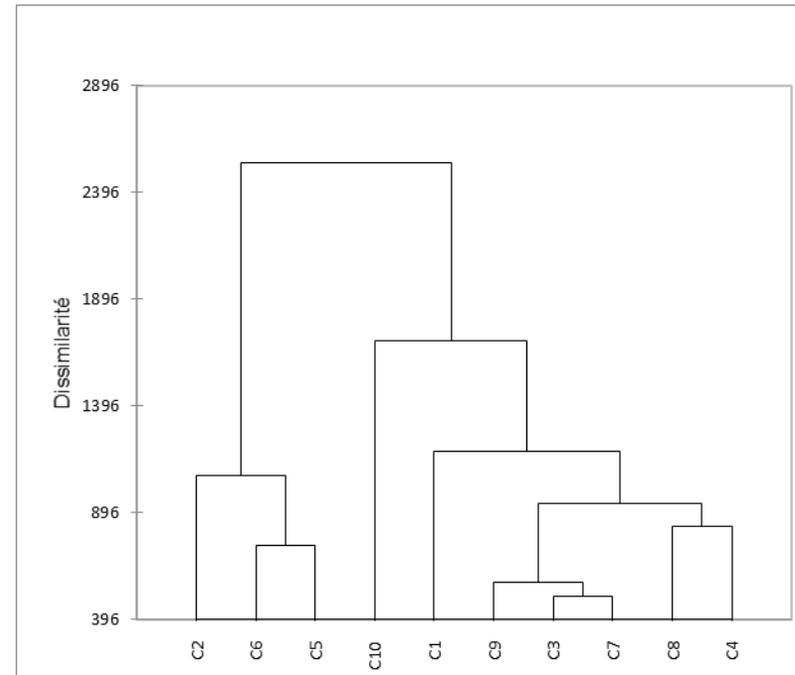
4. K-moyennes et classification ascendante hiérarchique

- ➔ Premier partitionnement à l'aide d'un K-means pour stabiliser le jeu de données.
- ➔ Détermination du nombre de classes finales à partir du dendrogramme et de la cartographie la plus en phase avec la connaissance terrain.

25 classes



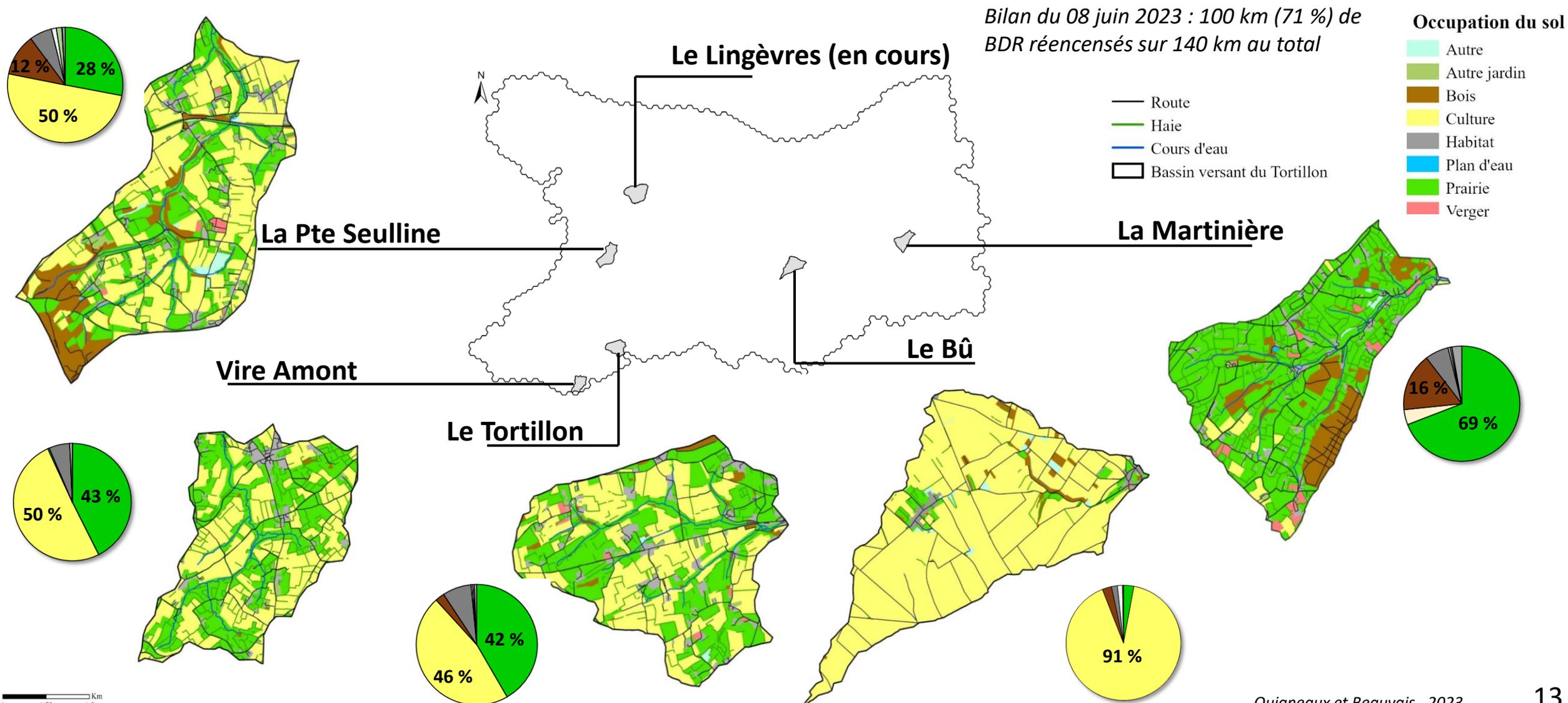
10 classes



Répartition variance inter et intra classe

	Absolu	Pourcentage
Intra-classe	261,597	28,50%
Inter-classes	656,273	71,50%
Totale	917,869	100,00%

1.2. Méthodologie : Réalisation d'un inventaire exhaustif des bords de route à l'échelle de 6 petits BV



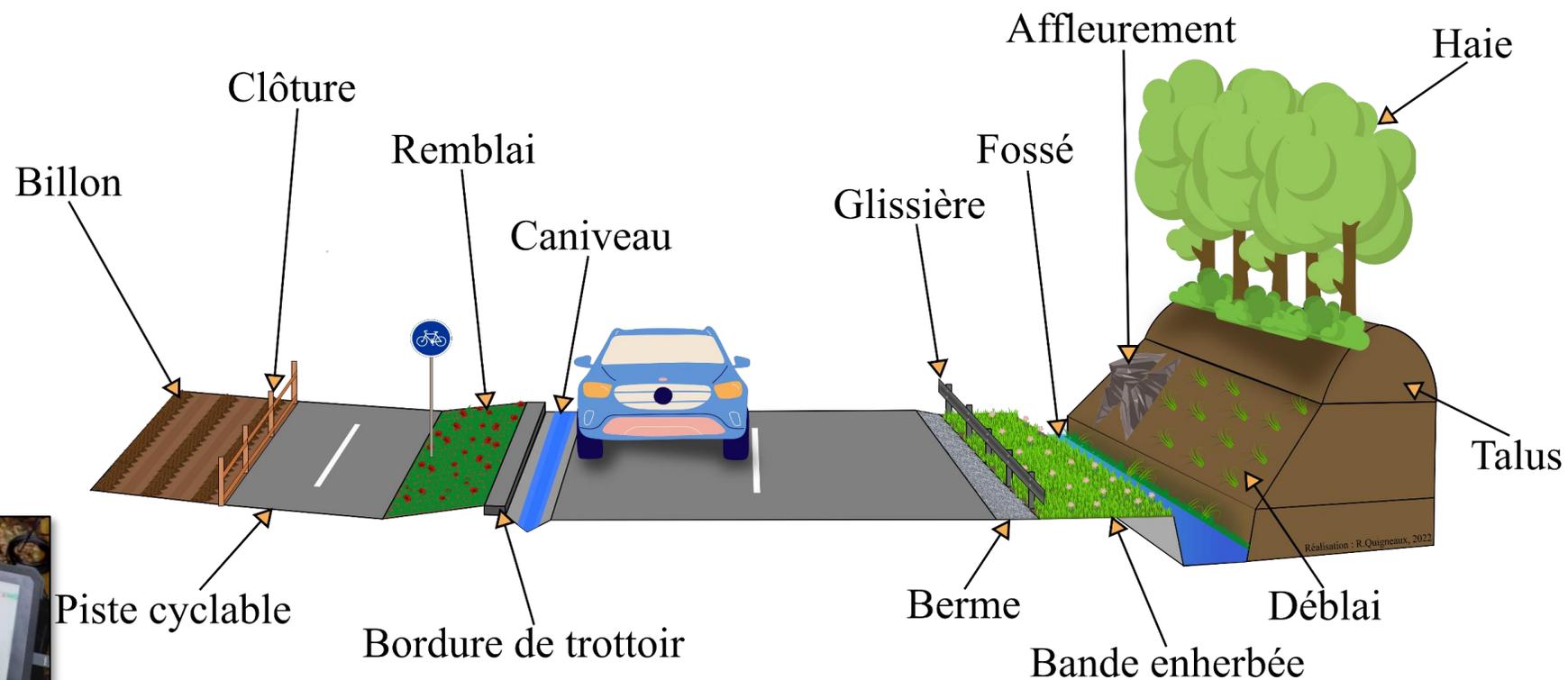
Recensement et mesure des bords de route

- BDR gauche et droit
- 2 opérateurs
- Tablette de terrain et bâton gradué + gilets jaunes
- 1h/km + déplacements



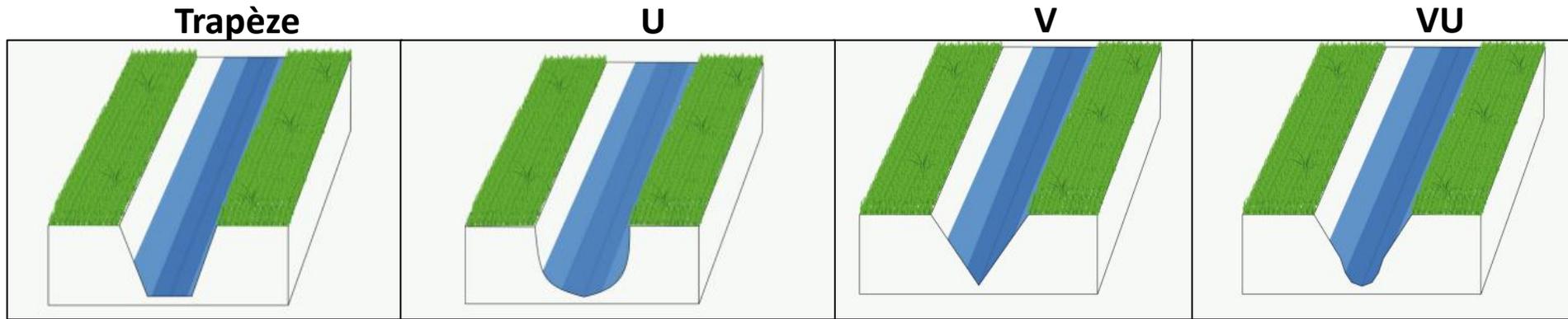
Le bord de route : entre la chaussée et la parcelle adjacente

Entités présentes en bord de route



Elements bordant les routes (entités)	Code
Affleurement	A
Berme	B
Cloture	C
Déblai	D
Fossé	F
Glissière	G
Talus	T
Talus de déblai	P
Haie	H
Haie/talus	S
Bande enherbée	E
Billon	N
Caniveau	L
Remblai	R
Trottoir	U
Bande cyclable	V

Précision des entités relevées : exemple des fossés et des haies



*Profondeur,
largeur du fond,
emprise totale et
forme*

Haie de futaie



Haie de taillis sous futaie



Haie de taillis



Photographies et schémas : Romain Quigneaux., 2022

Exemple d'identification des entités en BDR



Bande enherbée
Remblai
Fossé en VU



Photographies : Beauvais., 2023

Berme
Bande enherbée
Fossé trapèze
Déblai
Haie

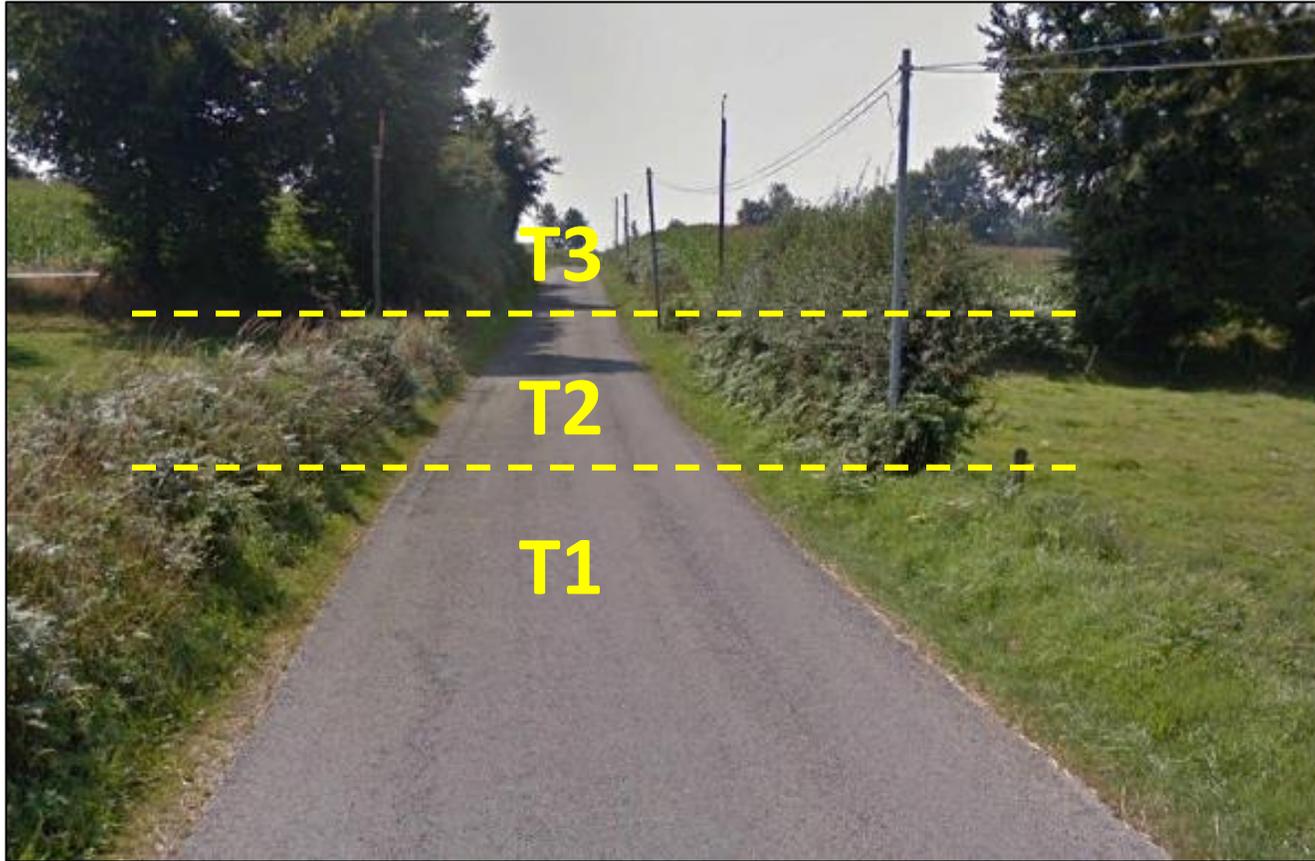
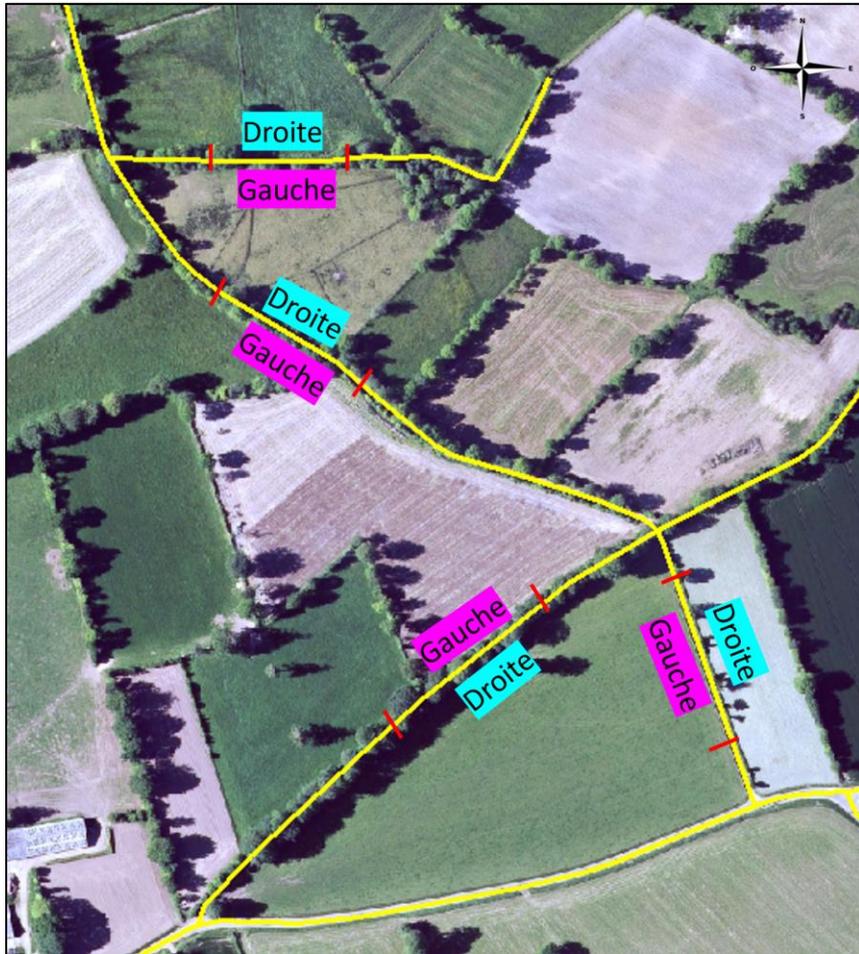


Image : SV Google

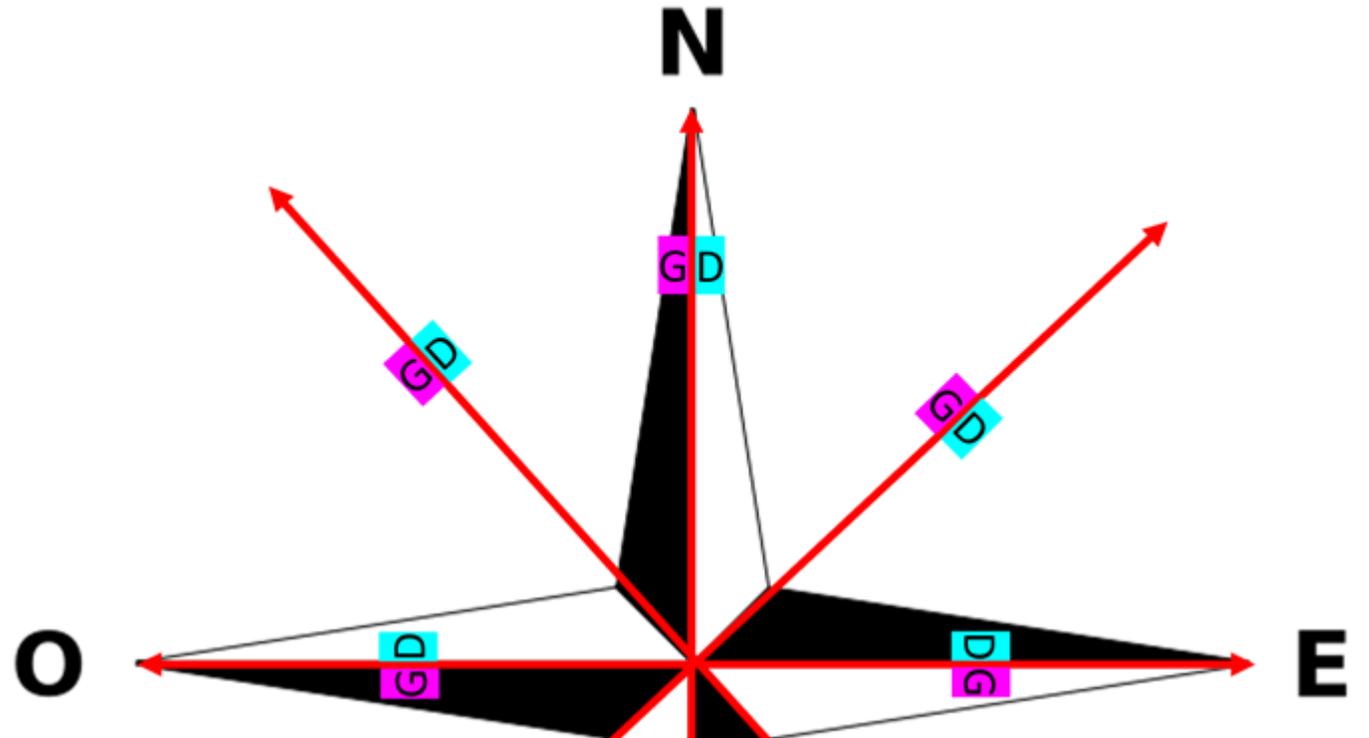


**Découpage de la route
en tronçons dès lors
qu'il y a un changement
dans les combinaisons
de BDR**

Pour référencer la gauche et la droite d'un tronçon ...



