

COMITÉ TECHNIQUE - SAGE BAIE DE LANNION

Acquisition des connaissances nécessaires à une évaluation besoin/ressources en eau sur le périmètre du SAGE Baie de Lannion



CONTENU DE LA COMMANDE

- Une tranche ferme – état actuel
 - Amélioration de la connaissance du fonctionnement actuel de la ressource en eau : Bilan hydrologique, bilan hydrogéologique, état des prélèvements sur 10 années, état des restitutions sur 10 années, analyse de l'évaporation, gestion de la ressource en eau potable
 - Échelle de chaque masse d'eau
- Une tranche conditionnelle
 - Approche bibliographique à partir des données existantes : estimation des tendances de tarissement du débit sur les eaux superficielles et souterraines
 - Définition des débits optimaux assurant le maintien de la biodiversité aquatique au cours des différentes saisons

CALENDRIER

ETAPES	juin-21	juil-21	août-21	sept-21	oct-21	nov-21	déc-21	janv-22	févr-22	mars-22	avr-22	mai-22	juin-22	juil-22	août-22	sept-22
Phase 1A : Poser les caractéristiques et les grands enjeux du territoire																
Quelles sont les grandes caractéristiques du territoire ?																
Contextualisation démographique et économique																
Contextualisation climatique																
Caractéristiques des masses d'eau																
Quels sont les grands enjeux exprimés par les acteurs du territoire ?																
Préparatio des questionnaires, envoie et organisation des rdv																
Rendez-vous																
Synthèse																
COTECH																
COFIL																
Phase 1B : Mieux connaître l'hydrologie et l'hydrogéologie du territoire																
Disponibilité en eau																
Fonctionnement hydrologique des eaux superficielles																
Fonctionnement hydrogéologique des eaux souterraines																
Volumes d'eau prélevés et restitués																
Analyse des prélèvements directs de surface et souterrains																
<i>Estimation des prélèvements non déclarés</i>																
Analyse des prélèvements diffus																
Coefficient d'impact des prélèvements																
Indicateur de la pression de prélèvement à l'échelle de la masse d'eau																
Analyse des restitutions d'eau																
Analyse des transferts interbassins																
Analyse des aménagements influençant indirectement l'hydrologie																
Gestion de la ressource																
Mise en évidence des interconnexions réseaux deau potable et d'eaux pluviales																
Analyse de la gestion de le production et distribution																
Recueil des solutions d'économies d'eau																
Bilan hydrologique																
Synthèse des prélèvements, restitutions et transferts dans une base de données																
Schéma -bilan hydrologique pour chaque masse d'eau																
1er définition des secteurs (unités d'eau) en tension																
COTECH																
COFIL																

CALENDRIER

ETAPES	juin-21	juil-21	août-21	sept-21	oct-21	nov-21	déc-21	janv-22	févr-22	mars-22	avr-22	mai-22	juin-22	juil-22	août-22	sept-22
Phase 2 : Analyse des enjeux actuels et futurs et détermination des éventuels secteurs en tension																
Analyse des effets du changement climatique																
Analyse bibliographique pour définir tendance sur pluviométrie																
simulation des débits influencés avec les chroniques de pluies modifiées (1 scénario)																
Reconstitution du débit naturel																
construction du modélisation hydrologique et fonctions de transfert																
calage du modèle																
redéfinition des débits caractéristiques non influencés																
Analyse des besoins nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques																
Etat des lieux bibliographique des écosystèmes aquatiques																
Choix des espèces cibles																
détermination des débits optimaux assurant le bon état écologique																
L'utilisation actuelle de la ressource est-elle compatible avec les besoins des milieux?																
Identification des secteurs en tension actuels et futurs																
Mise à jour des fiches unités d'eau																
COTECH																
COFIL																

OBJECTIFS DU COTECH

- Validation de la méthodologie des deux premières étapes :
 1. Poser les caractéristiques et les grands enjeux du territoire
 2. Disponibilité en eau et répartition spatiale et temporelle de la ressource en eau
Validation de la méthodologie pour la régionalisation des débits – bassins versants non jaugés
 3. Bilan des données disponibles et données à collecter pour la réalisation des prochaines étapes

SOMMAIRE

1. Poser les caractéristiques et les grands enjeux du territoire

- Contexte démographique et économique
- Contexte climatique
- Les grands enjeux du territoire (entretiens, calendrier de travail, avant le copil du 09/09 – trame en juillet)
- Caractérisation des masses d'eau

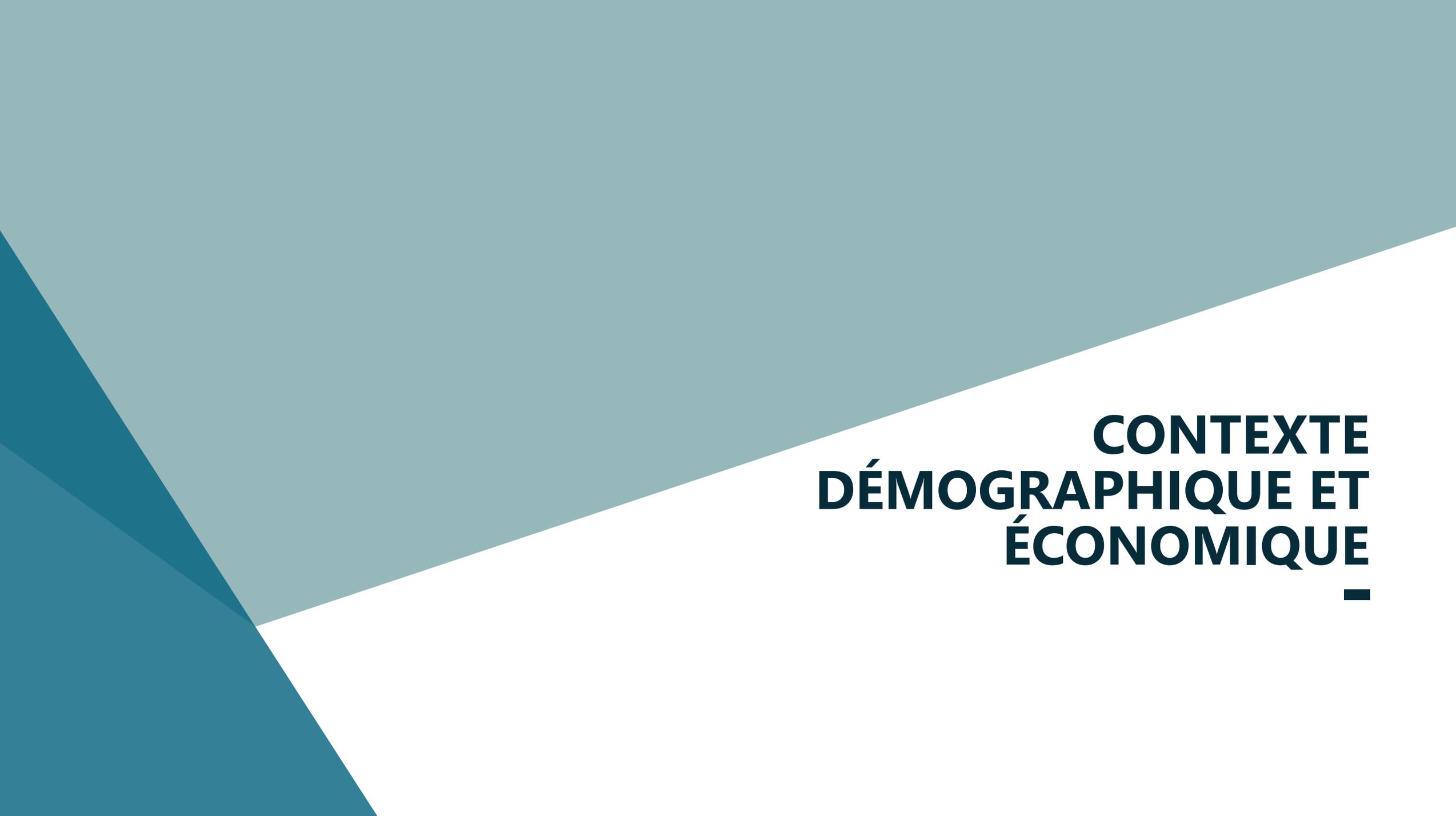
2. Mieux connaître l'hydrologie et l'hydrogéologie du territoire

- Hydrologie
- Hydrogéologie
- Méthodologie pour estimer les débits dans les bassins versants non jaugés

3. Collecte de données

1. POSER LES CARACTÉRISTIQUES ET LES GRANDS ENJEUX DU TERRITOIRE

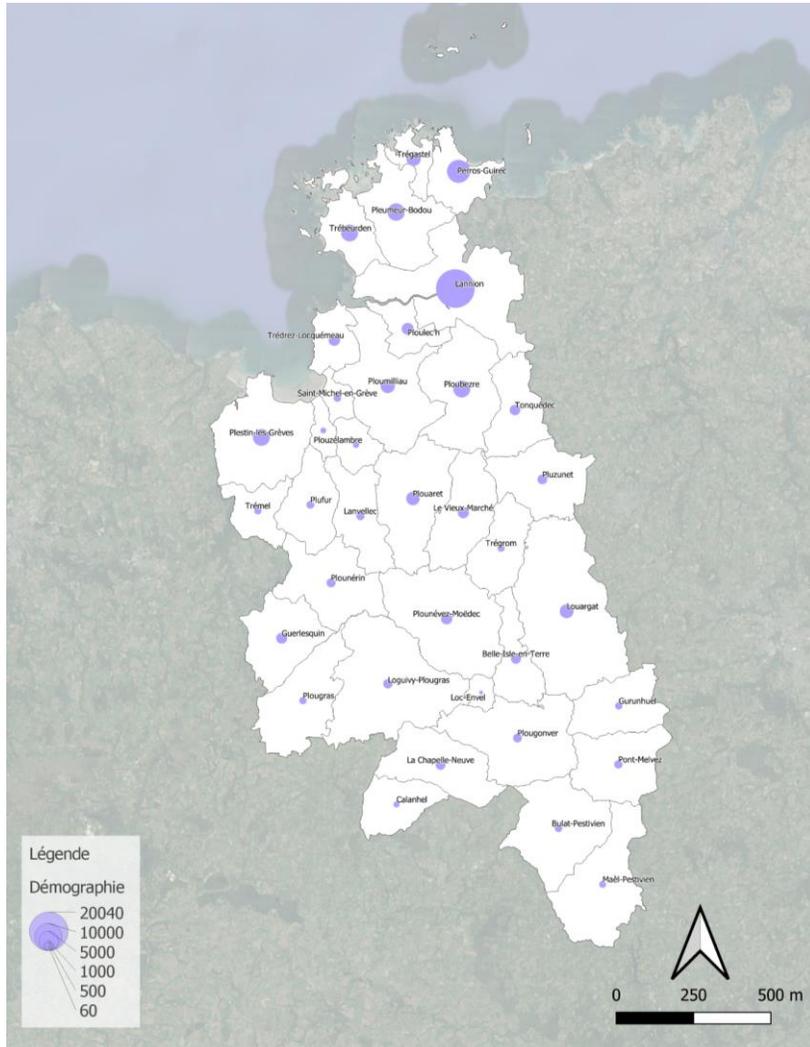
—

The background consists of a light teal color on the top and right, and a white color on the bottom and left. A dark teal geometric shape is on the left side, overlapping the white area.