Quigneaux., 2023



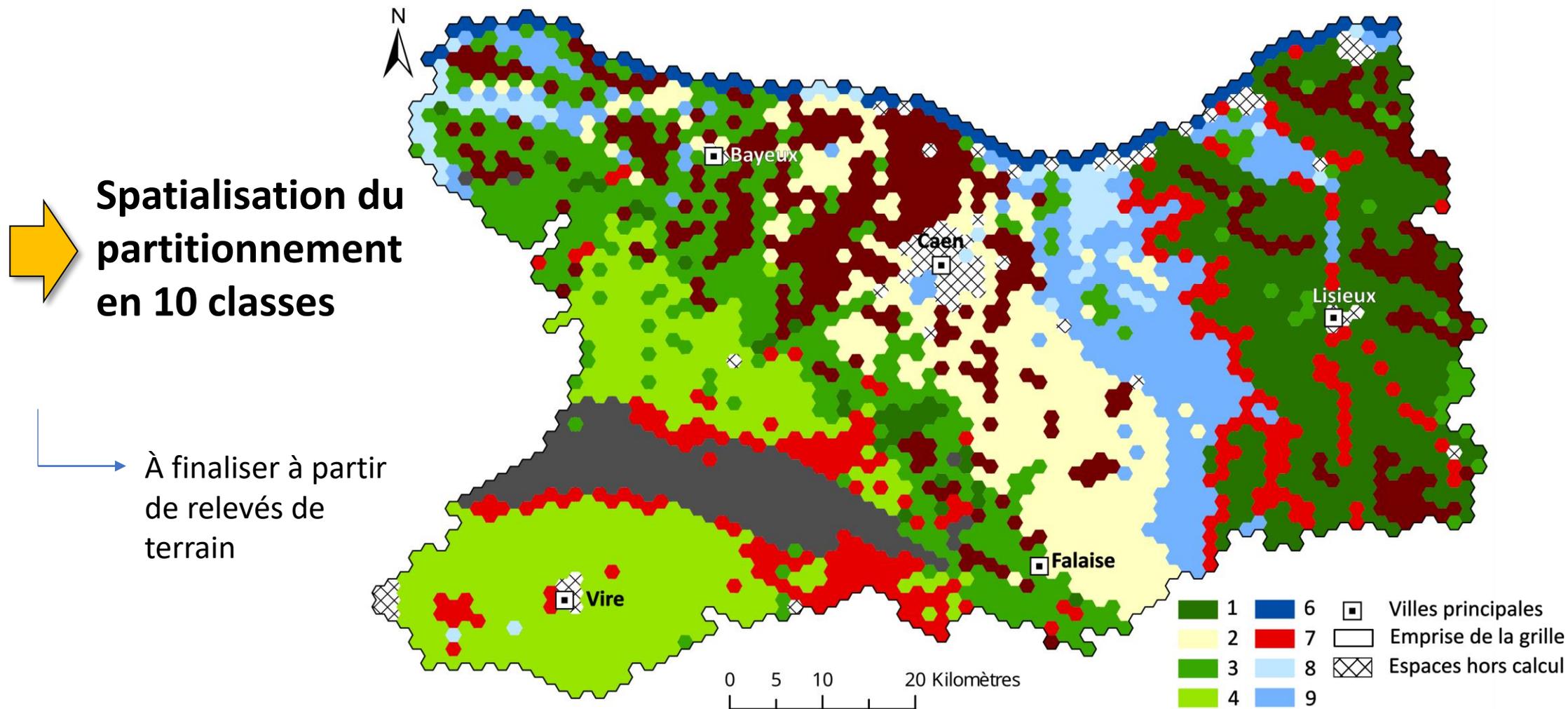


2. Premiers résultats

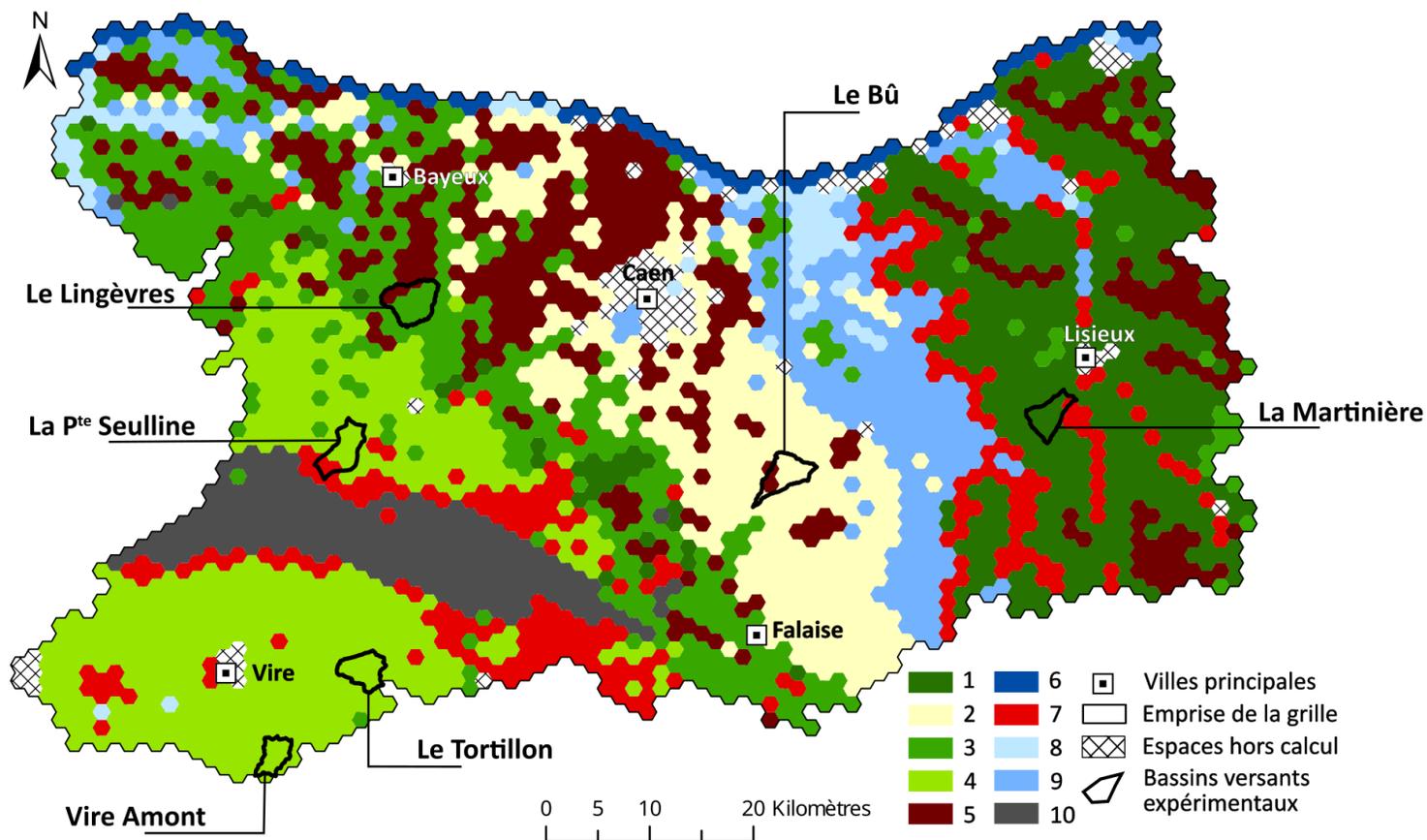
2.1. Des terroirs hydro-paysagers...

2.2. ... à une géographie des bords de route

2.1. Cartographie des terroirs hydro-paysagers du Calvados



2.2. Esquisse d'une géographie des bords de route



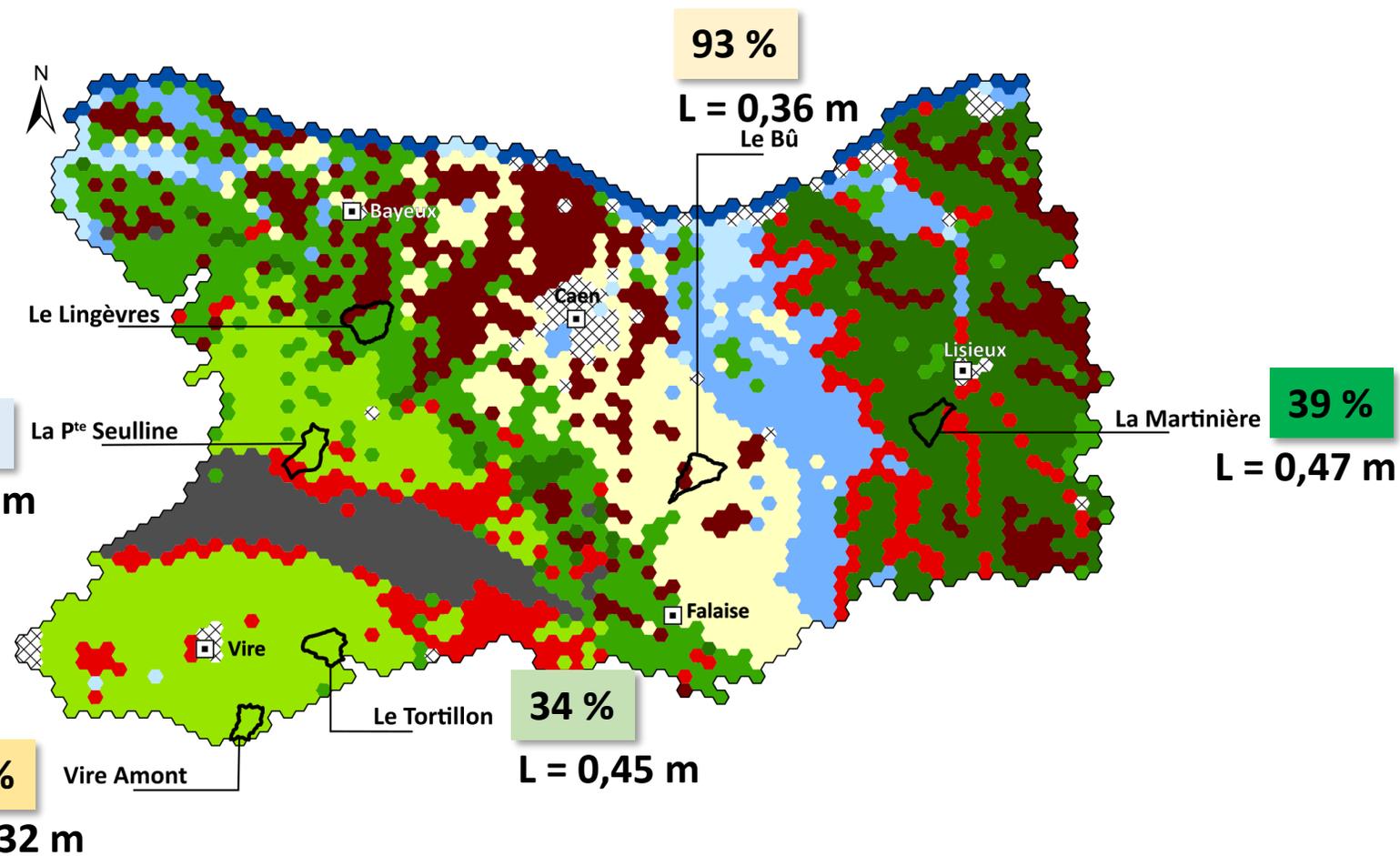
Synthèse relevés BDR

	Taille du BV (km ²)	Linéaire de route recensé (km)	Densité de route recensées (km/km ²)	Nombre de tronçons	Nombre de BDR (tronçon x2)	Nombre de combinaisons	Nombre de tronçons par km de route	Nombre moyen d'entités sur un tronçon (gauche + droite)	Largeur moyenne du BDR (gauche + droite)	Nombre d'entité sur largeur BDR	Nombre de combinaisons par BDR
Le Bû	12,77	17,9	1,4	61	122	22	3,4	5,2	3,8	1,4	0,18
La Martinière	10,8	15,7	1,45	158	316	94	10,1	6,7	4,6	1,5	0,30
Vire Amont	8,1	13,8	1,7	143	286	74	10,4	5,9	5	1,2	0,26
Le Tortillon	11,5	18,9	1,7	229	458	95	12,1	5,4	5,4	1	0,21
La Seulline	13,5	25,9	1,9	297	594	133	11,5	5,4	6,4	0,8	0,22
Le Lingèvres	16	(en cours)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

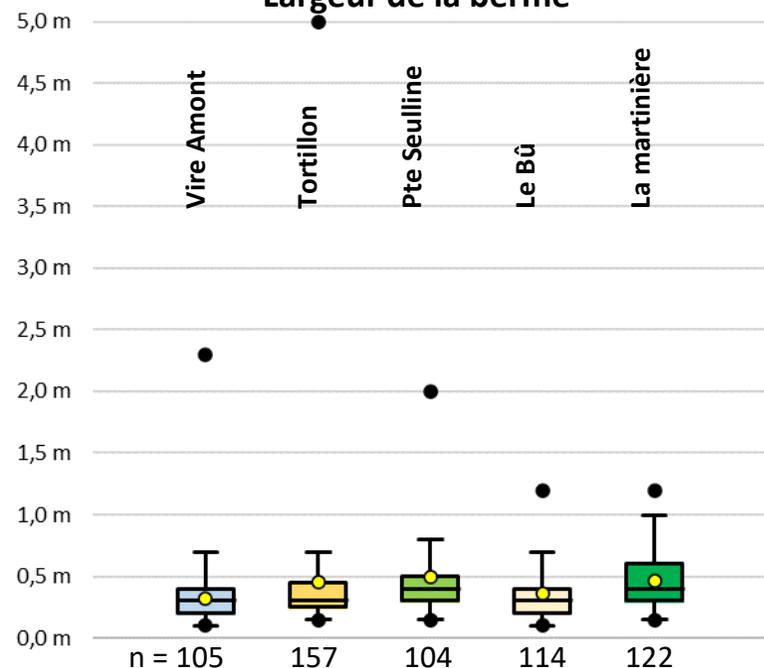
Les bermes, siège d'écoulements de surface non négligeables



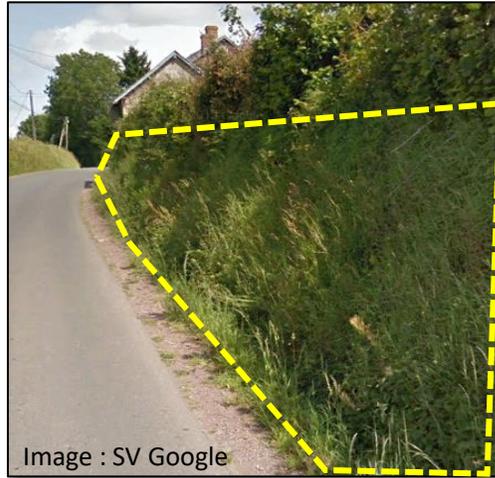
Photographie : Beauvais., 2022



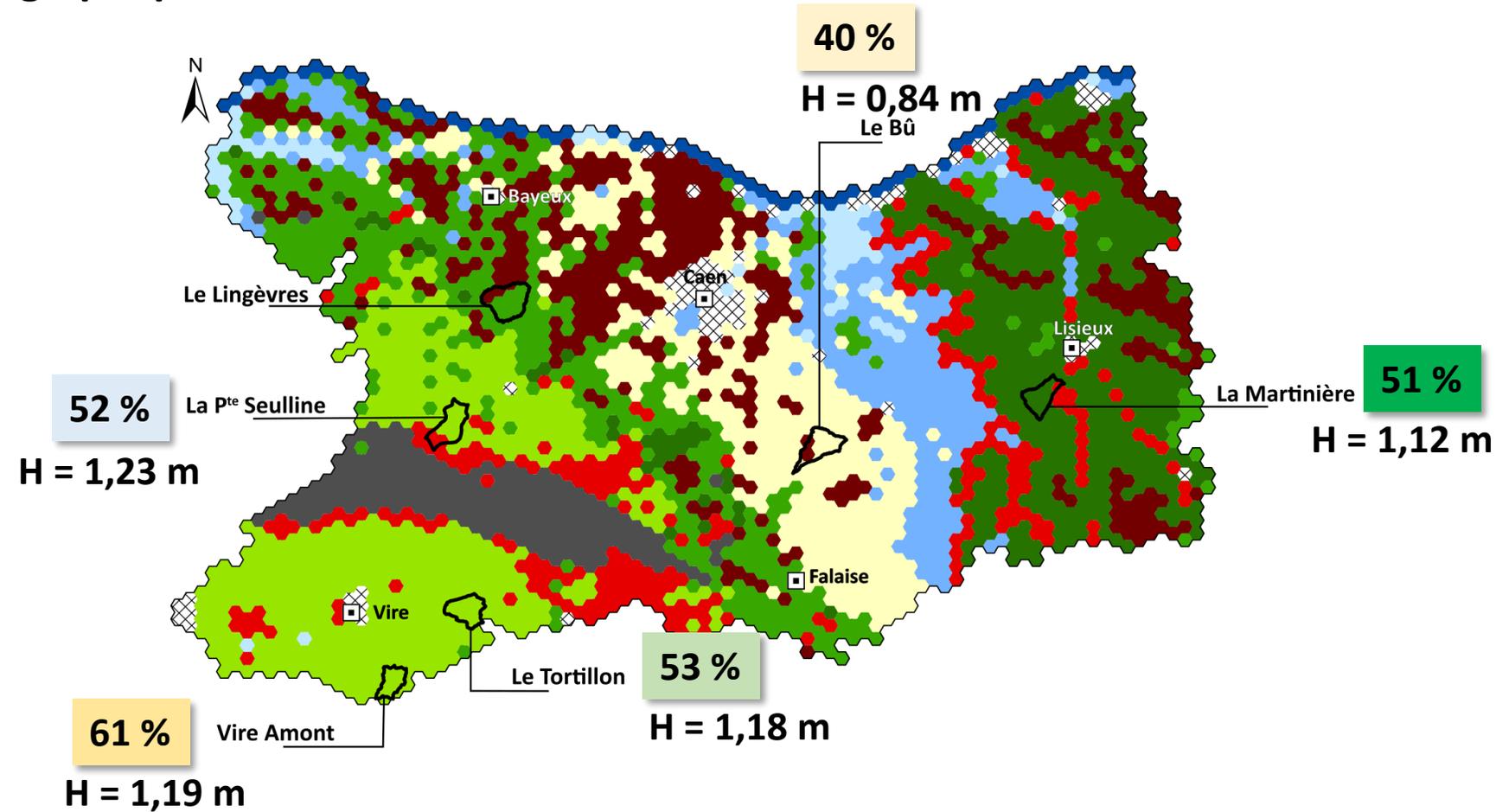
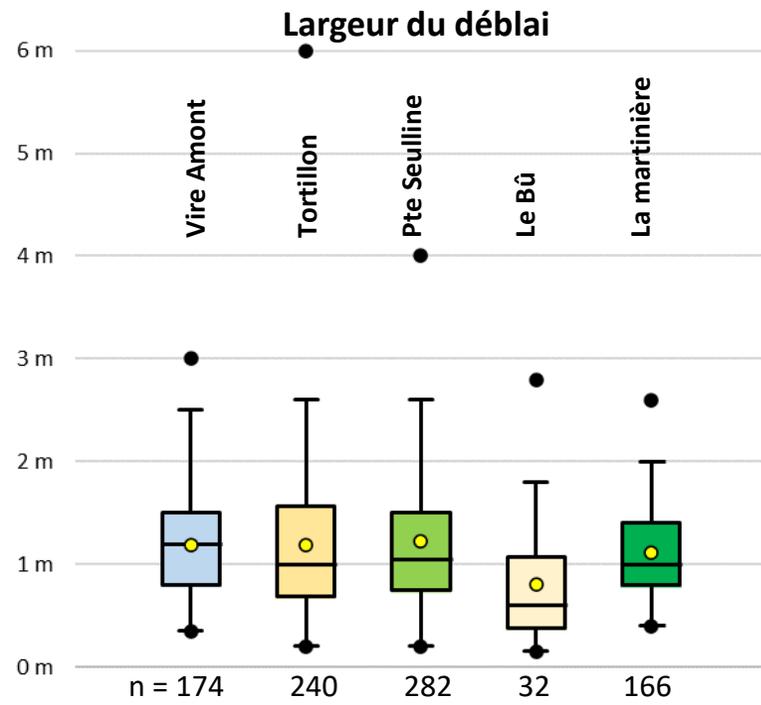
Largeur de la berge