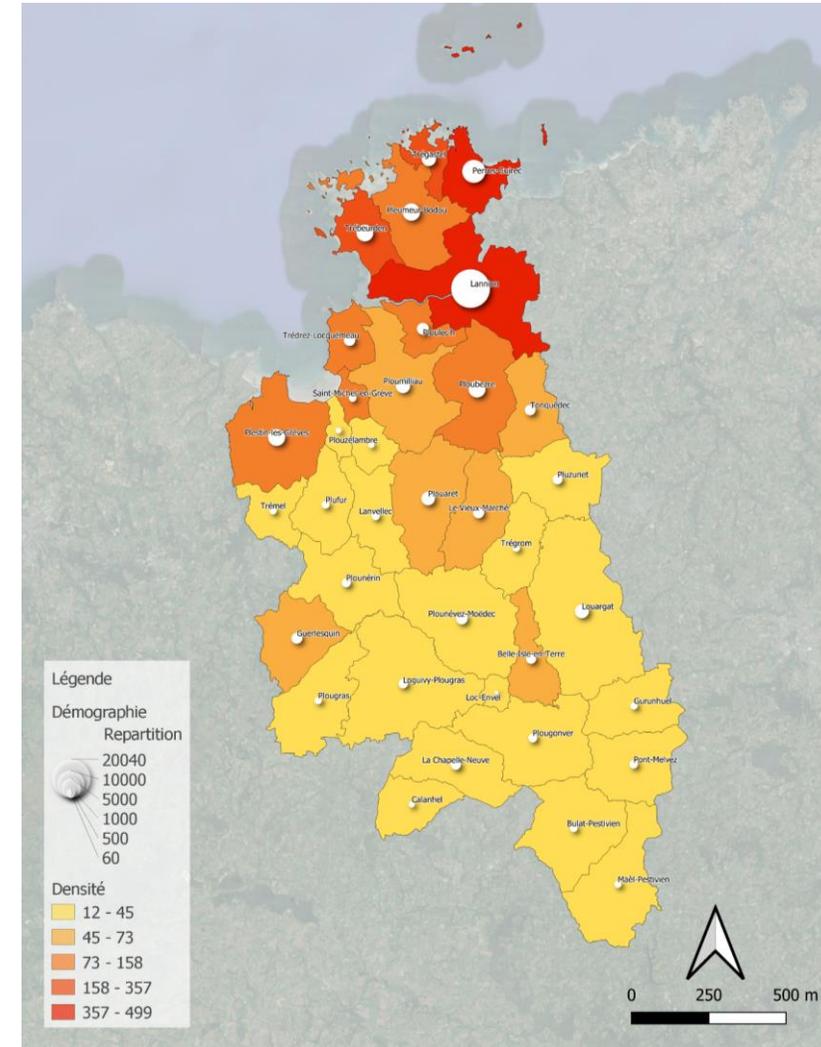
CONTEXTE DÉMOGRAPHIQUE ET ÉCONOMIQUE

■

RÉPARTITION DE LA POPULATION SUR LE TERRITOIRE DU SAGE BAIE DE LANNION ET DENSITÉ (INSEE, 2018)

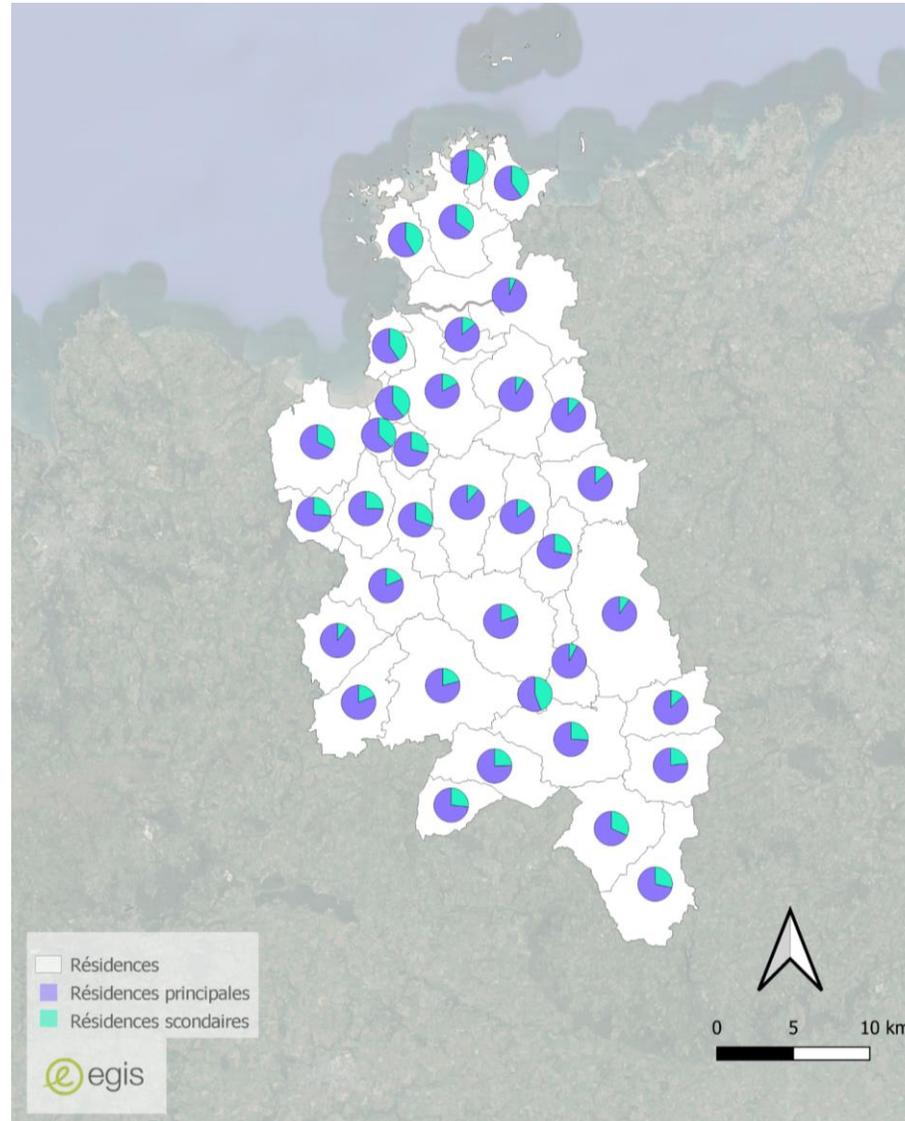


Répartition de la population



Rapport population / densité

RÉPARTITION DES RÉSIDENCES PRINCIPALES ET SECONDAIRES SUR LE TERRITOIRE DU SAGE BAIE DE LANNION (INSEE, 2017)



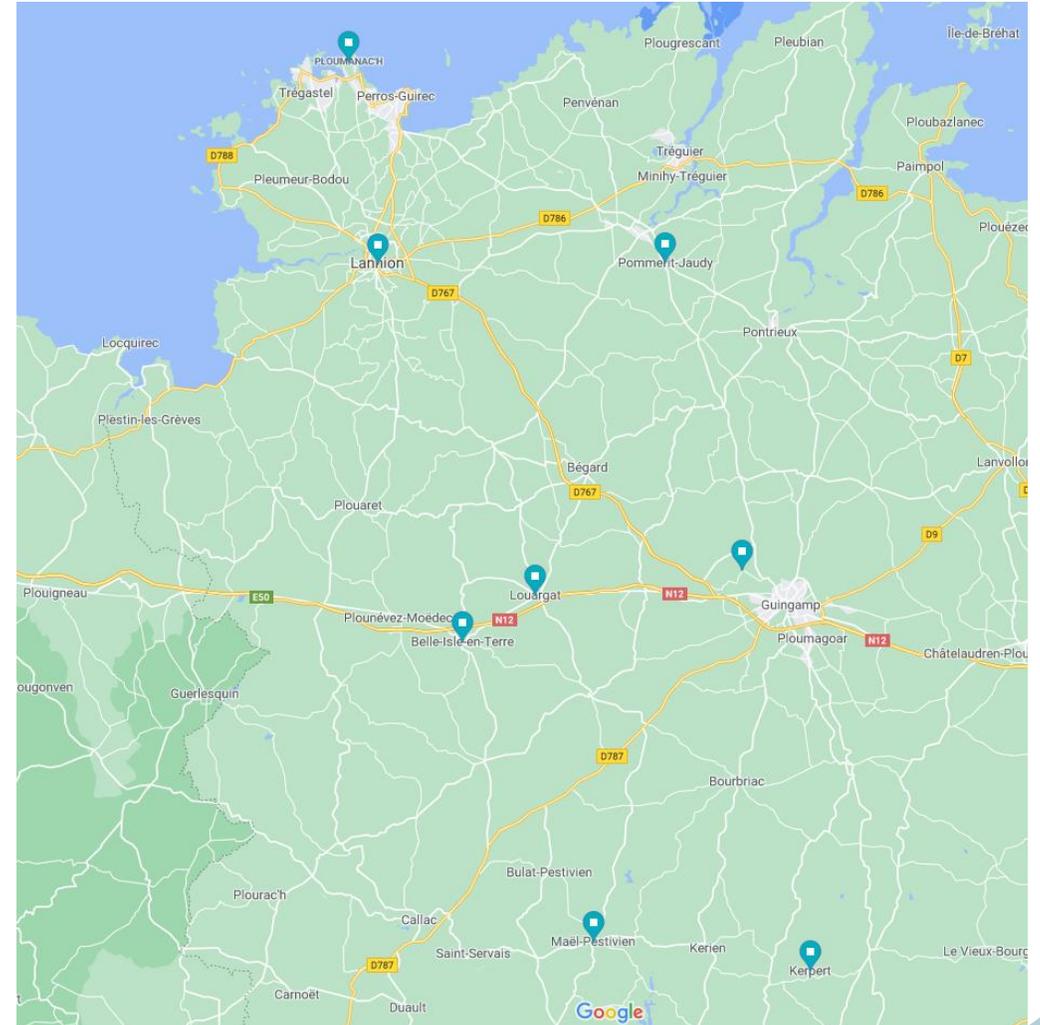
CONTEXTE CLIMATIQUE

LOCALISATION DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE MÉTÉO FRANCE

Sur le territoire du SAGE et à proximité, plusieurs stations météorologiques Météo France sont actuellement en fonctionnement. Les stations présentent des mesures horaires et/ou quotidiennes de pluie sur des chroniques supérieures à 20 ans pour la plupart, permettant donc de faire des analyses statistiques.