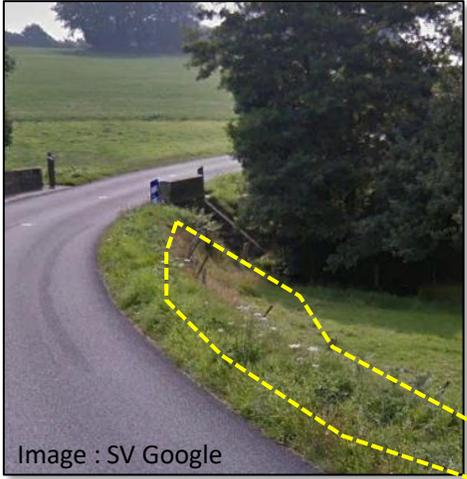
Déblai



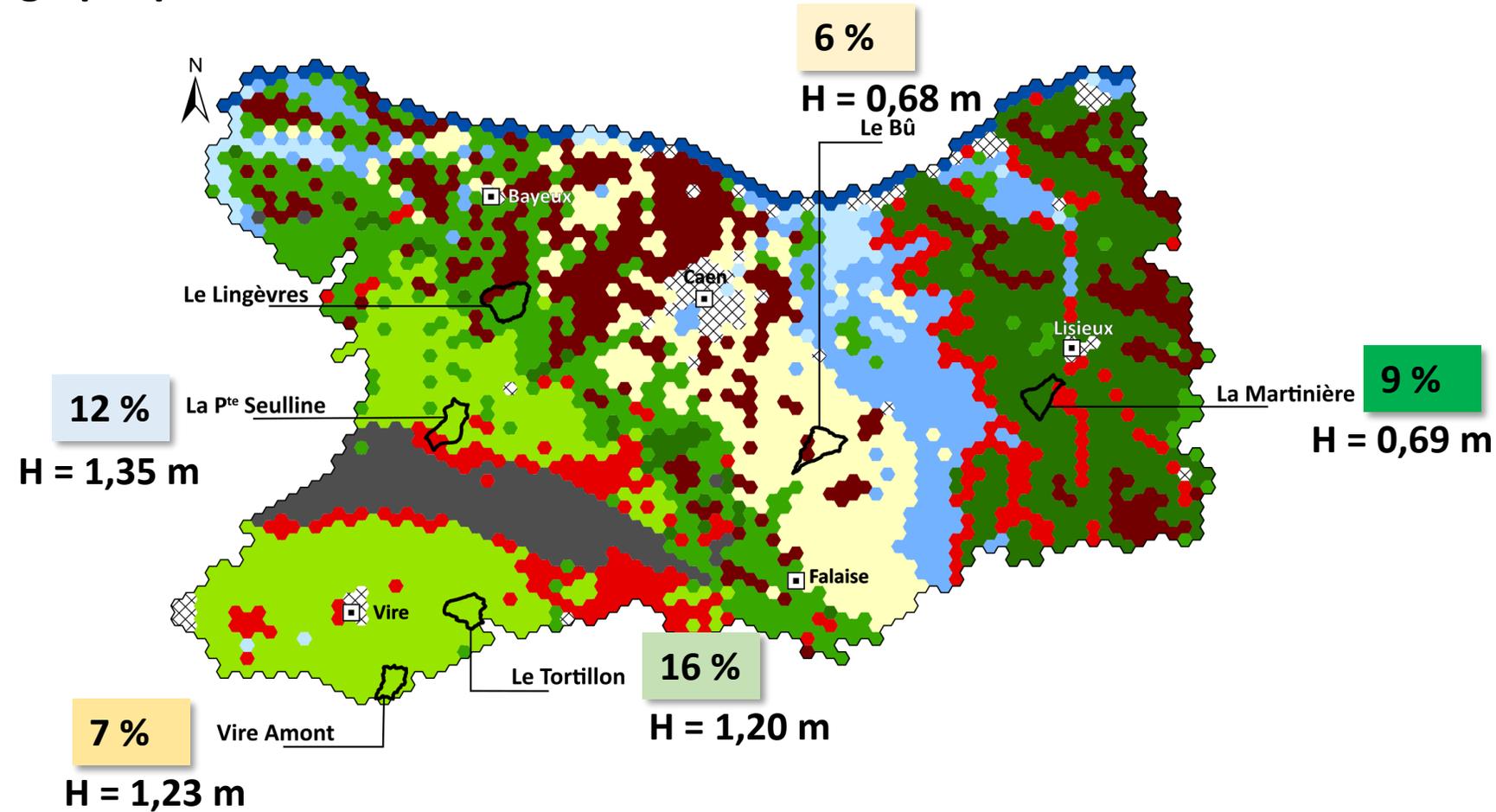
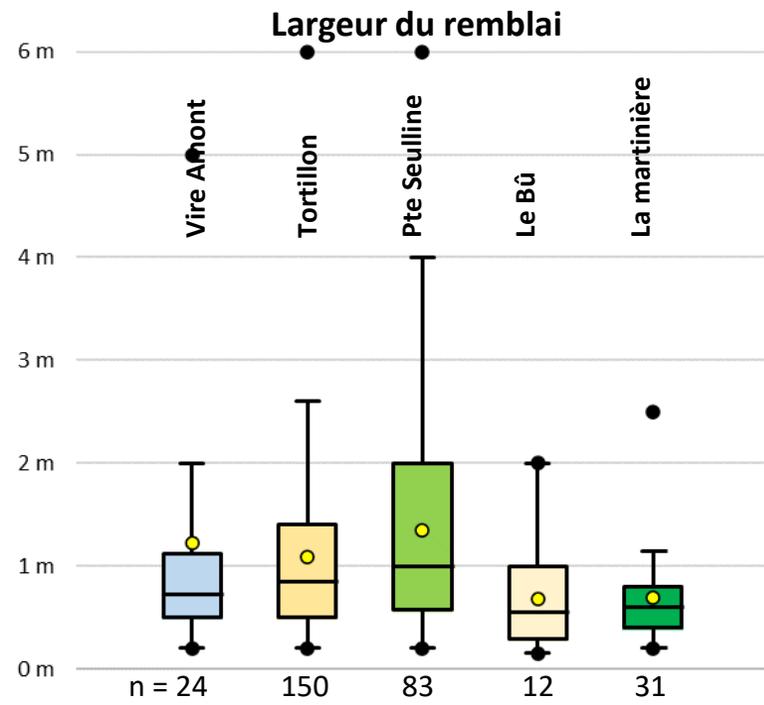
Déblai et remblai, ou la matérialisation de l'inscription topographique des réseaux routiers



Remblai



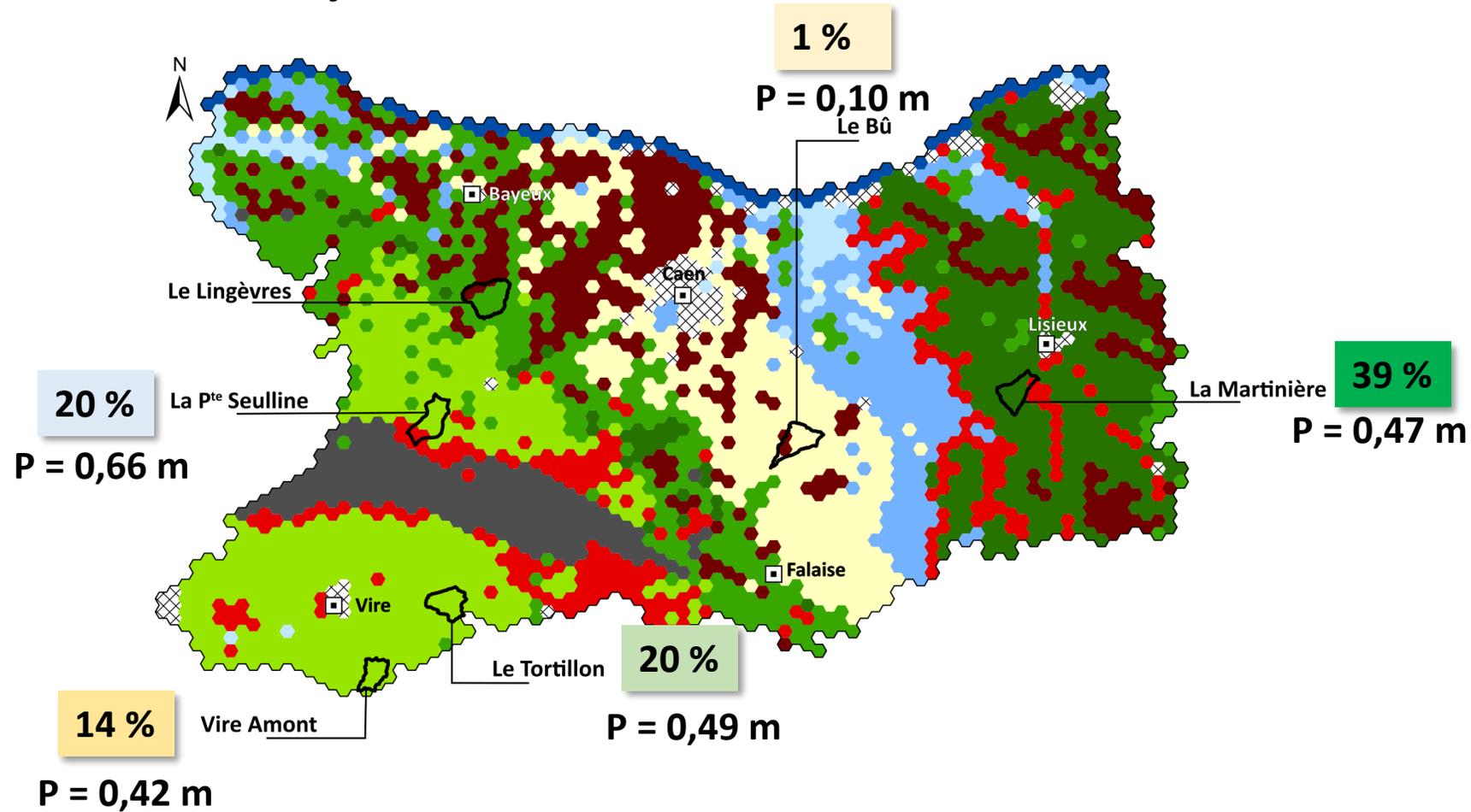
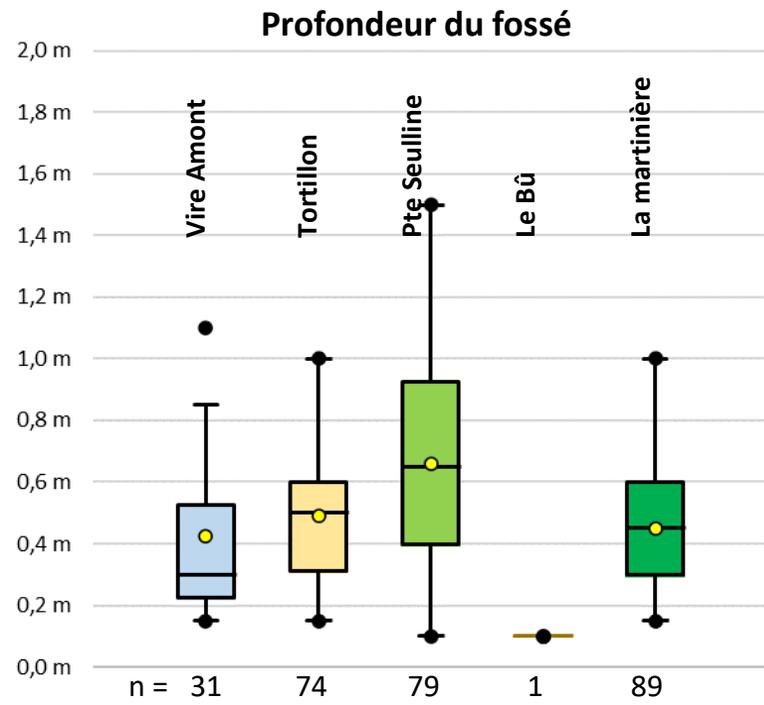
Déblai et remblai, ou la matérialisation de l'inscription topographique des réseaux routiers





Photographie : Beauvais., 2022

Le fossé, révélateur des pluies et du caractères peu drainant des routes et roches sous-jacentes



Proportion dans le linéaire total des 3 premières combinaisons d'entités dans chaque BV

Un signe de la complexité du BDR ?

23 %

- ED 10 %
- EDH 7 %
- EH 6 %

133 combinaisons

NBC_BDR = 0,45

28 %

- EDC 14 %
- ED 8 %
- BED 6 %

74 combinaisons

NBC_BDR = 0,52

20 %

- ED 7 %
- EDC 7 %
- E 6 %

95 combinaisons

NBC_BDR = 0,41

BE 47 %

BR 15 %

BD 9 %

71 % NBC_BDR = 0,36

22 combinaisons

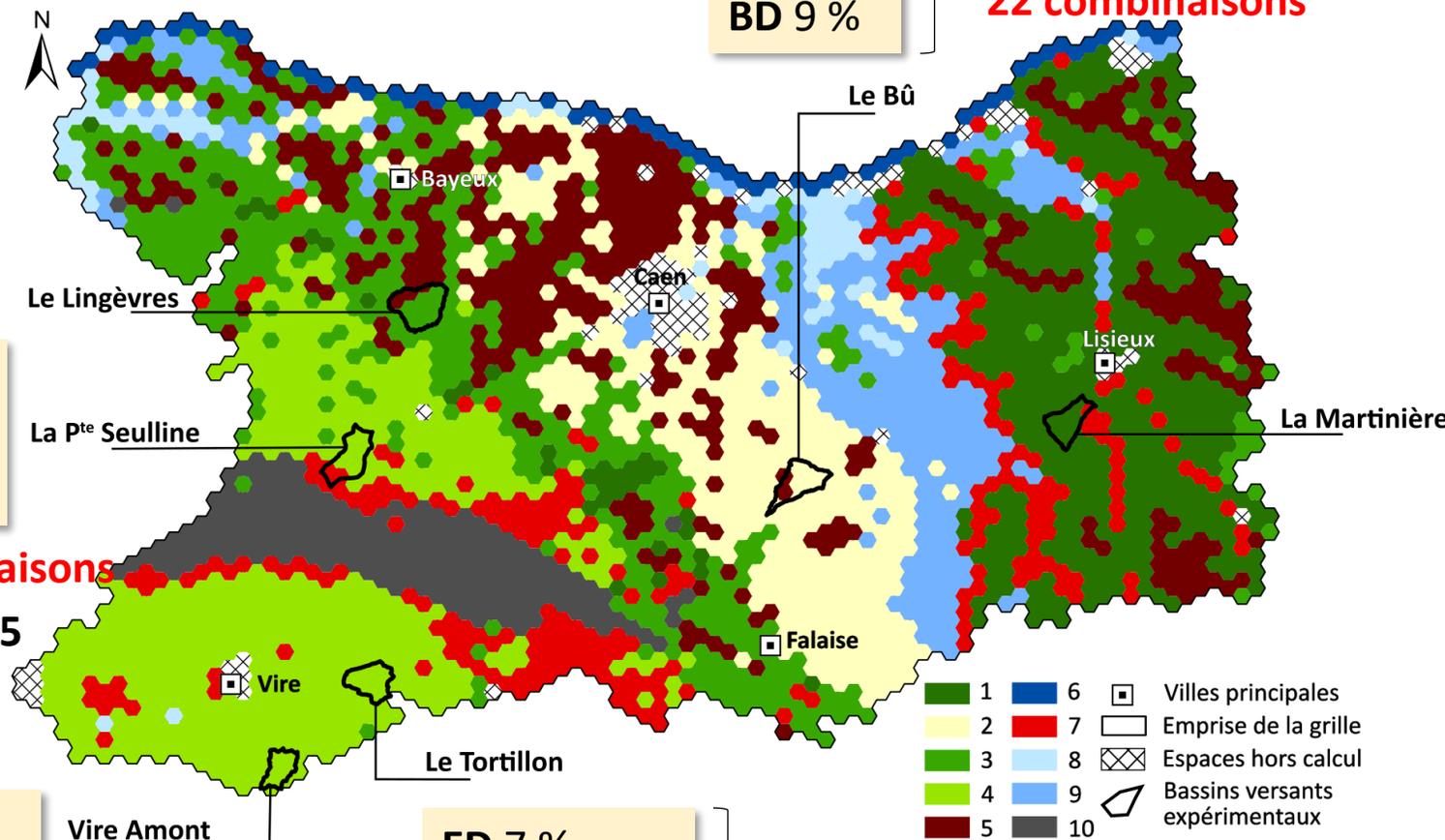
Elements bordant les routes (entités)	Code
Affleurement	A
Berne	B
Cloture	C
Déblai	D
Fossé	F
Glissière	G
Talus	T
Talus de déblai	P
Haie	H
Haie/talus	S
Bande enherbée	E
Billon	N
Caniveau	L
Remblai	R
Trottoir	U
Bande cyclable	V

17 %

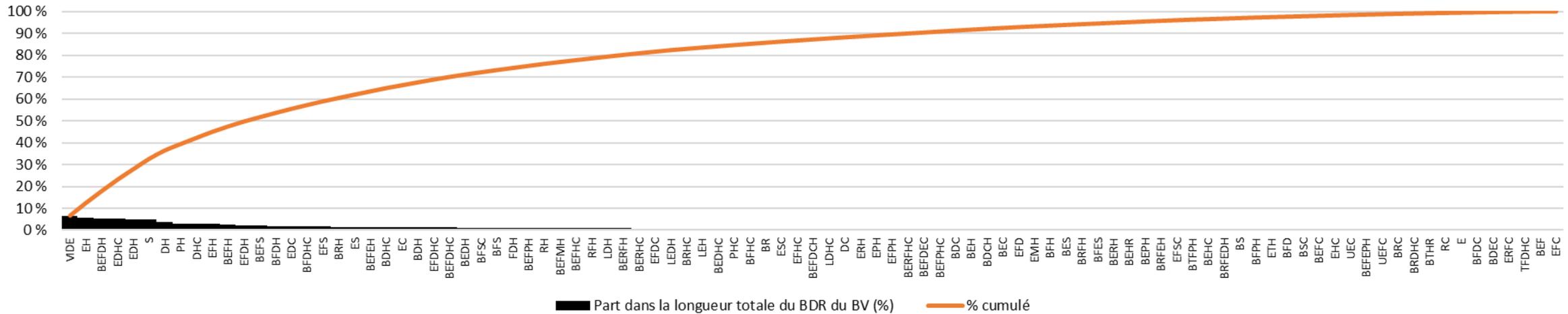
- EH 6 %
- BEFDH 6 %
- EDHC 5,2 %

94 combinaisons

NBC_BDR = 0,59



Part des combinaisons d'entités de BDR dans le linéaire total du BV de la Martinière



Derrière la comparaison des grands indicateurs pour chaque bassin versant, se cache une **grande complexité des combinaisons d'entités**, débouchant sur des questionnements scientifiques et méthodologiques :

Existe-t-il des structures spatiales des bords de route selon leur environnement ?
Comment traiter et représenter l'information spatialisée ?



Un travail à approfondir ...

Conclusion et perspectives

- ❑ Mise en évidence d'une **méthodologie pour établir des grands terroirs hydro-paysagers** à l'échelle du département du Calvados.
- ❑ Recours aux **statistiques multivariées**.

Au premier abord on pourrait supposer que l'on connaît déjà ces unités hydro-paysagères et les types de routes, ce qui ne nécessiterait pas l'usage de cette méthode ...



Intérêt : permet de **poser des limites sur les grands terroirs** hydro-paysagers ou routiers, que le connaisseur du territoire peut avoir en tête (découpage grossier) et **d'identifier les caractéristiques propres à ces clusters** en limitant les biais de perception.

- Utile pour connaître l'environnement de travail.
- Point de départ pour découper les paysages (type Atlas Paysagers DREAL)?

Conclusion et perspectives

- ❑ Mise en place d'une **méthodologie de relevés et de mesure des BDR.**
- ❑ Des relevés à terminer et une base de données à exploiter (typologie des BDR, modélisation des connectivités hydro-sédimentaires, études sur la biodiversité, les paysages, ...).

Perspectives

- ❑ Reproduire le modèle de statistiques multivariées sur les bords de route pour **dégager des terroirs routiers.**
- ❑ Développement/tests de **sondes hauteur d'eau et matières en suspension** (en cours).
- ❑ Enquêter les ARD et les communes sur les pratiques de gestion.



Quels sont les terroirs et les environnements routiers contribuant le plus aux transferts hydro-sédimentaires ?