Liste des stations en fonctionnement dans la région :

■ Kerpert (depuis 1987)	■ Mael Pestiven (depuis 1989)
■ Lannion aéroport (depuis 1993)	■ Plouisy (depuis 1971)
■ Louargat (depuis 1987)	■ ...
■ Ploumanac'h (depuis 1947)	
■ Pommerit-Jaudy (depuis 1985)	
■ Belle Isle en Terre (depuis 2016)	

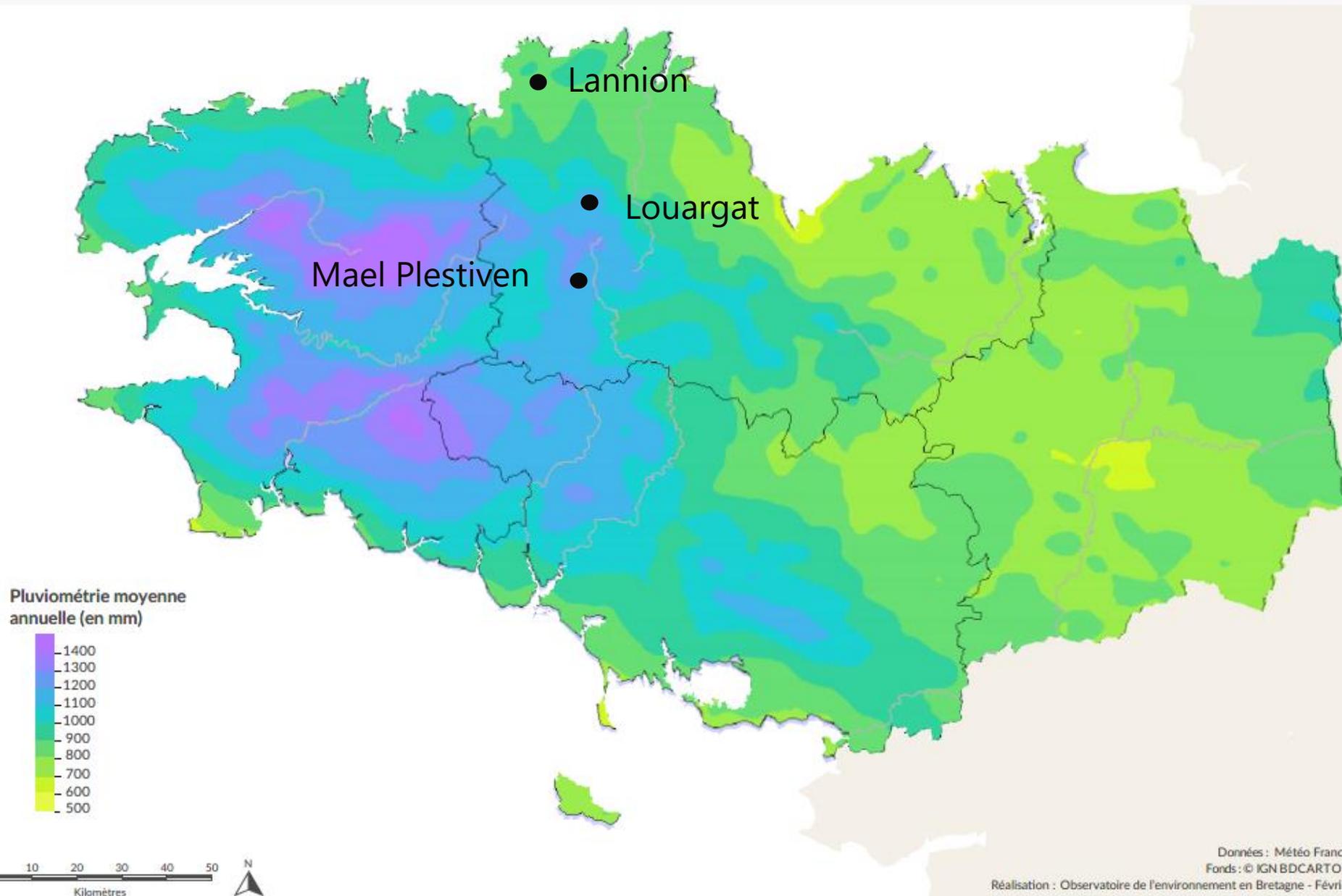


CRÉATION DE PLUIES DE PROJET

Station Météo
France : pour
les a et b de
Montana



PLUVIOMÉTRIE MOYENNE ANNUELLE EN BRETAGNE



CHOIX DES DONNÉES À RÉCUPÉRER ET COÛT

MétéoFrance met à disposition les données enregistrées au niveau de ces stations (données payantes). Un budget de 1500 € HT a été budgétisé dans notre proposition en option.

Une donnée est estimée à 0,04 €/jour par Météo France. Cela correspond à environ 102 ans de données journalières pour un budget de 1500€.

Les données à récupérer sont les données d'évapotranspiration (ETP), de pluviométrie et si possible de température. Voici les différents nombres d'années d'achats possibles suivants différents cas de figures :

	1 station	2 stations	3 stations	4 stations
ETP/Pluvio	51 ans	26 ans	17 ans	13 ans
ETP/Pluvio/T°	34 ans	17 ans	11 ans	8 ans

CHRONIQUES DES DONNÉES DISPONIBLES SUR L'HYDROLOGIE POUR COMMANDE DE DONNÉES MÉTÉO

Année		1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Données hydrométriques	Le Guic à Guerlesquin [Kerret]																											
	Le Guic à Guerlesquin [Trogoaredec]																											
	Léguer à Belle-Isle-en-Terre																											
	Léguer à Pluzunet																											
	Yar à Tréduder																											
Données piézométriques	BSS000TBHG (02413X0065/PZ) Louargat (22135)																											
Année		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021					
Données hydrométriques	Le Guic à Guerlesquin [Kerret]																											
	Le Guic à Guerlesquin [Trogoaredec]																											
	Léguer à Belle-Isle-en-Terre																											
	Léguer à Pluzunet																											
	Yar à Tréduder																											
Données piézométriques	BSS000TBHG (02413X0065/PZ) Louargat (22135)																											

MÉTHODOLOGIE POUR ESTIMER LES PERTES PAR ÉVAPORATION / EVAPOTRANSPIRATION

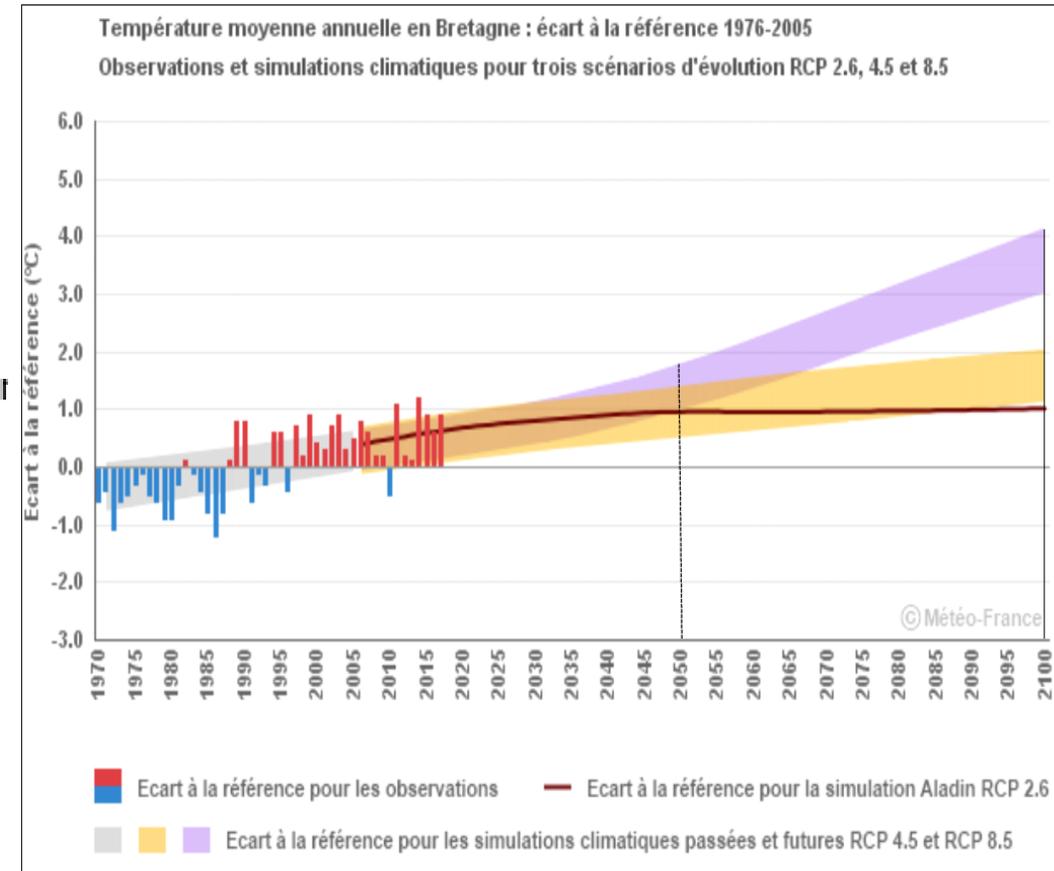
1. Identification des plans d'eau

Plans d'eau à identifier à partir de :

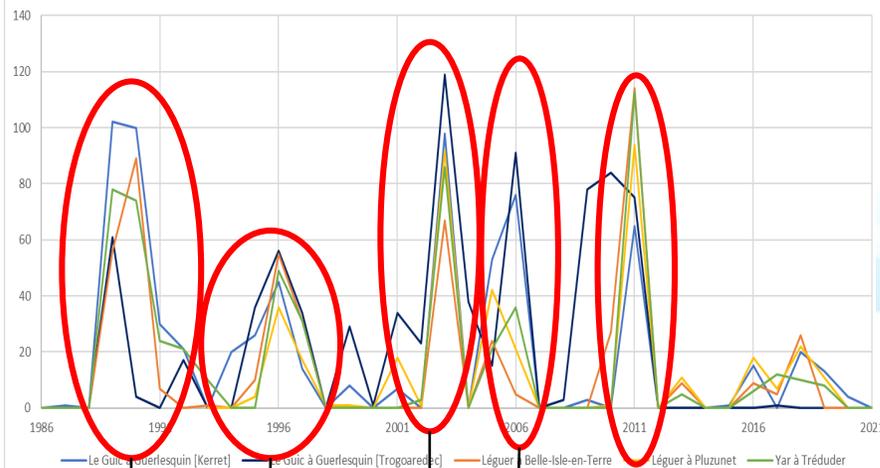
- Inventaires des plans d'eau par les DDTM
- Base de données redevance de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne
- Localisation des zones humides par DREAL ?
- BD topo