**Merci pour votre
attention**

**« Pour une géographie des bords de route : du terroir hydro-paysager à la
caractérisation du bord de route »**

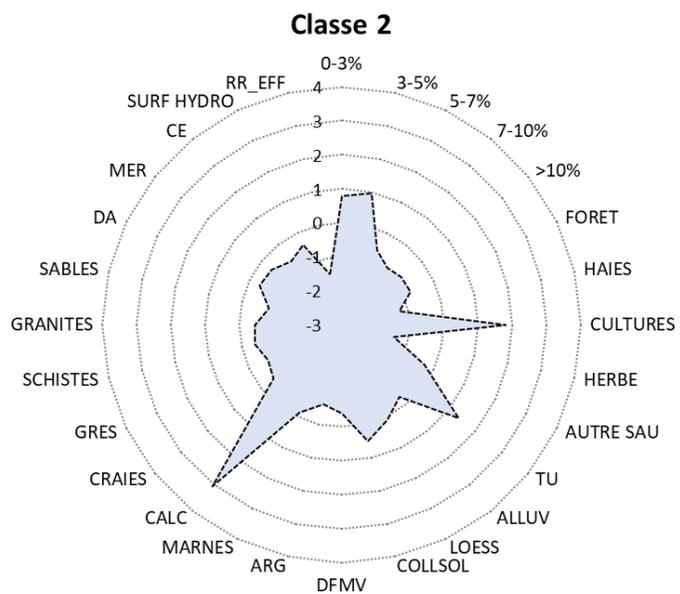
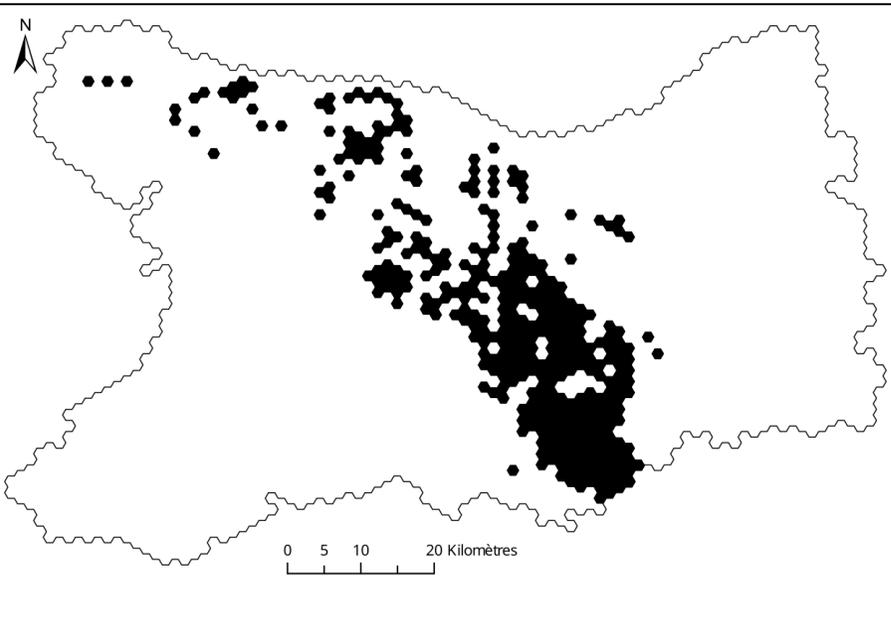
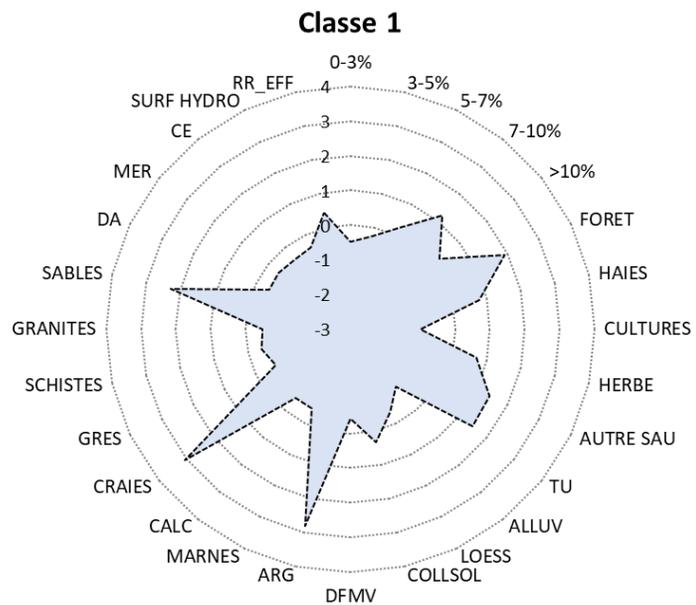
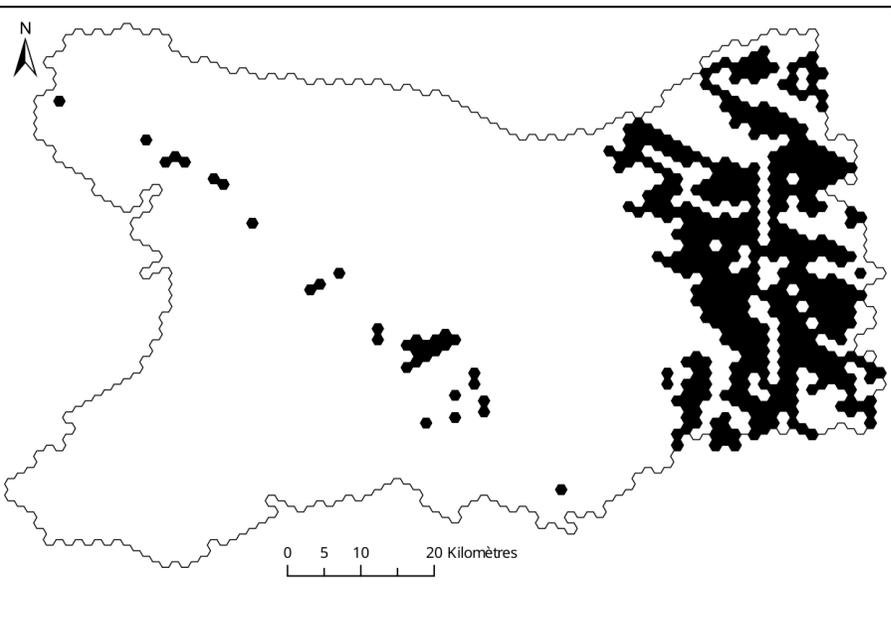
Beauvais F., Quigneaux R., Reulier R., Bermond M., Feuillet T., Delahaye D., Medjkane M., Cador J-M

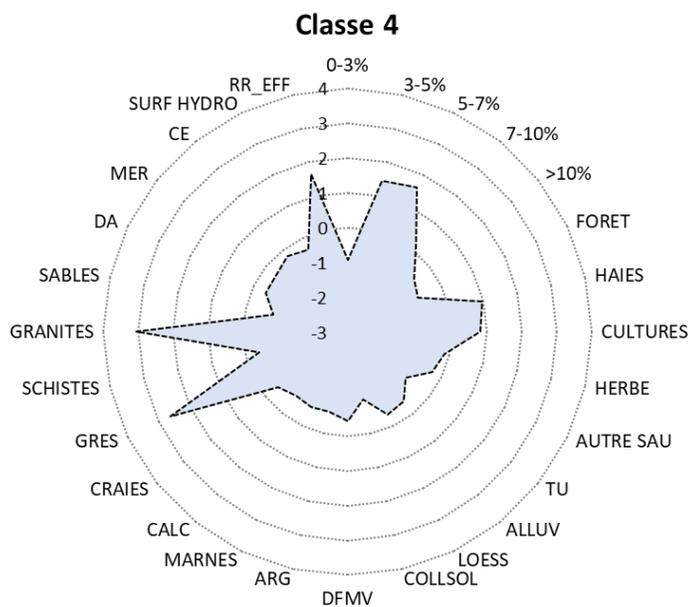
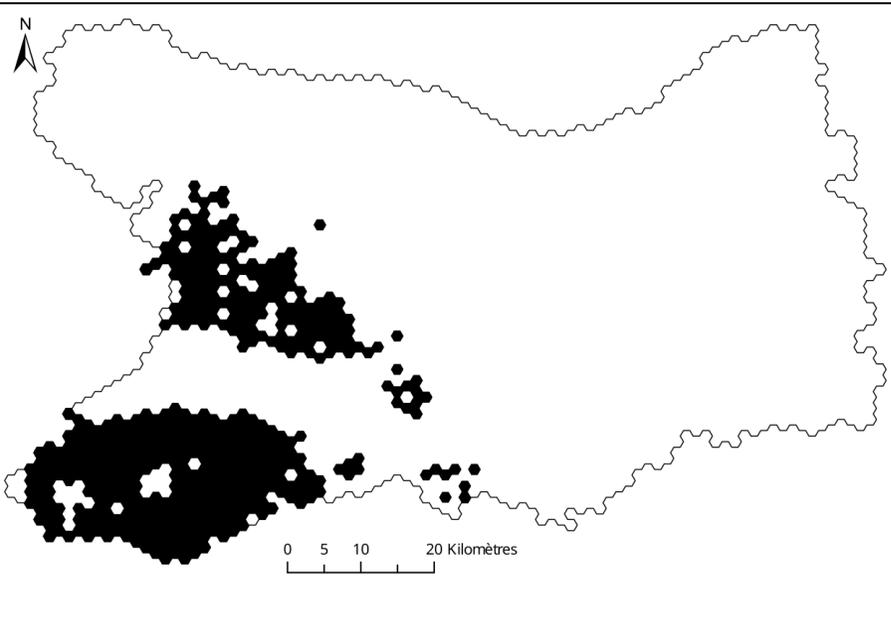
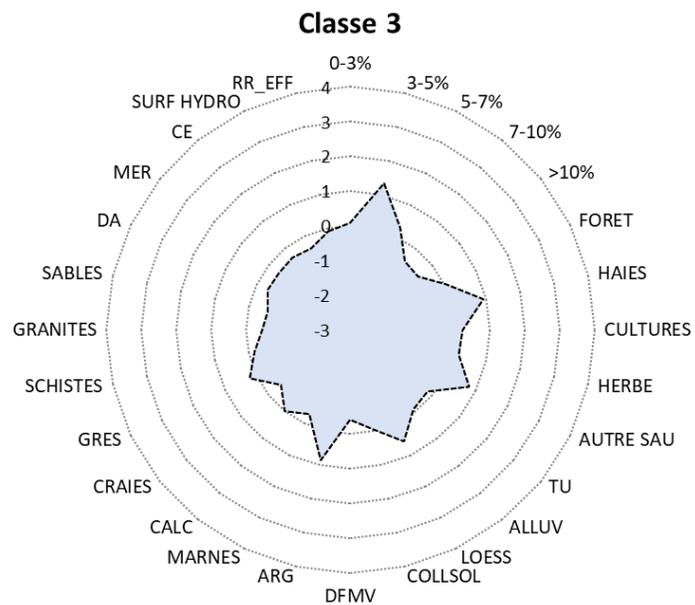
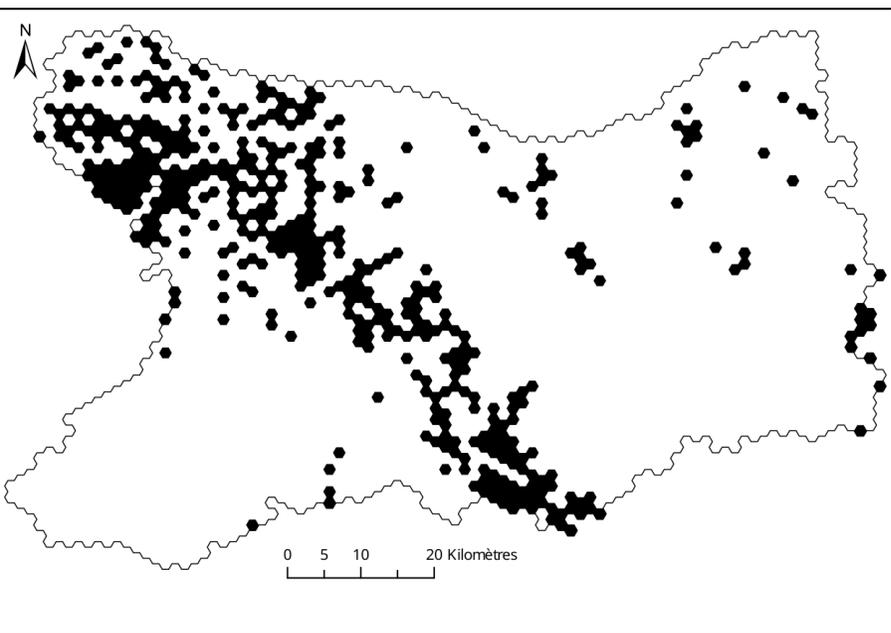
✉ romain.reulier@unicaen.fr ; francois.beauvais@unicaen.fr ; romain.quigneaux@unicaen.fr

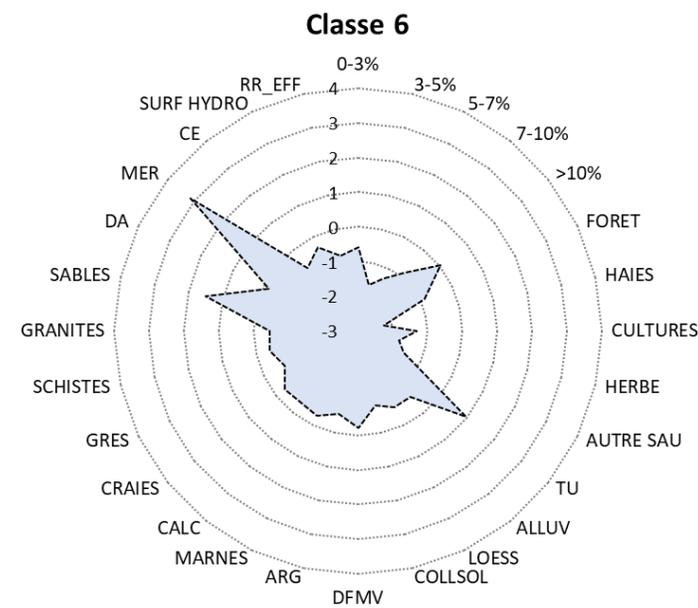
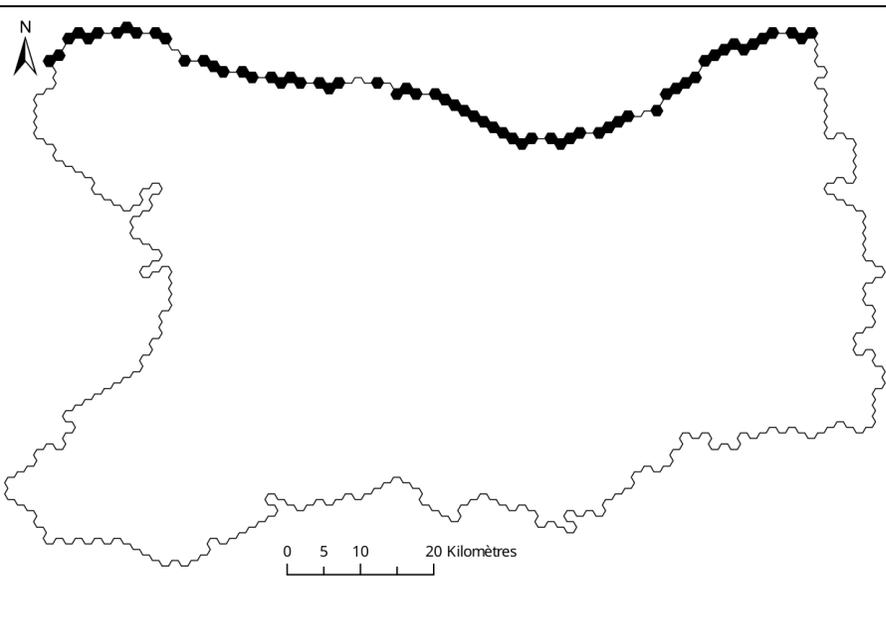
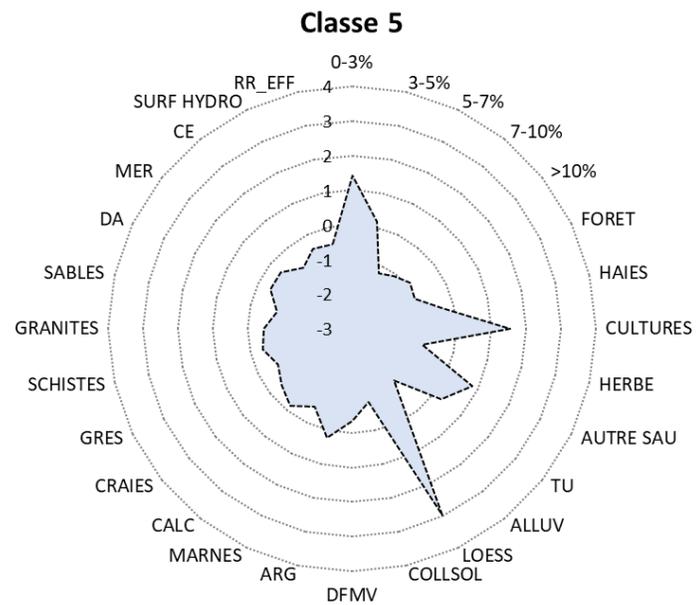
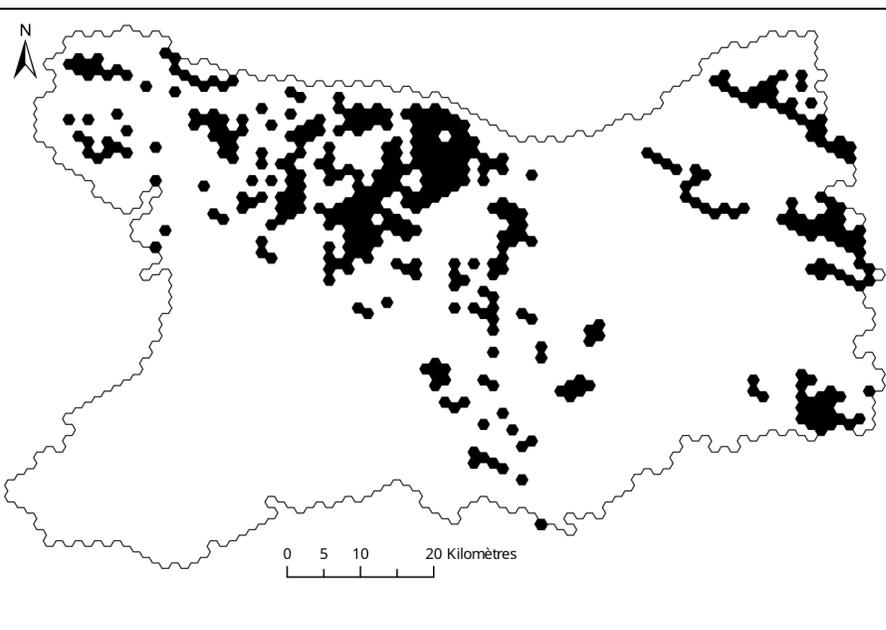
Young researchers day "**Infrastructure, Ecology, Landscape, Society, and Territory**" – June 8 (2023) – ENGEES Strasbourg.

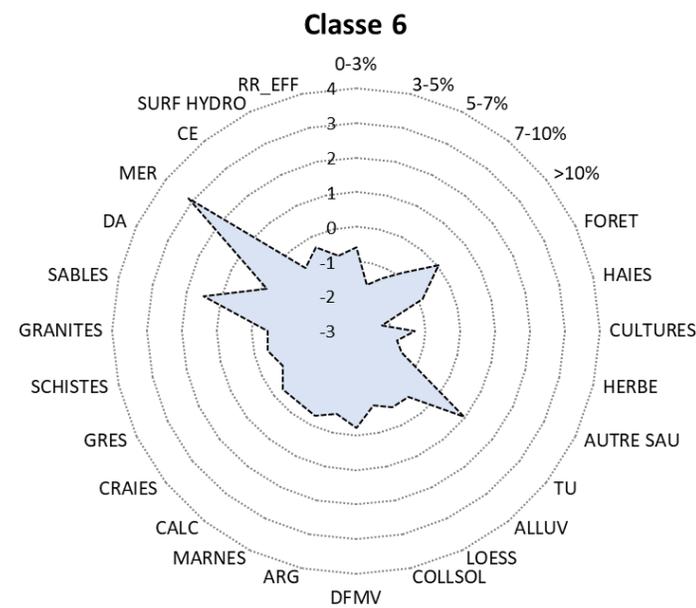
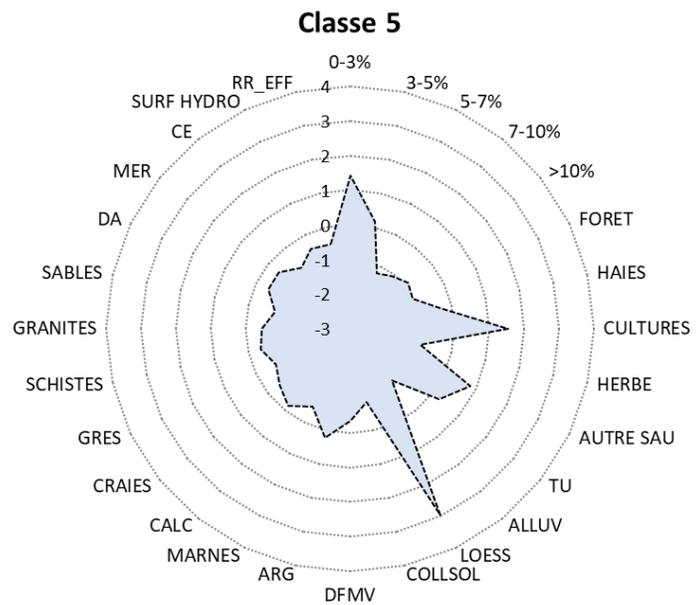
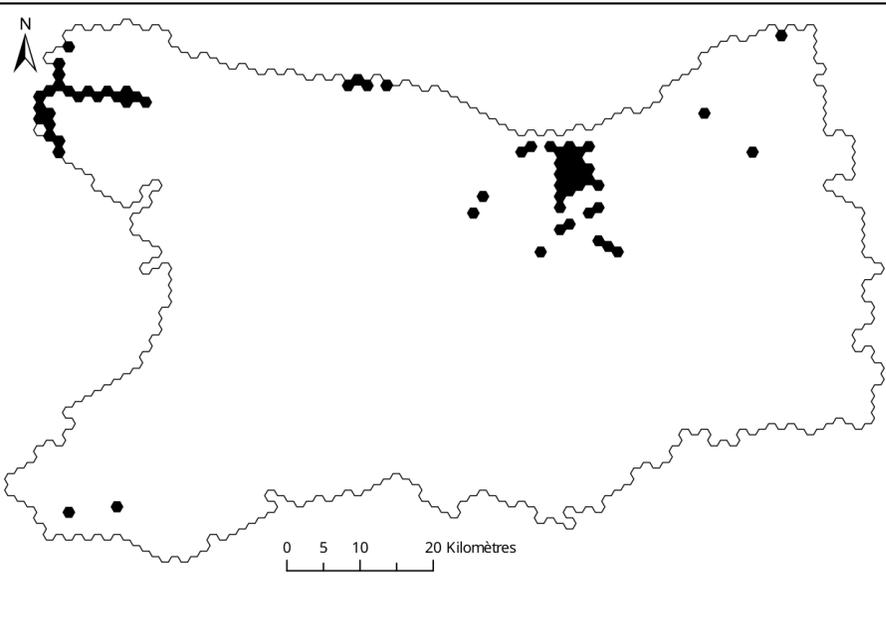
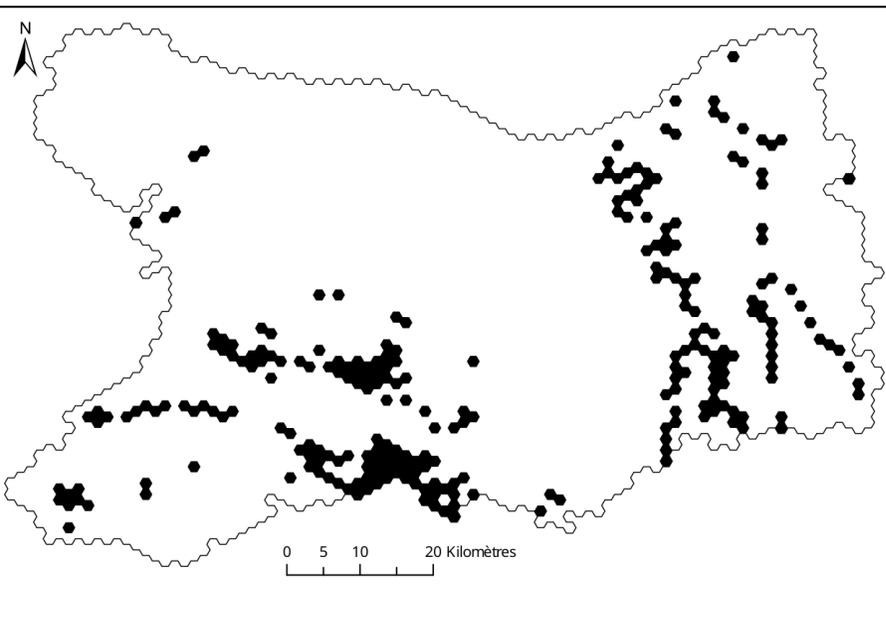