2. Estimation du volume perdu par évaporation

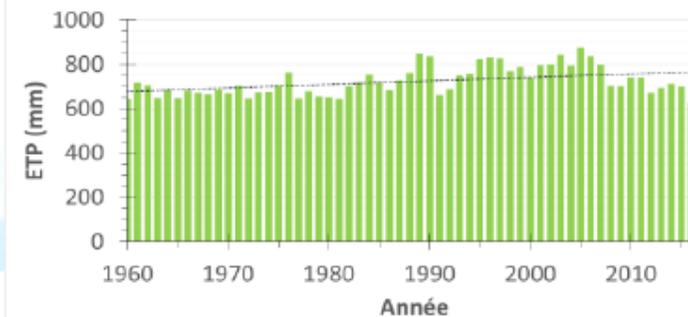
ETP est un indicateur clé, tout comme les pluies efficaces (RR_ETP)



Evolution du nombre de jours en été annuel

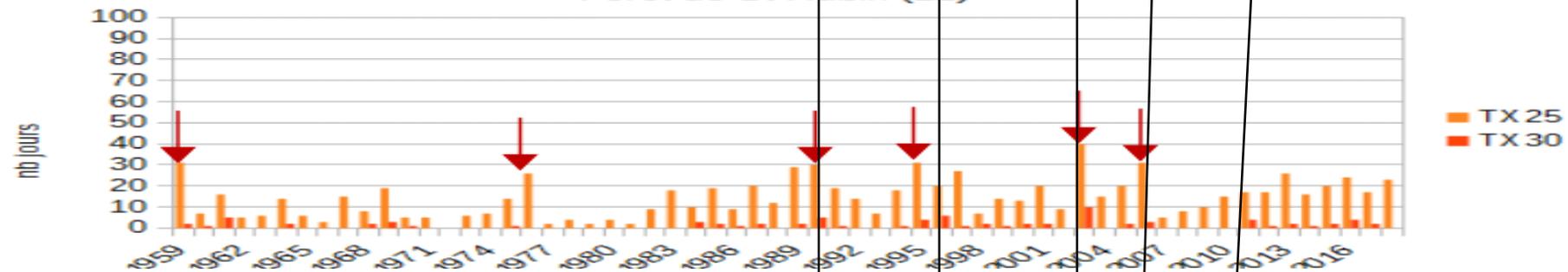


Côtes d'Armor



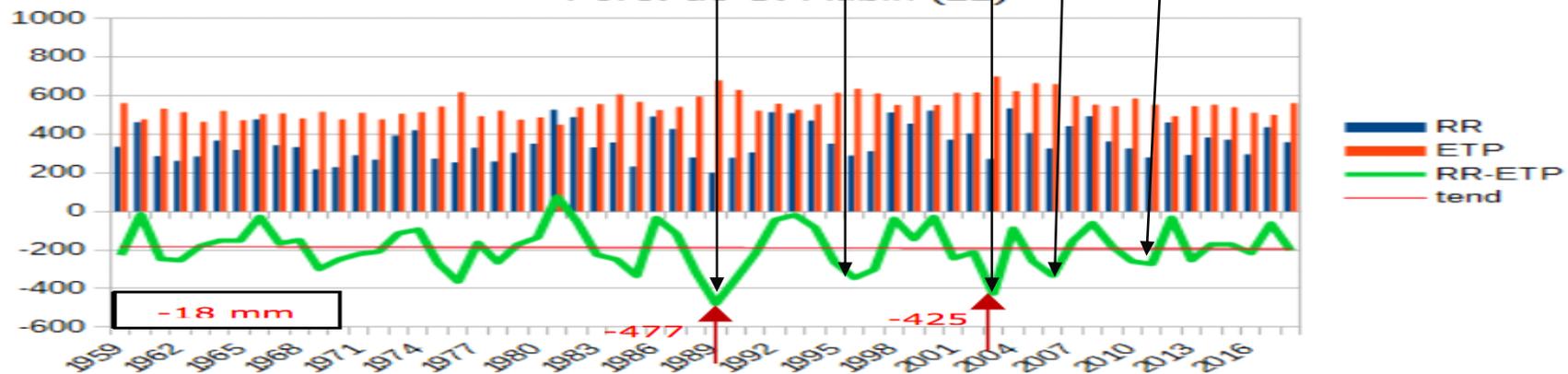
Chaleur et forte chaleur d'avril à octobre

Forêt de St-Aubin (22)



Précipitations (RR) et évapotranspiration (ETP) - avril à octobre

Forêt de St-Aubin (22)