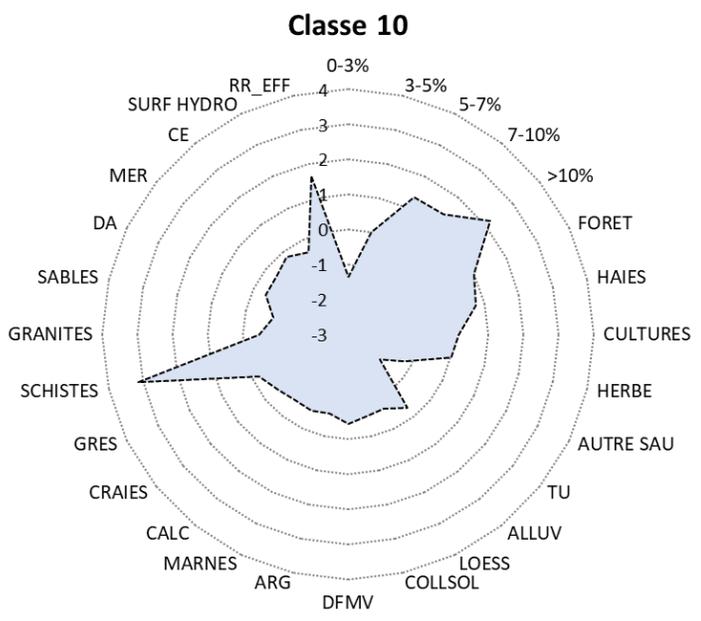
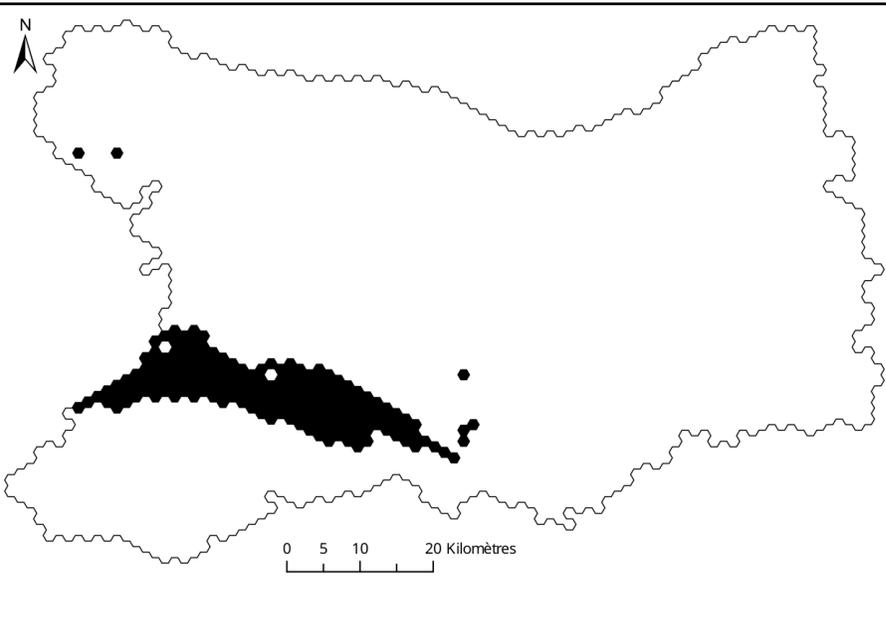
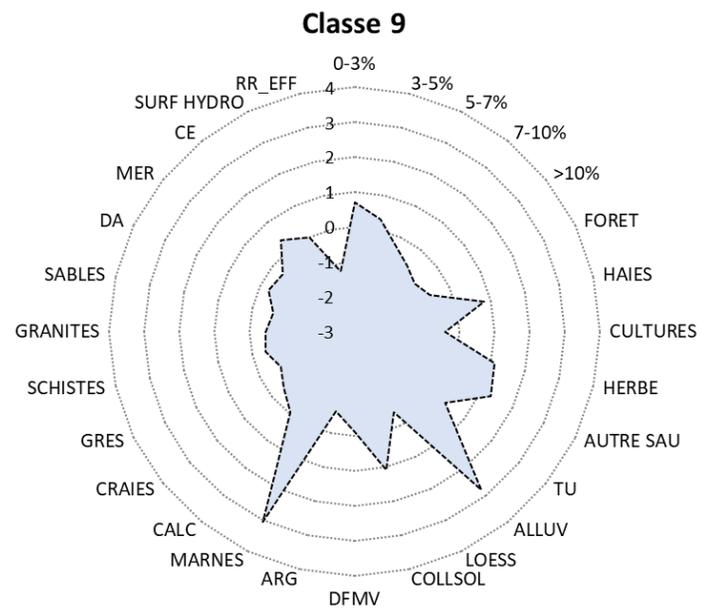
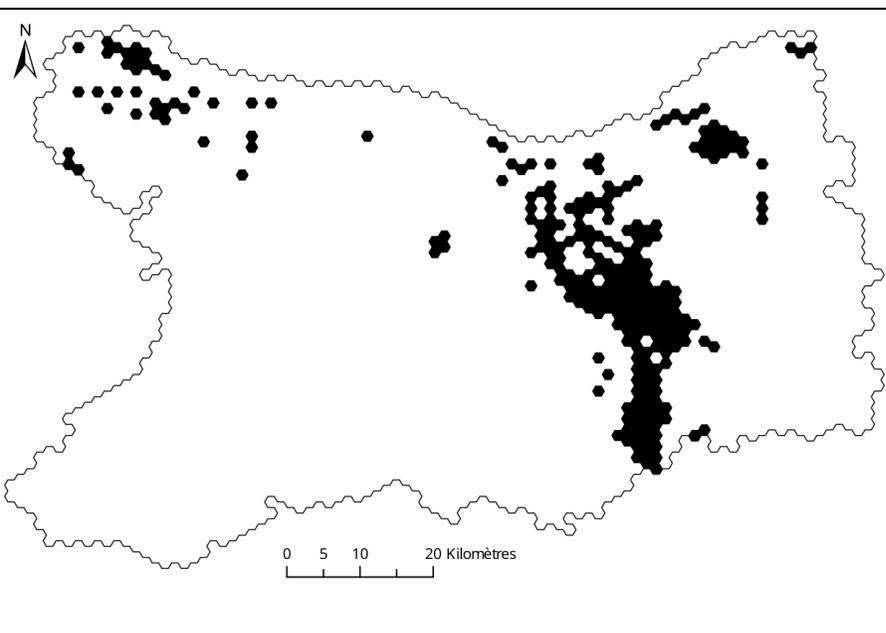
*Projet financé par la région
Normandie*



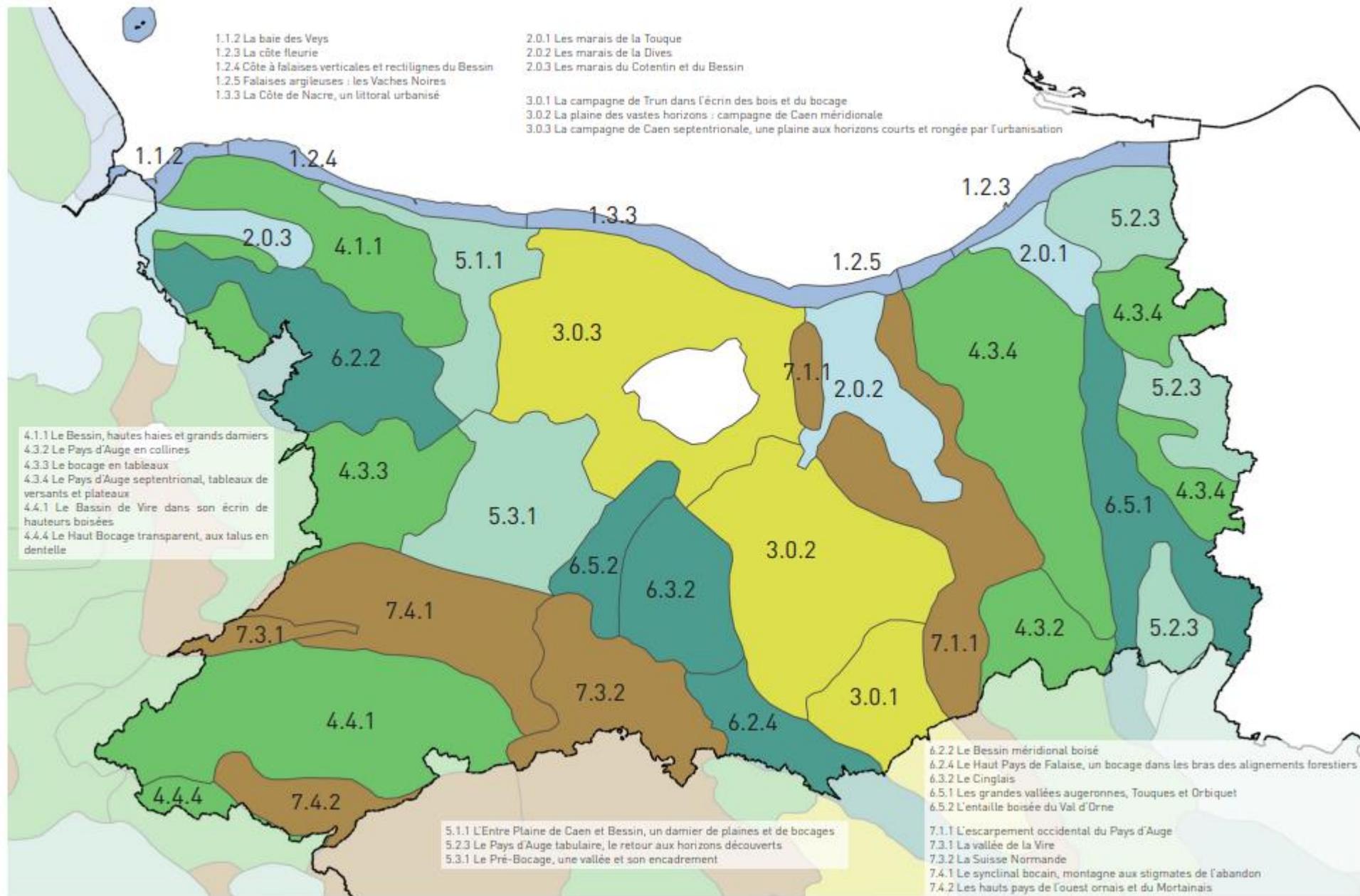






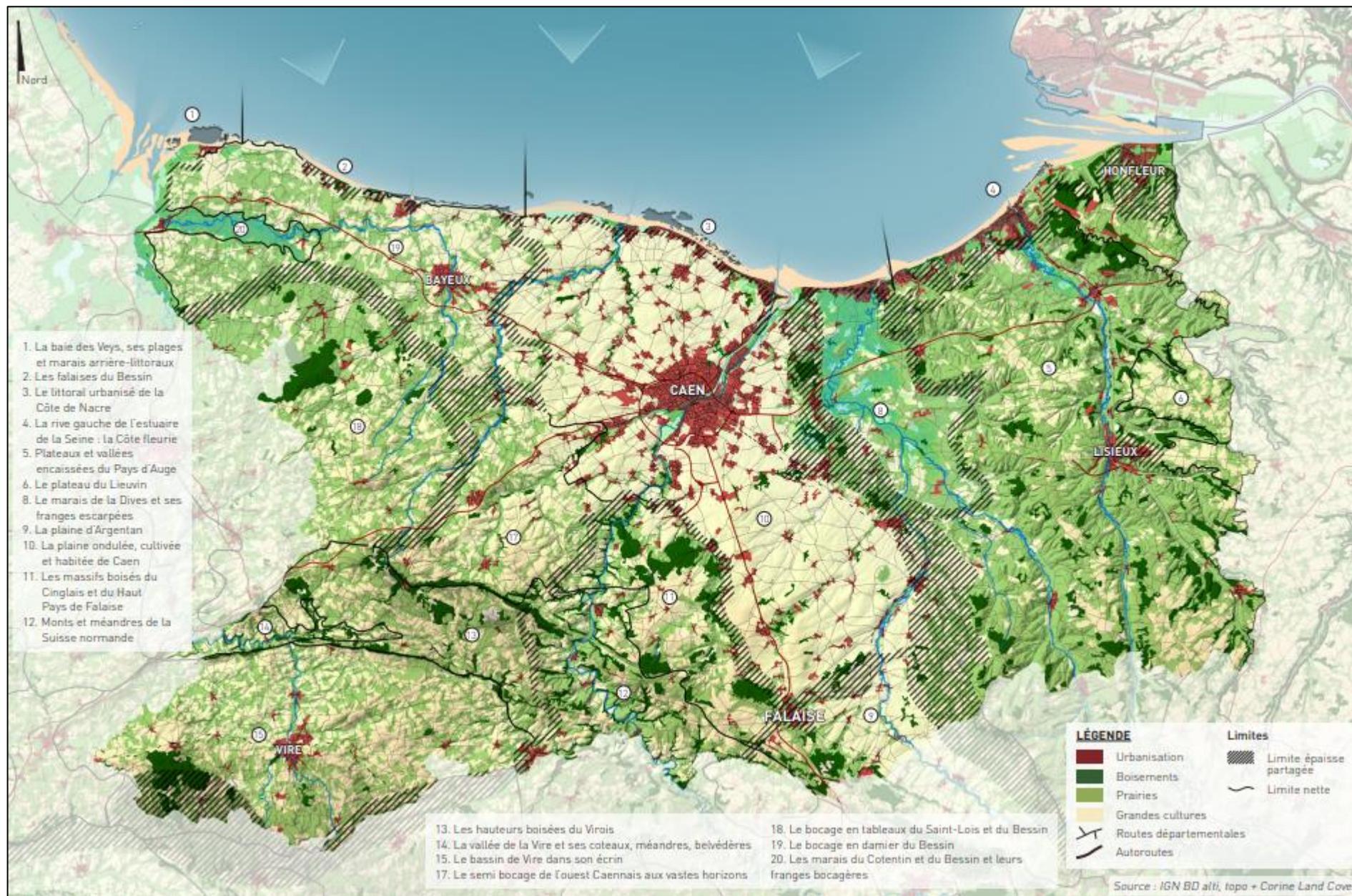


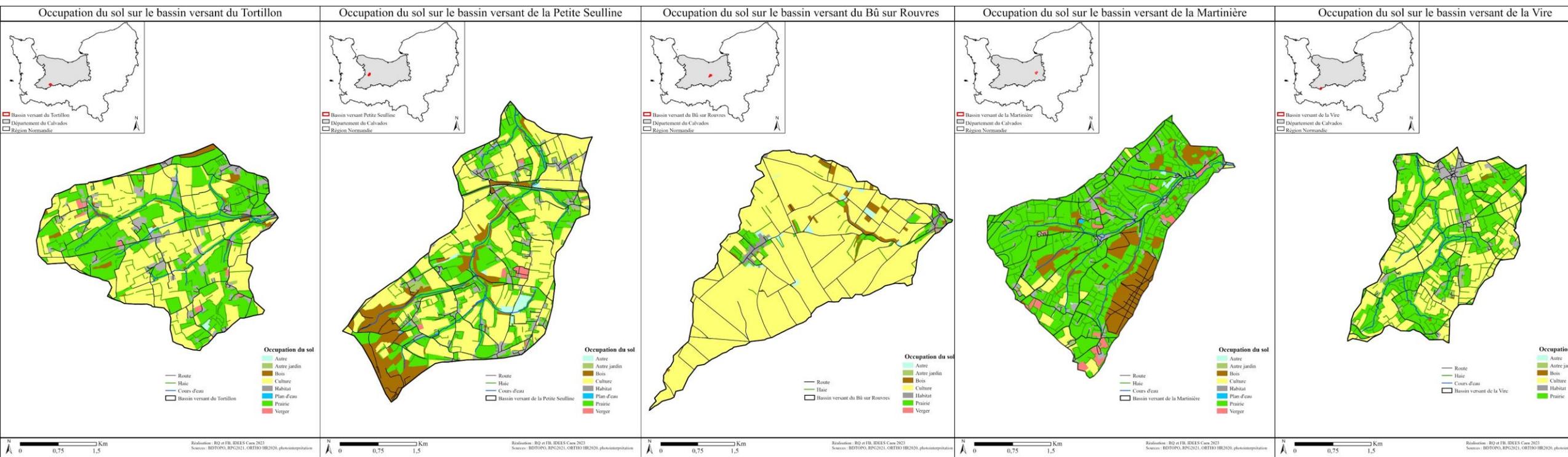
LES UNITÉS PAYSAGÈRES DU CALVADOS DÉFINIES EN 2001



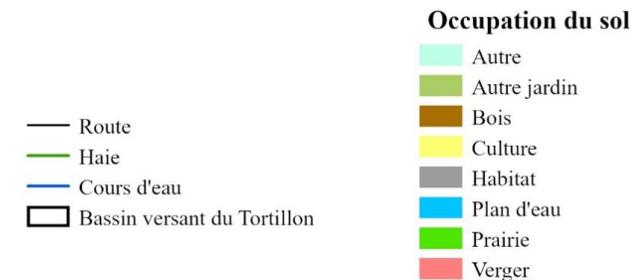
Sous unités
paysagères de
l'Atlas du paysage
de Normandie
(Brunet, 2001
pour la DREAL)

Cartographie des paysages 2022 (Passeurs Paysagistes pour la DREAL)

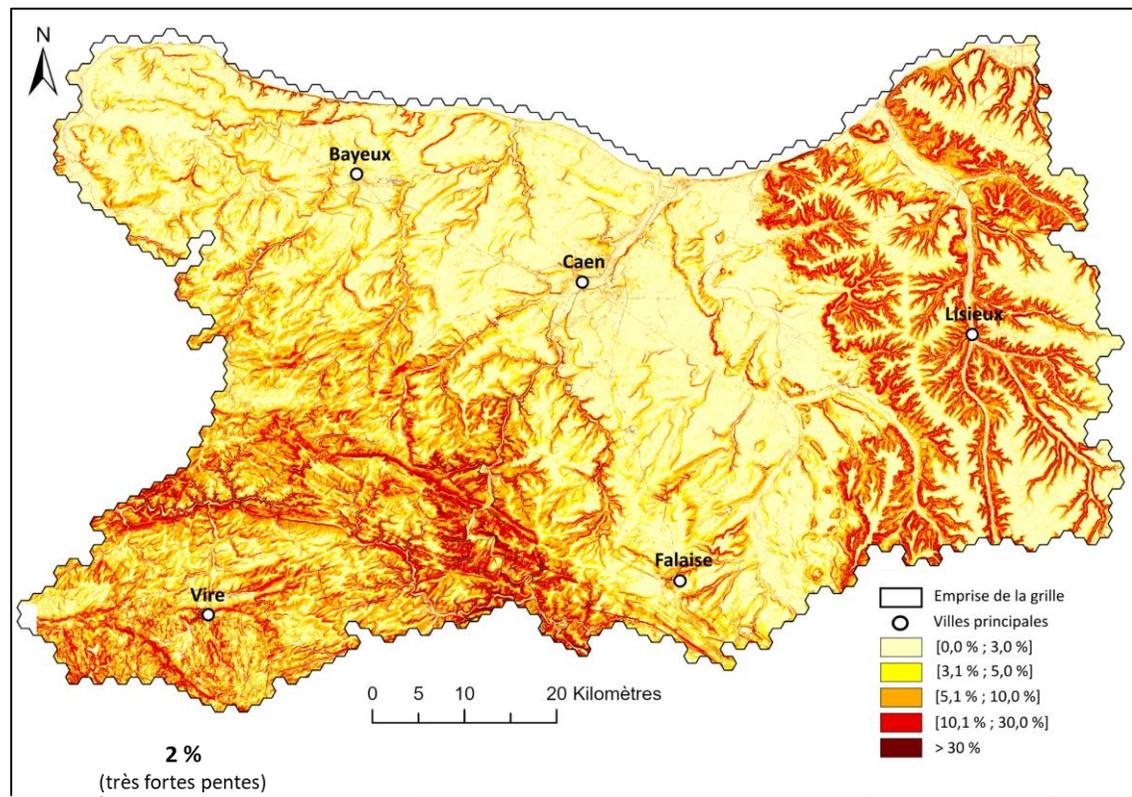




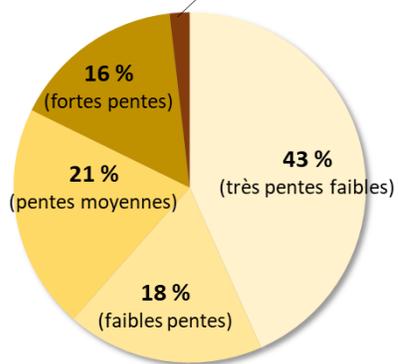
	BV du Bû	BV du Lingèvres	BV de la Martinière	BV de la Petite Seulline	BV du Tortillon	BV de la Vire Amont
Superficie (km ²)	12,8	16,5	10,8	13,5	11,5	8,13
Périmètre (km)	19,1	19,1	15,7	17,6	15	13,8
Indice de Gravelius (Kg)	1,49	1,32	1,34	1,34	1,24	1,36
Linéaire de routes (km)	44,0	65,5	47,4	58,9	39,3	30,5
Densité de routes (km/km ²)	3,44	3,97	4,39	4,36	3,42	3,75
Linéaire de haies (km)	14,6	179	95,7	83,4	66,2	82,2
Densité de haies (km/km ²)	1,14	10,8	8,86	6,18	5,75	10,1
Linéaire du cours d'eau (km)	0,00	15,6	15,0	16,2	13,2	9,78
Densité de cours d'eau (km/km ²)	0,00	0,945	1,39	1,20	1,15	1,20
Proportion des surfaces en prairie (%)	2,94	39,8	69,3	28,0	41,7	42,6
Proportion des surfaces en culture (%)	91,3	51,3	4,25	50,2	46,6	50,5
Proportion des surfaces en bois (%)	2,62	2,03	16,3	11,8	2,48	0,4
Proportion des surfaces habitées (%)	1,67	4,61	6,60	6,29	7,71	5,7
Proportion des surfaces autre (%)	1,43	0,628	0,538	1,40	0,398	0,0377
Proportion des surfaces autre jardin (%)	0,238	0,714	0,462	1,55	0,416	0,6784
Proportion des surfaces plan d'eau (%)	0	0,0185	0,0849	0,122	0,0265	0
Proportion des surfaces verger (%)	0,0318	0,868	2,74	0,802	0,681	0



Pentes

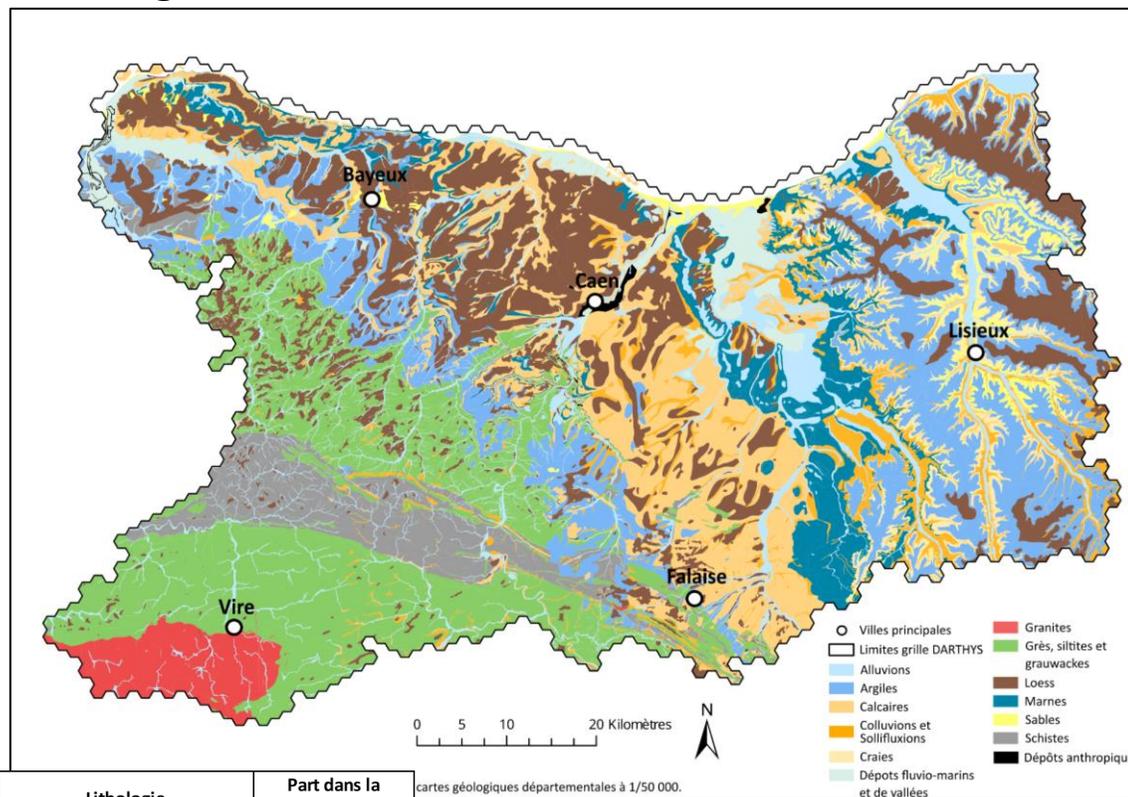


2 %
(très fortes pentes)



*Mosaïque raster, remplissage,
calcul des pentes, reclassification
et vectorisation.*

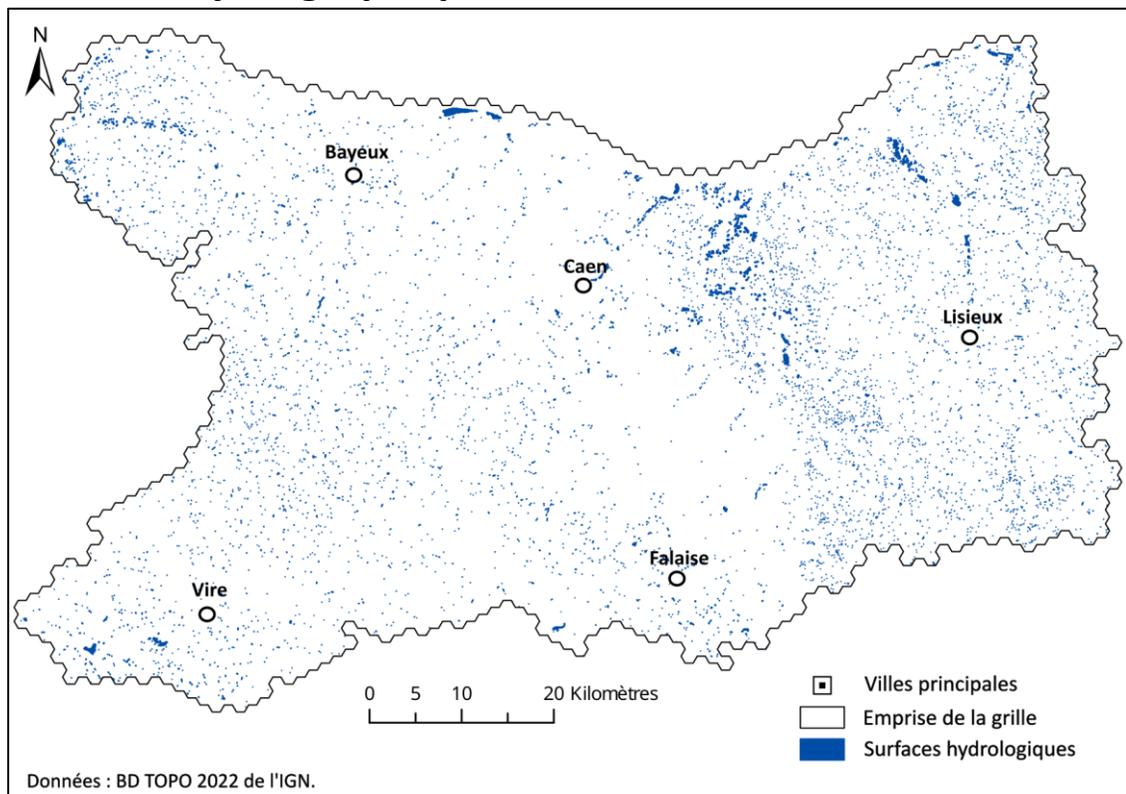
Lithologie



Lithologie	Part dans la surface totale (%)
Grès	18,5%
Loess	18,5%
Argiles	15,6%
Calcaires	12,6%
Alluvions	7,9%
Marnes	5,8%
Schistes	5,7%
Colluvions et sollifluxions	5,2%
Craies	2,8%
Granites	2,7%
DFMV	2,4%
Sables	2,1%
Dépôts anthropiques	0,2%

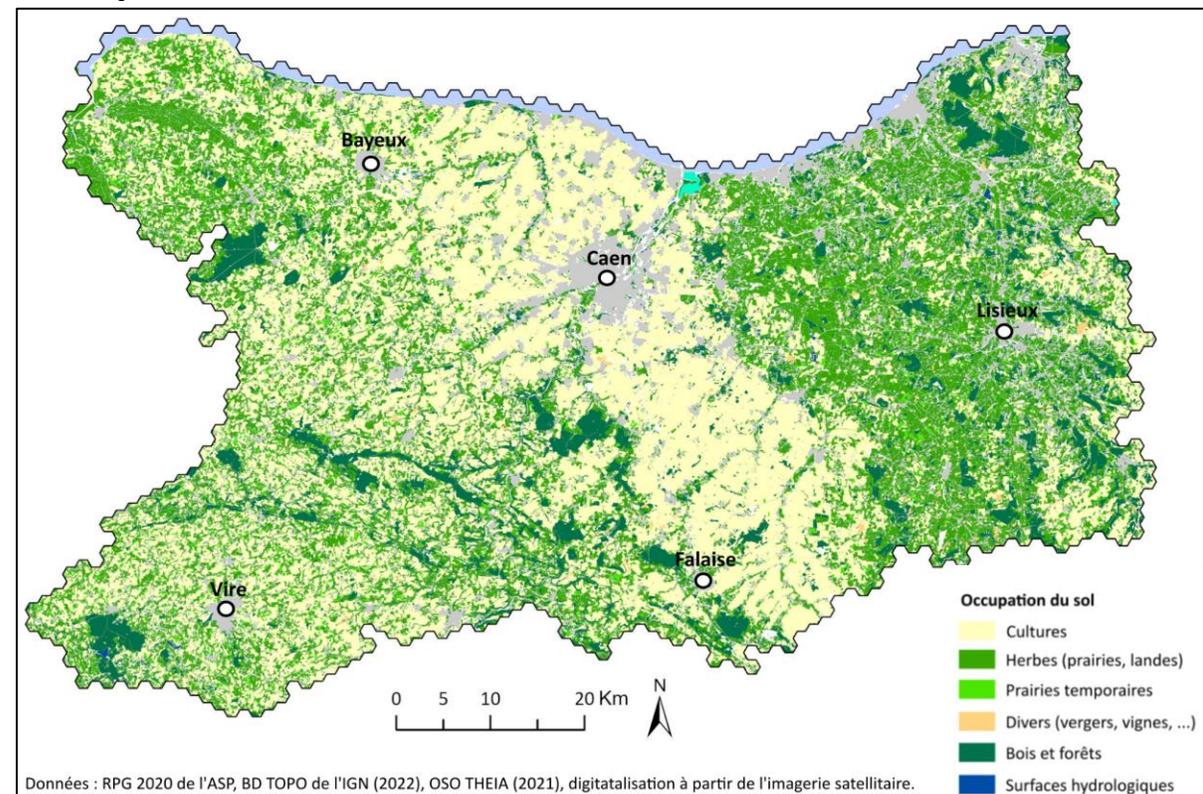
*Simplification de la
lithologie en 13 classes*

Surfaces hydrographiques



39 147 km² de surfaces hydrographiques
(seulement 1 % de la surface totale du département)

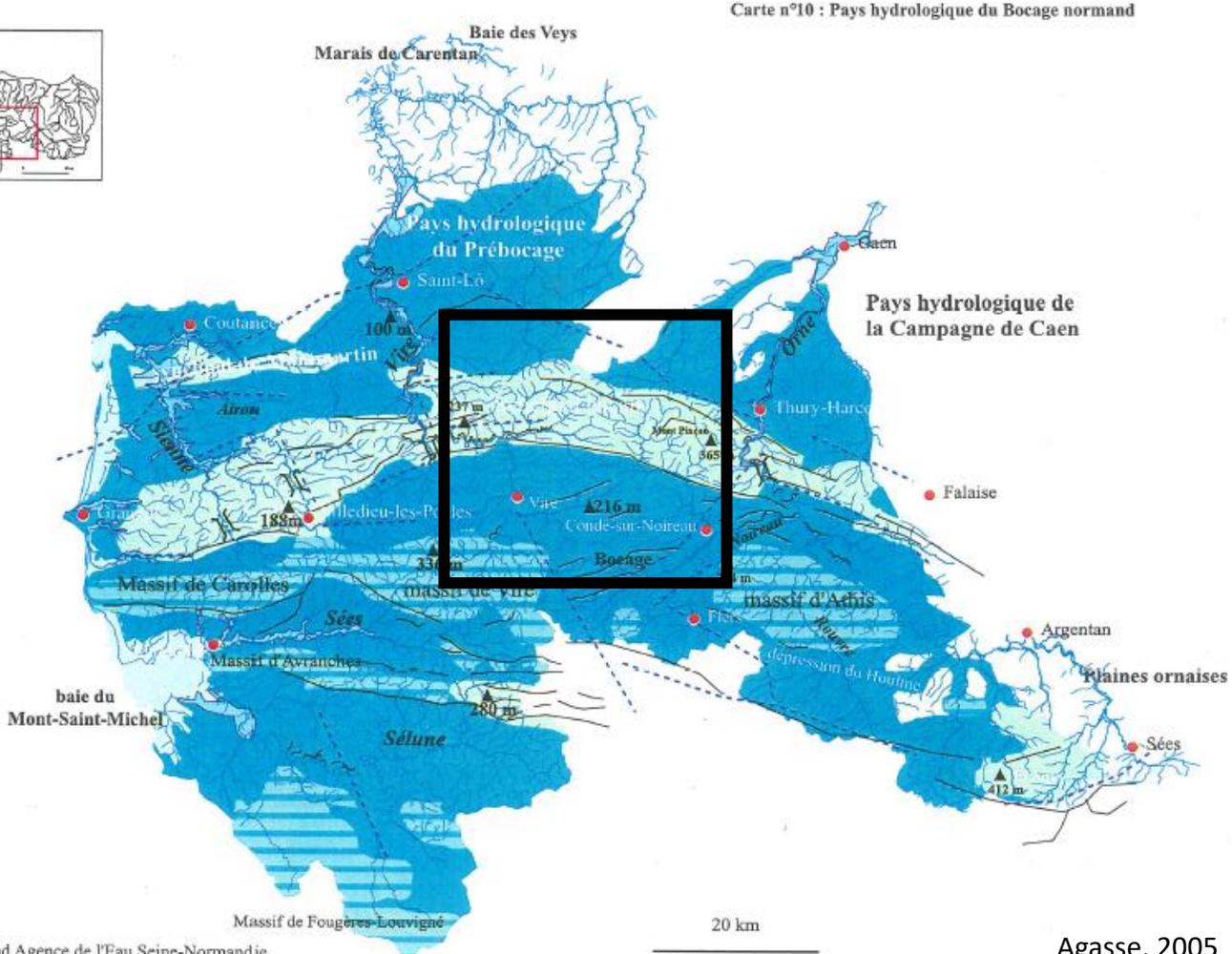
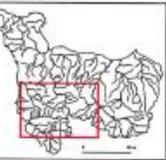
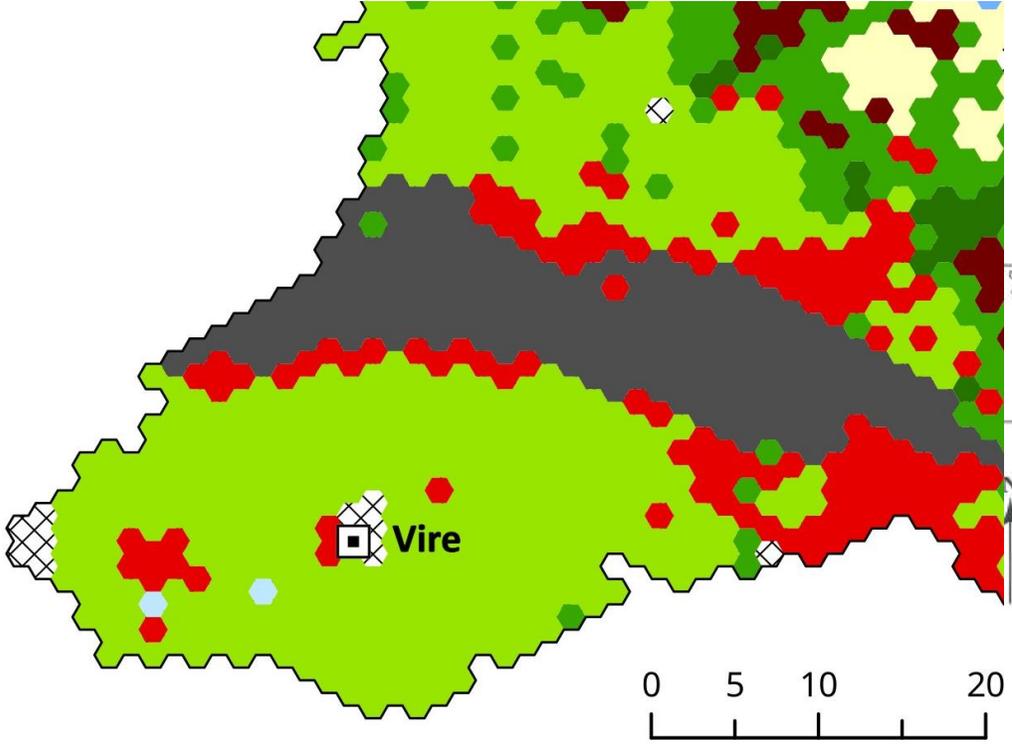
Occupation du sol



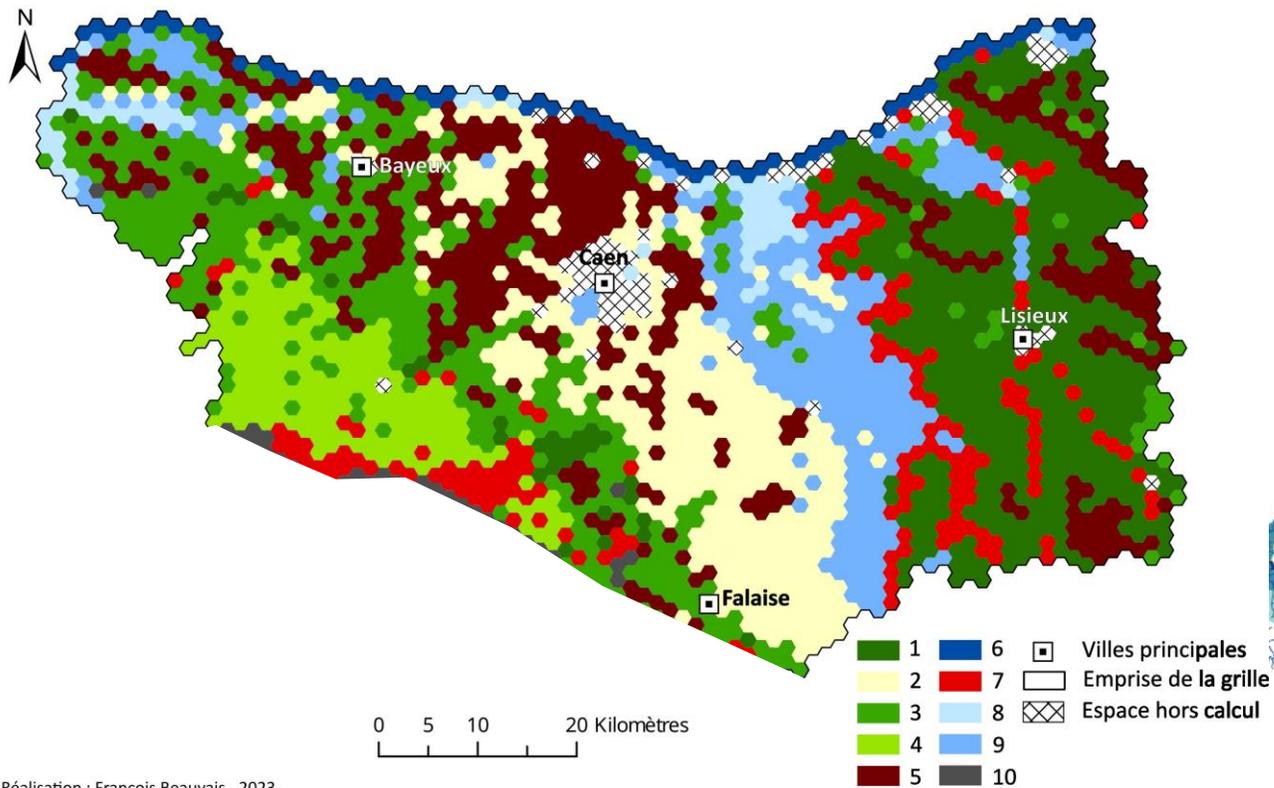
Occupation du sol	Part dans la surface totale (%)
Cultures	40%
Herbe	36%
Bois et forêts	12%
Tâche urbaine	10%
Autres surfaces agricoles	1%
Surfaces hydrographiques	1%

Typologie du RPG et complément avec les données OCS Theia, méthode de l'érosion et dilatation de la couche bâti de la BD Topo, ...

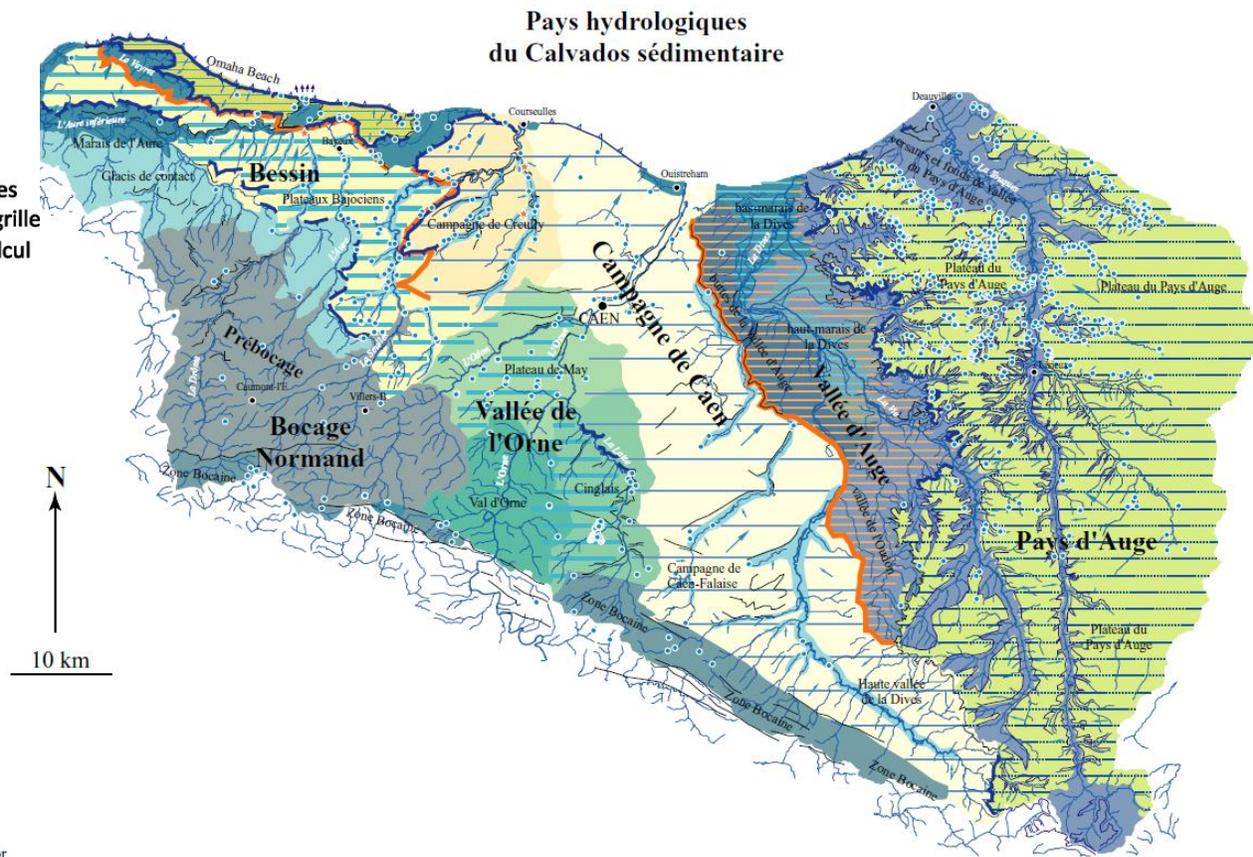
Comparaison avec les pays hydrologiques de JMC et E.Agasse



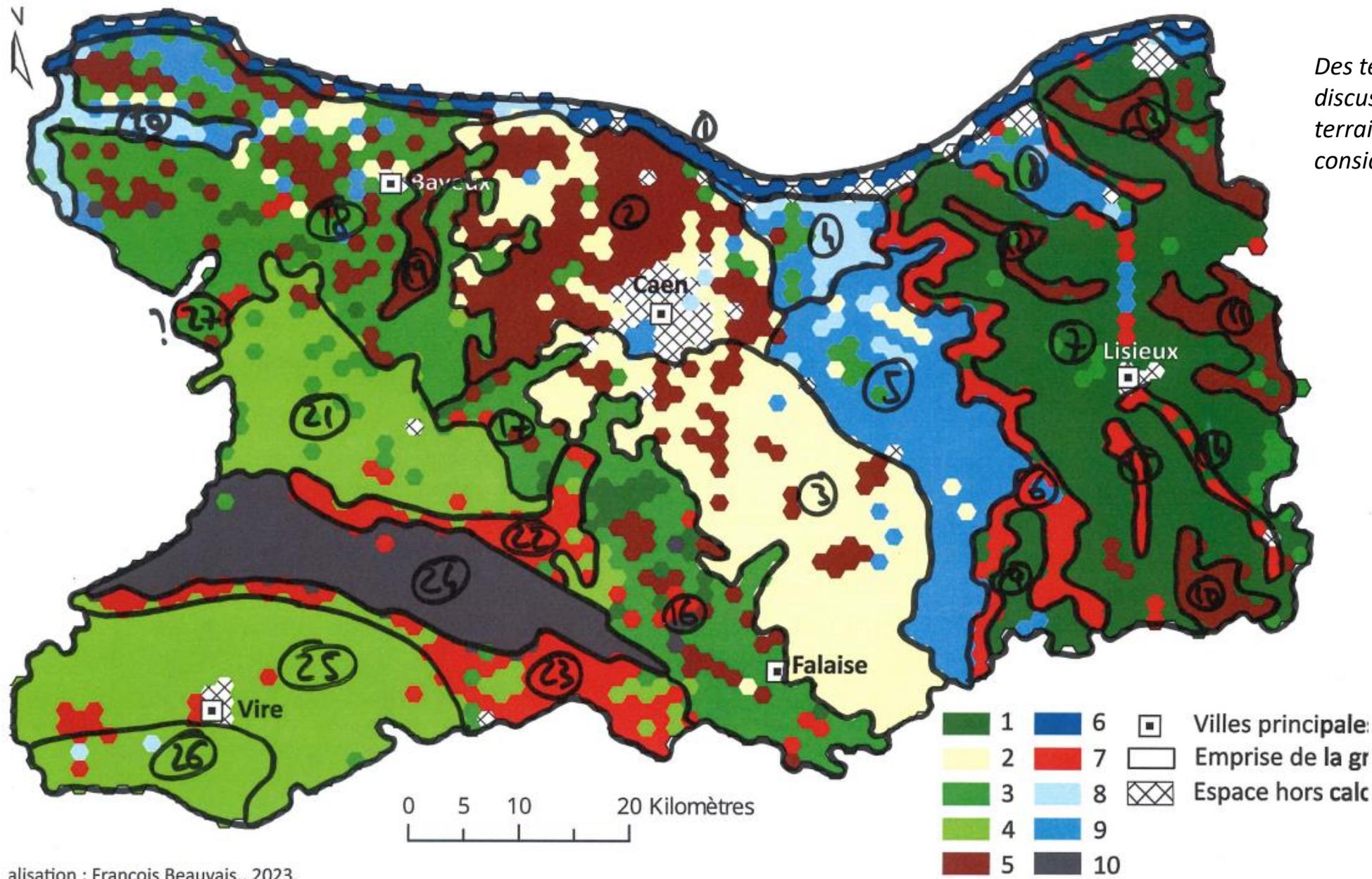
Source : Fond Agence de l'Eau Seine-Normandie



Réalisation : François Beauvais., 2023.
 Données : BD TOPO (2022), MNT 5 m (2022) de l'IGN ; BD HARM GEOL (2005) du BRGM ; RPG (2020) de l'ASP ; CES OSO THEIA (2021) du CESBIO.
 Traitements statistiques : Analyse factorielle multiple, K-means et classification ascendante hiérarchique.



Des terroirs hydro-paysagers en discussions : approche experte de terrain et effets de voisinages à considérer



Elaboration : François Beauvais., 2023.

Données : BD TOPO (2022), MNT 5 m (2022) de l'IGN ; BD HARM GEOL (2005) du BRGM ; RPG (2020) de l'ASP ; CES OSO THEIA (2021) du CESBIO.

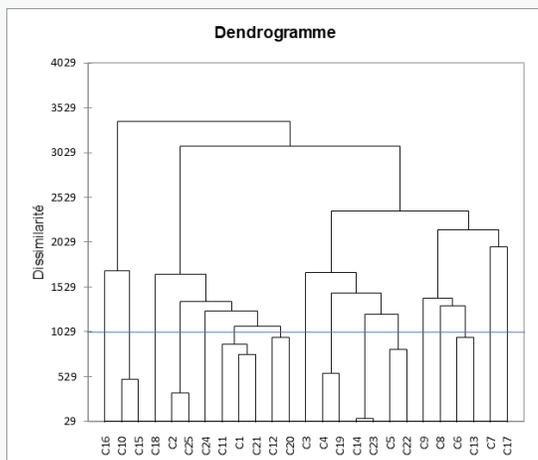
Méthodes : Méthodes statistiques : Analyse factorielle multiple, K-means et classification ascendante hiérarchique.

Ordre d'affichage

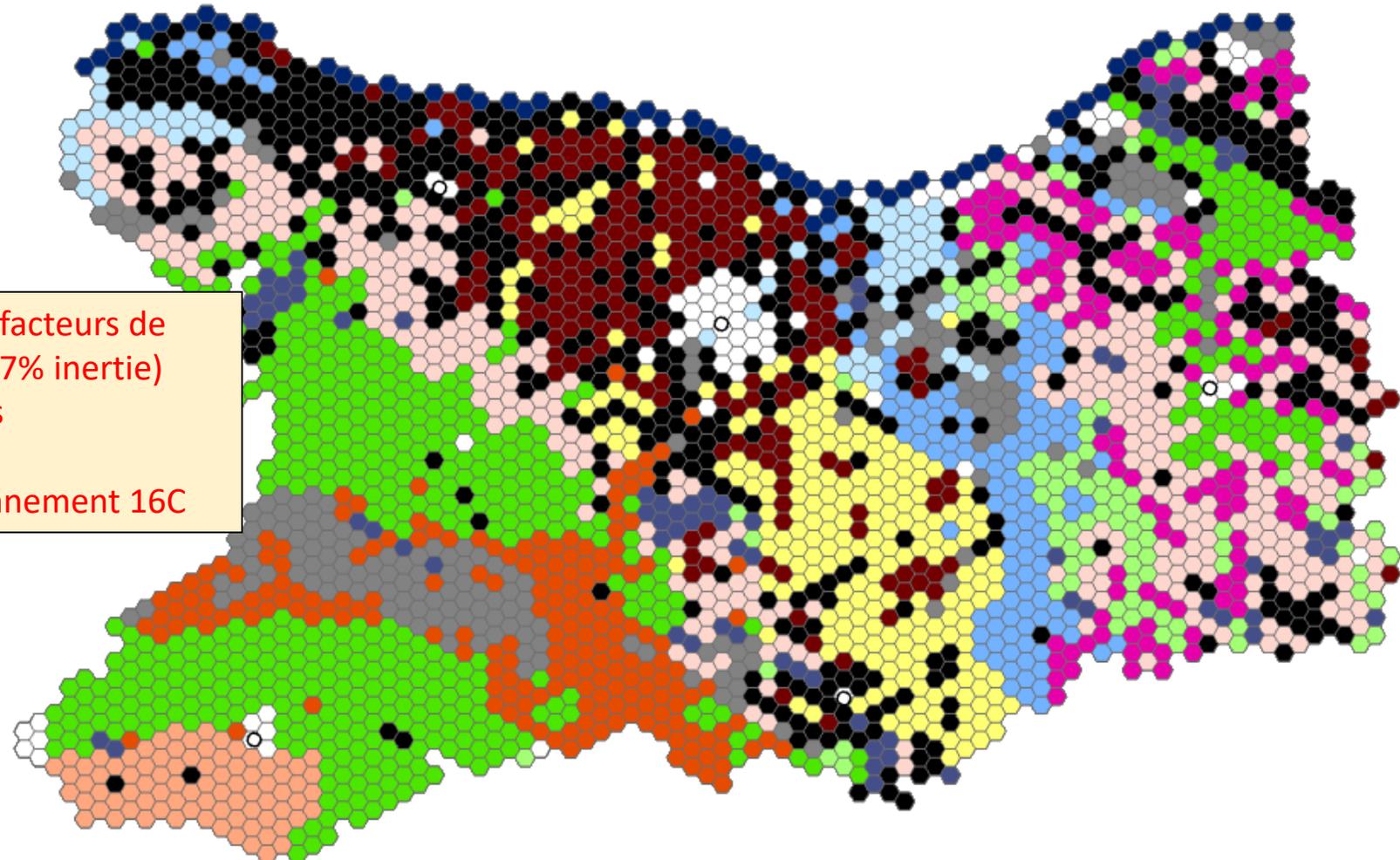
Data_V4_AFM21F_KmeansDetW25C_CAH16C

Classe

- <Null>
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16

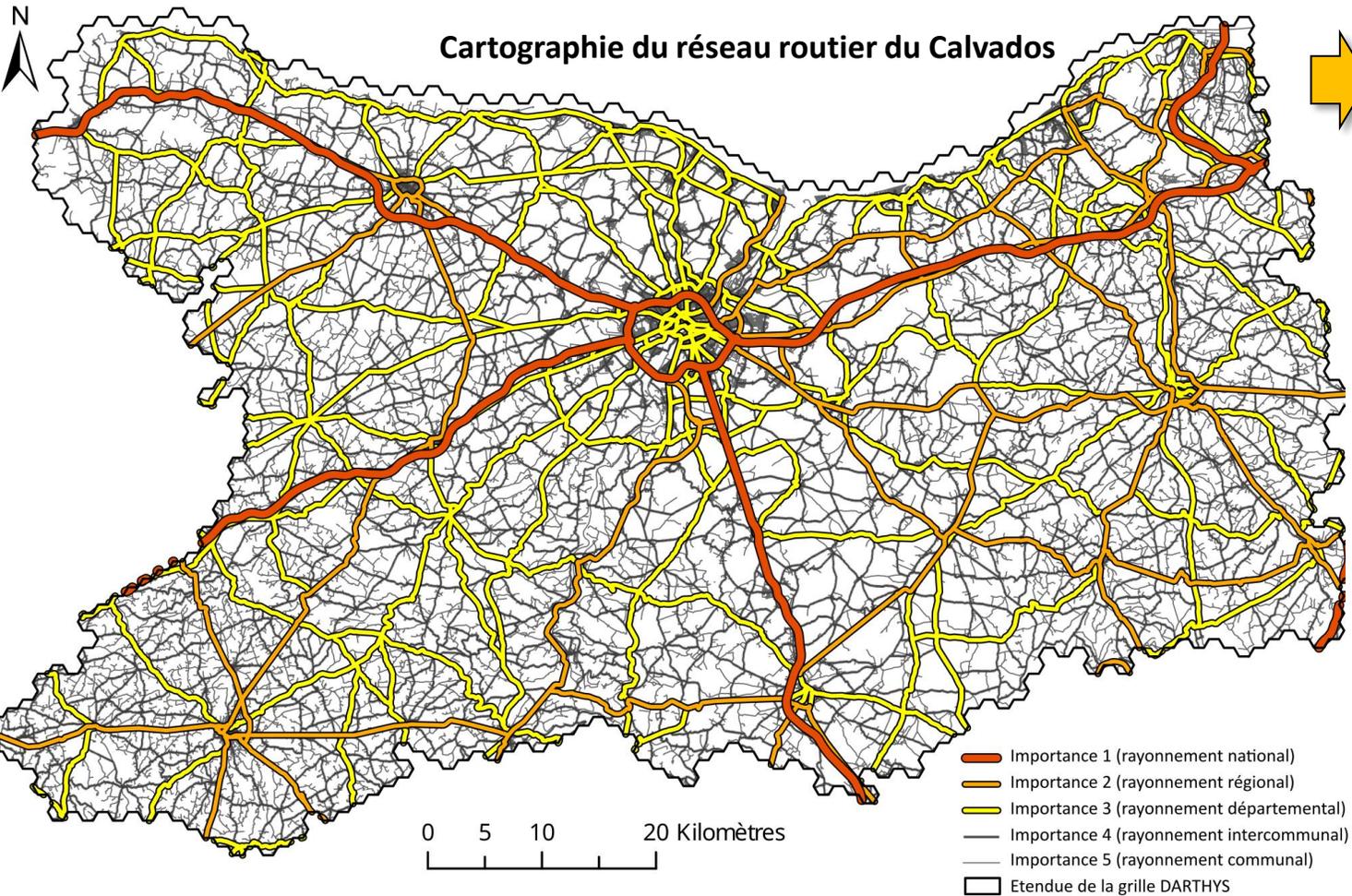


Avec 21 facteurs de L'AFM (97% inertie)
K-means
CAH
Partitionnement 16C

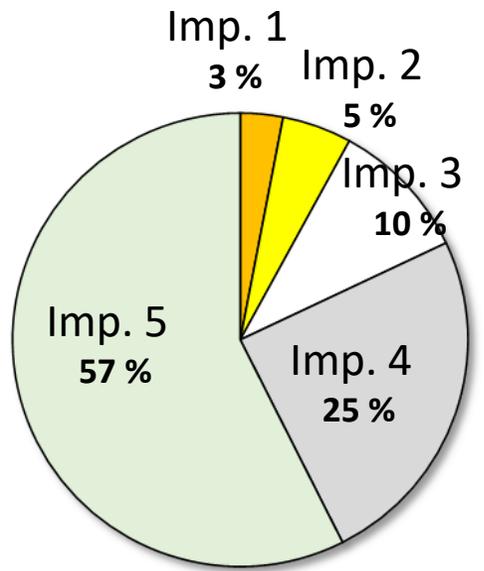


Classe	0-3%	3-5%	5-7%	7-10%	>10%	FORET	HAIES	CULTURES	HERBE	AUTRE SAU	TU	ALLUV	LOESS	COLLSOL	DFMV	ARG	MARNES	CALC	CRAIES	GRES	SCHISTES	GRANITES	SABLES	DA	MER	CE	SURF HYDRO	RR_EFF	
1	0,42	0,92	-0,14	-0,64	-0,29	-0,49	-0,16	0,37	-0,45	2,65	2,85	0,39	0,38	-0,23	-0,14	-0,34	0,01	1,41	-0,43	-0,19	-0,3	-0,27	-0,36	-0,2	-0,26	-0,32	-0,3	-0,96	
2	-0,5	-1,98	-1,57	-0,99	0,05	-0,65	-2,1	-1,17	-1,75	-1,32	0,31	-0,85	-0,57	-0,51	0,06	-0,66	-0,25	-0,35	-0,4	-0,53	-0,44	-0,27	0,52	0,12	3,99	-0,6	-0,23	-0,81	
3	-1,18	-0,99	0,87	1,82	0,42	0,26	0,9	-1,1	0,91	-0,47	1,72	0,38	-0,59	-0,25	-0,33	0,88	-0,4	-0,02	0,98	-0,53	-0,42	-0,27	3,85	-0,31	-0,28	0,04	-0,38	0,32	
4	-1,49	-1,19	0,84	1,78	3,71	0,77	-0,05	-0,12	-0,1	-0,65	-0,72	0,18	-0,62	-0,3	-0,33	-0,71	-0,44	-0,54	-0,47	2,03	1,79	-0,27	-0,45	-0,3	-0,28	-0,08	-0,43	1,23	
5	2	-1,77	-1,49	-1,05	-0,59	-0,52	-0,49	-0,87	1,71	-0,7	-0,61	-0,17	-0,55	-0,42	3,97	-0,63	-0,28	-0,17	-0,47	-0,53	-0,37	-0,27	-0,33	3,97	-0,22	-0,22	3,8	3,78	-0,78
6	-0,15	0,31	0,76	-0,17	-0,12	-0,36	0,6	0,01	0,54	-0,51	-0,33	3,39	-0,5	-0,37	-0,24	-0,68	-0,22	-0,37	-0,45	-0,37	3,42	-0,27	-0,4	-0,25	-0,25	0,48	0,41	0,57	
7	-1	-0,81	0,43	1,69	0,8	0,33	0,89	-1,08	1	0,97	0,93	-0,58	-0,46	0,49	-0,33	1,09	-0,05	-0,46	3,73	-0,53	-0,44	-0,27	0,3	-0,31	-0,27	-0,24	-0,34	0,23	
8	-0,52	-0,12	0,62	0,73	-0,21	-0,17	0,69	-0,7	1,15	1,97	0,11	0,82	-0,55	3,86	-0,3	-0,1	0,29	-0,41	0,06	-0,46	-0,34	-0,27	-0,15	-0,3	-0,25	0	-0,35	0	
9	-0,79	1,7	1,54	-0,19	-0,37	-0,58	0,71	0,88	-0,21	-0,44	-0,49	-0,14	-0,28	-0,49	-0,33	-0,64	-0,44	-0,58	-0,47	3,14	-0,4	-0,26	-0,45	-0,31	-0,28	-0,14	-0,45	1,4	
10	0,17	0,91	-0,09	-0,25	-0,35	-0,08	0,91	-0,03	0,42	0,19	-0,23	-0,59	-0,2	-0,33	-0,3	2,9	-0,39	-0,35	0,1	-0,37	-0,31	-0,27	-0,28	-0,29	-0,28	-0,42	-0,44	0,4	
11	1,31	0,27	-1,18	-1,03	-0,6	-0,62	0,93	0,35	0,26	0,2	0,02	-0,56	2,5	-0,45	-0,28	-0,02	-0,31	-0,43	-0,36	-0,45	-0,36	-0,23	-0,29	-0,31	-0,23	-0,56	0,75	-0,06	
12	-1,2	0,31	1,71	0,88	-0,29	0,2	0,83	-0,08	0,16	-0,7	-0,57	-0,62	-0,68	-0,63	-0,33	-0,77	-0,44	-0,6	-0,47	-0,18	-0,44	3,99	-0,45	-0,31	-0,28	0,07	-0,15	2,22	
13	1,62	0,03	-1,46	-1,19	-0,63	-0,7	-1,33	2,18	-1,59	-0,36	-0,24	-0,92	2,75	-0,33	-0,25	-0,54	-0,31	0,19	-0,47	-0,52	-0,44	-0,27	-0,45	-0,29	-0,26	-0,79	-0,52	-1,23	
14	0,37	0,56	-0,16	-0,33	-0,58	-0,48	0,74	0,04	0,71	0,5	-0,33	0,69	-0,55	-0,08	-0,25	-0,71	3,92	-0,33	-0,33	-0,53	-0,44	-0,27	-0,34	-0,31	-0,28	-0,13	-0,41	-1,39	
15	1,05	1,01	-0,9	-1,06	-0,64	-0,56	-1,54	2,29	-1,67	-0,62	-0,89	-0,71	-0,05	0,09	-0,31	-0,64	-0,3	3,55	-0,47	-0,5	-0,44	-0,27	-0,45	-0,3	-0,28	-0,71	-0,53	-1,48	
16	-0,12	0,85	0,22	0	-0,31	3,65	-1,52	-0,97	-1,11	-0,7	-1,53	-0,7	-0,04	-0,33	1,57	-0,41	-0,53	-0,08	0,54	-0,08	-0,24	-0,27	-0,31	-0,28	-0,38	-0,42	0,34		

□ Espaces laboratoires : département du Calvados



17 233 km de routes sur l'ensemble du département



Réalisation : François Beauvais., 2023 (données BD TOPO 2022 de l'IGN)



Développement de sondes hauteur d'eau et MES ...

30 sondes

Plusieurs séries de tests dans les fossés couplés à des relevés issus de pièges photographiques

Des mesures en amont et en aval des points de contacts entre les fossés et les cours d'eau

... résultats à suivre !



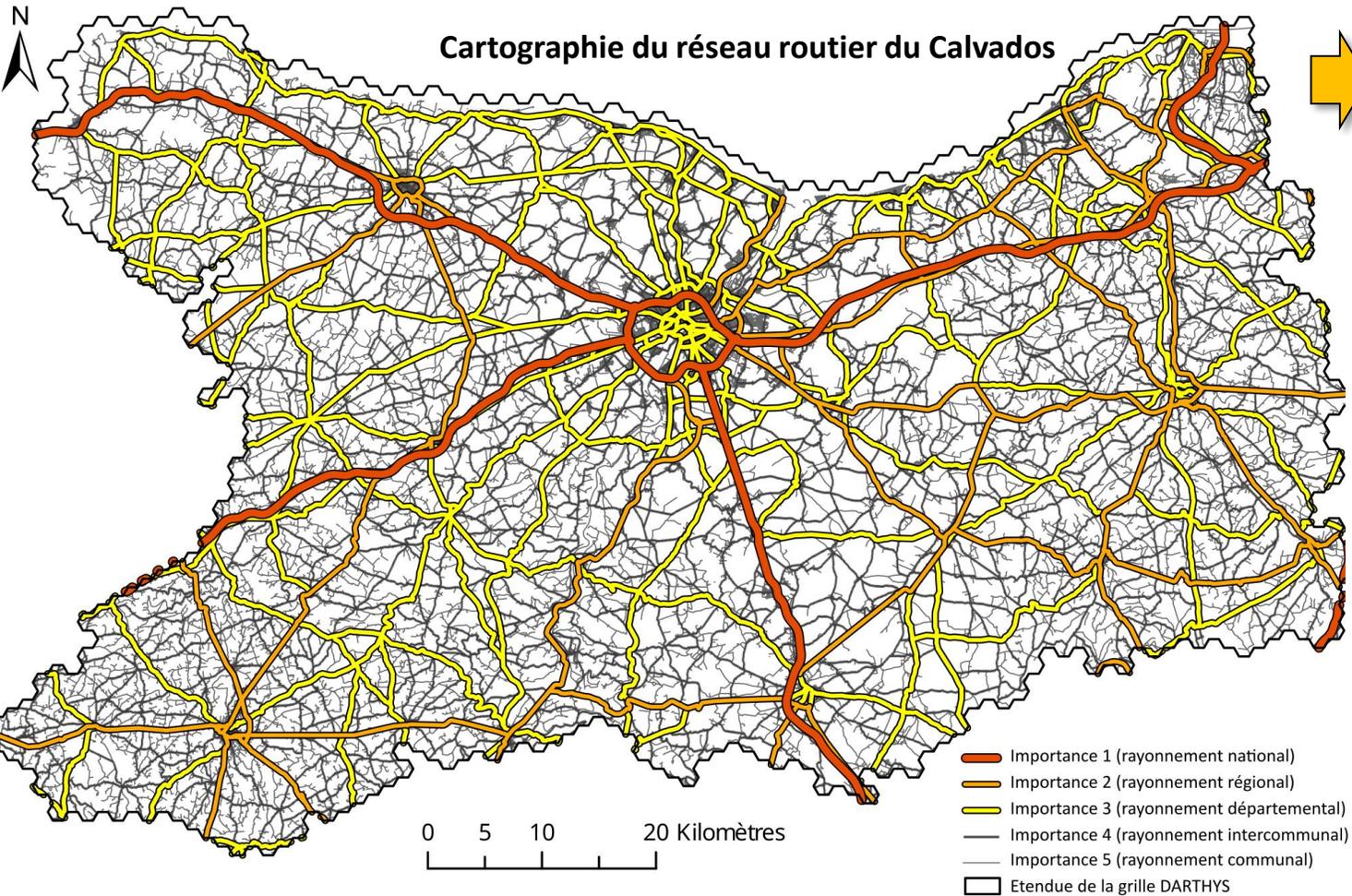
Sondes pressions et MES aux exutoires des BV

Les bords de route : zones de transfert, de dépôts, de remobilisation des sédiments... ?

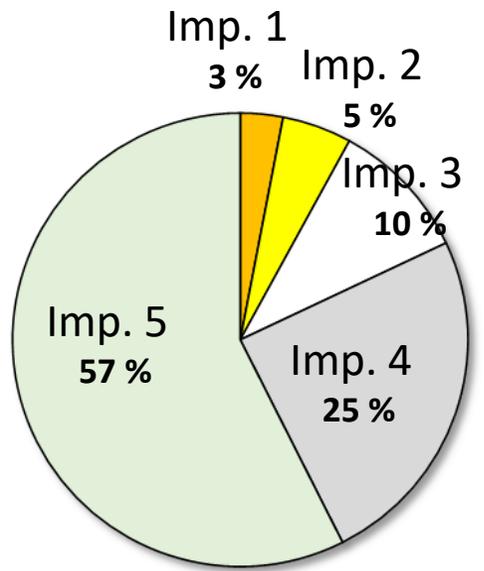
Quelle contribution dans le bilan à l'exutoire ?

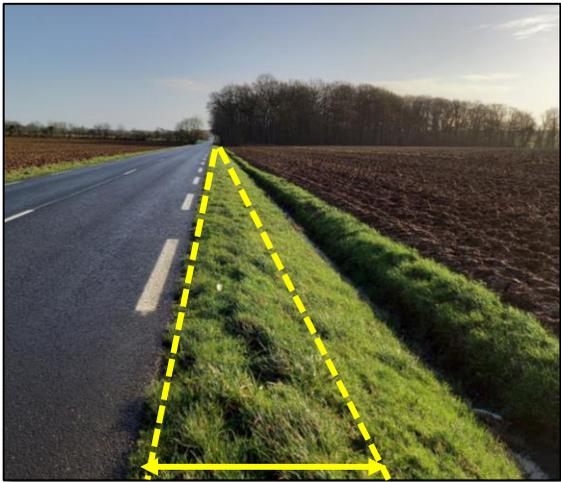
... à suivre

□ Espaces laboratoires : département du Calvados



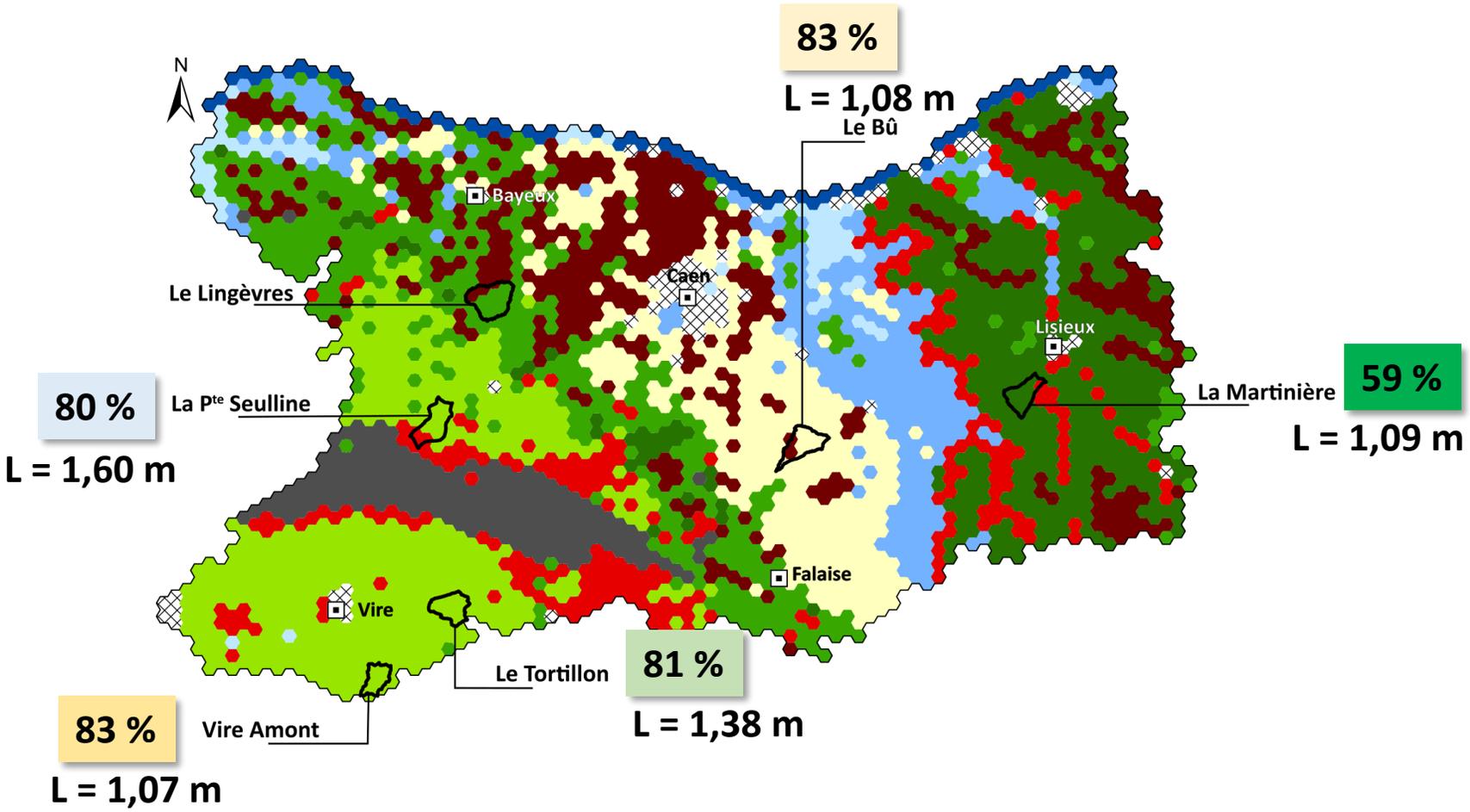
17 233 km de routes sur l'ensemble du département





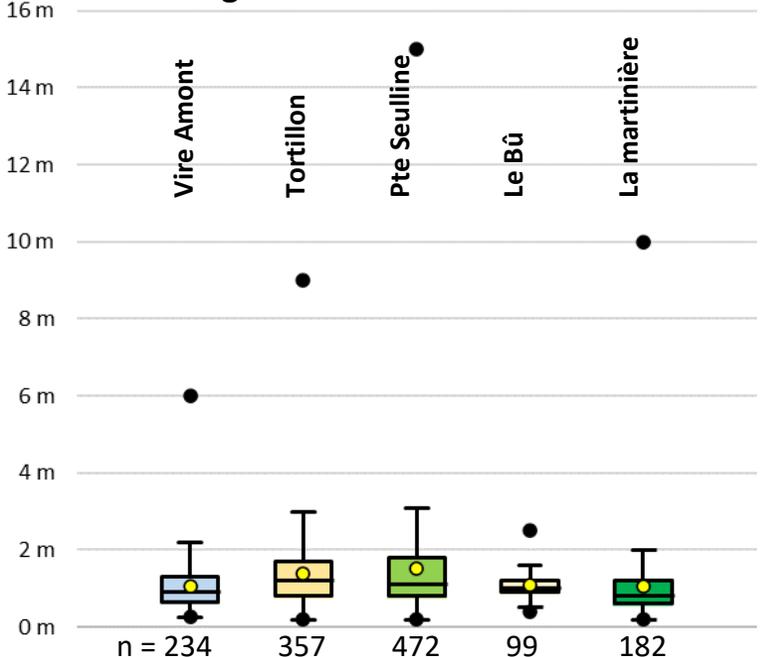
Photographie : Beauvais., 2022

La bande enherbée, une entité présente en bord de route



Nb : La valeur en % exprime la part de route avec une BA dans le km total de BDR du BV.

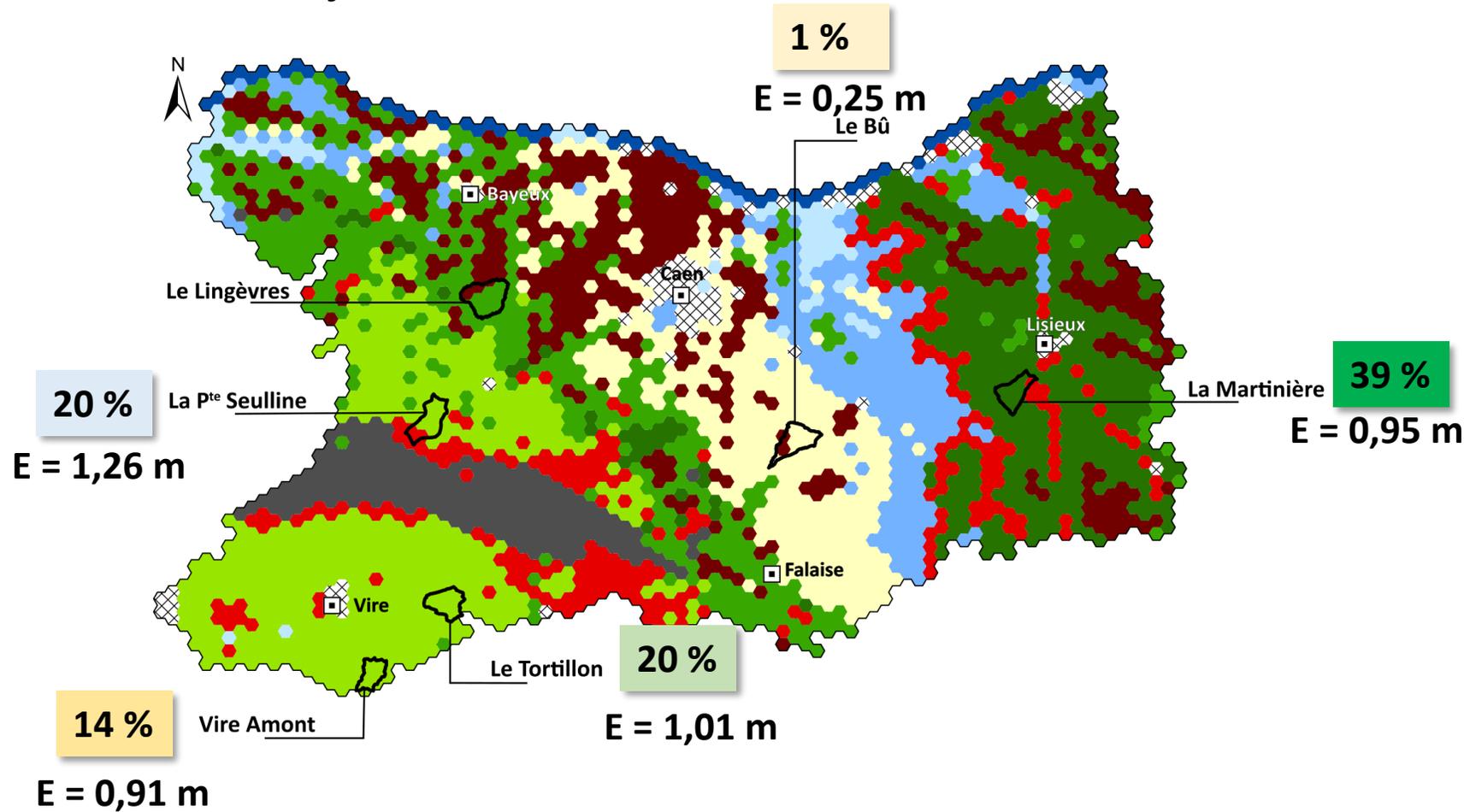
Largeur de la bande enherbée



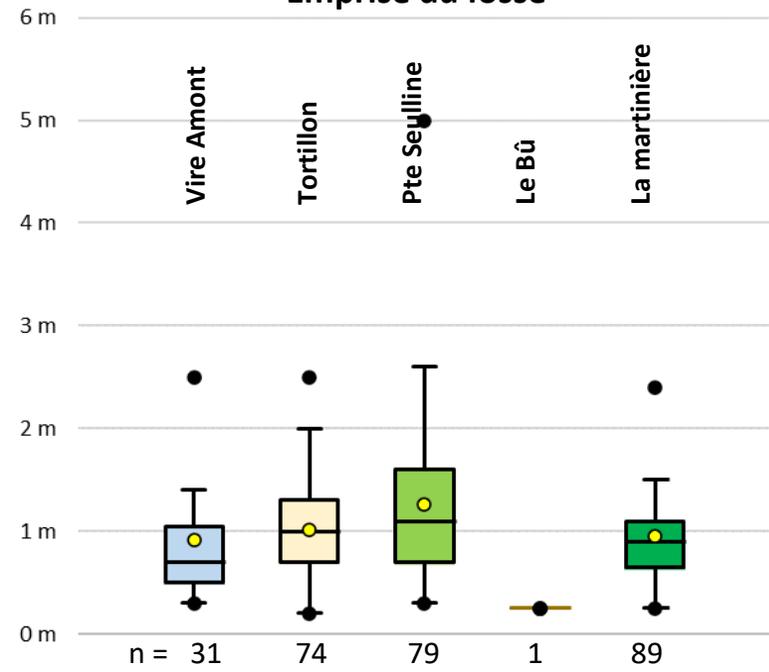


Photographie : Beauvais., 2022

Le fossé, révélateur des pluies et du caractères peu drainant des routes et roches sous-jacentes



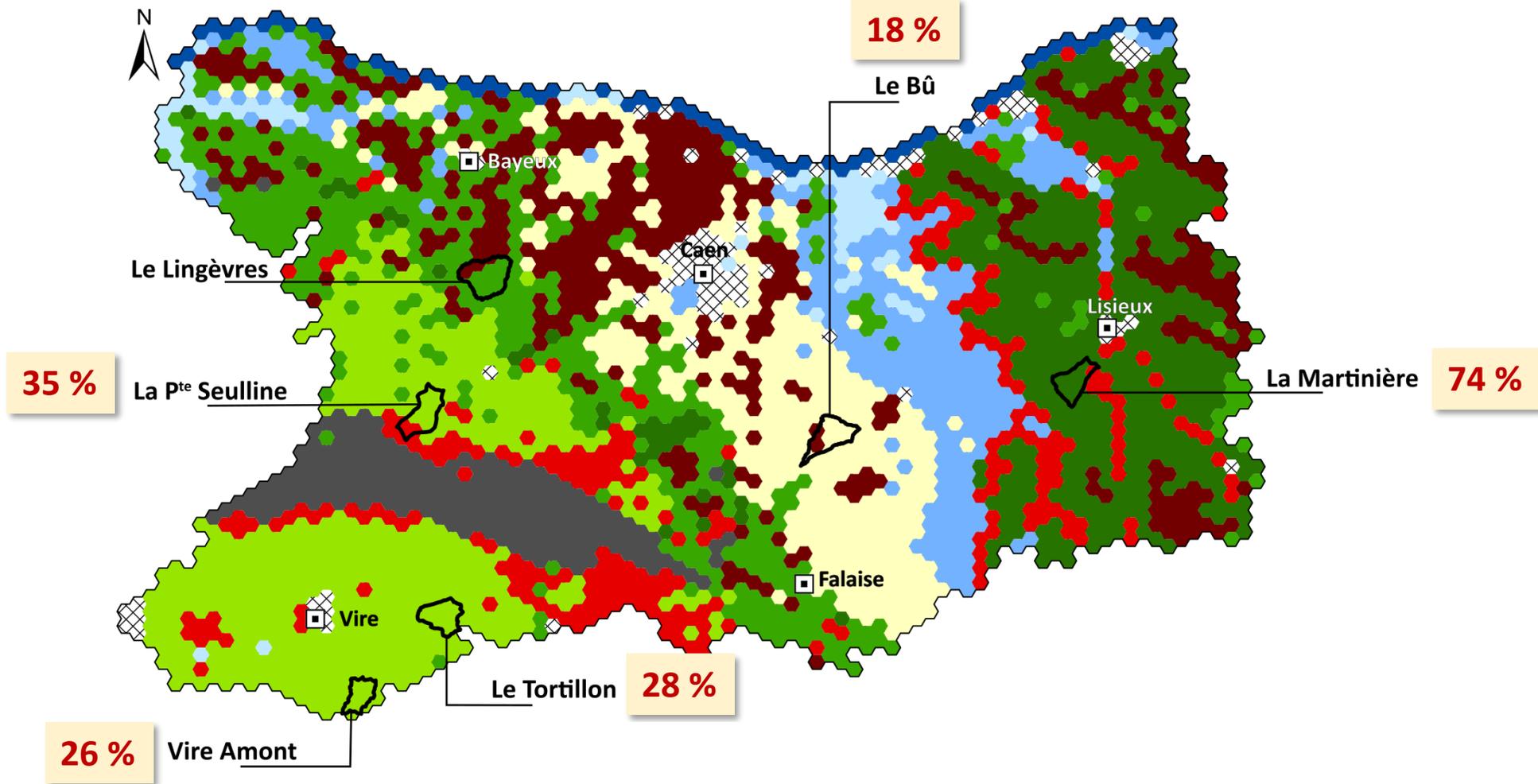
Emprise du fossé



Nb : La valeur en % exprime la part de route avec un fossé dans le km total de BDR du BV.



Haie, un marqueur des mutations paysagères en cours ?



*Sud-Ouest du département :
quelle évolution
du linéaire de
haies en BDR ?*