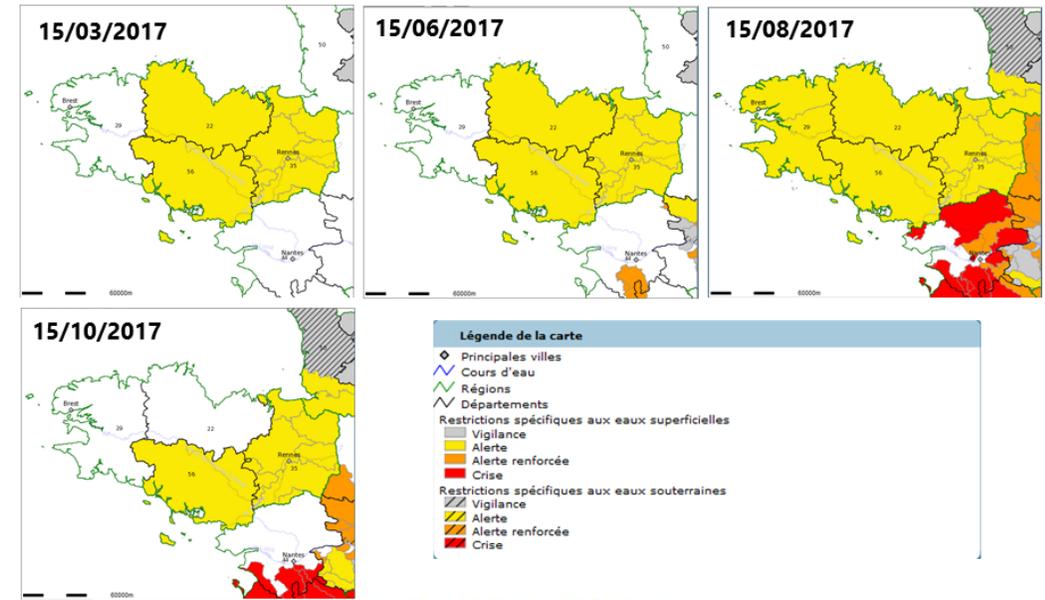


LES GRANDS ENJEUX DU TERRITOIRE



CADRE ET ENJEUX

- **Connaissance actuelle limitée sur la ressource en eau**
- **Orientations SDAGE et SAGE → volets qualitatif et quantitatif important**
- **Ressource vulnérable:**
 - Fortes variations naturelles des débits
 - Artificialisation du réseau hydrographique au droit des principaux tissus urbains
 - Episodes récents de sécheresse (2003, 2011, et sécheresse hivernale 2016 – 2017)
 - Déficits pluviométriques importants (2018), niveaux piézométriques historiquement bas (2019)...
 - Arrêtés : restrictions sur les prélèvements (2016 – 2017)
- **Equilibre ressource / besoins ? Aujourd’hui? Demain? Equilibre durable?**
 - **Ressource en eau (surface/souterraine) et évolution**
 - **Usages**
 - **Besoins naturels**



Alimentation en eau potable : prises d'eau et gestion



Carte : Les prises d'eau de surface et souterraines et leurs modes de gestion

ÉTAT DES MASSES D'EAU À L'ÉCHELLE DU BASSIN LOIRE - BRETAGNE

Sept Masses d'eau en bon état

Masse d'eau de surface

bon état écologique et bon état chimique

Léguer (FRGR0046)

Yar (FRGR0048)

Roscoat (FRGR1451)

Kerdu (FRGR1441)

Guic (FRGR0047)

Masses d'eau côtières

très bon état écologique et bon état chimique

Perros-Guirec/Morlaix (FRGC09)

Masse d'eau souterraine *bon état chimique et quantitatif*

Quatre Masses d'eau dégradées :

Masse d'eau de transition

estuaire du Léguer, FRCT05 *ETAT MOYEN*

=> *Les altérations de la masse d'eau portent sur les éléments biologiques (indice poissons)*

Masses d'eau côtières

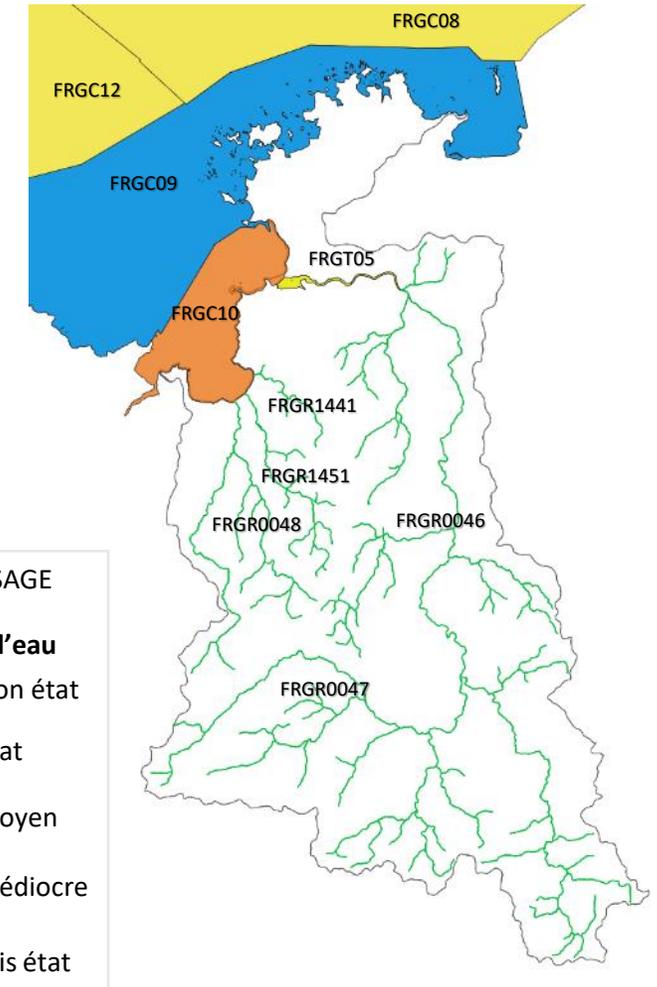
Perros-Guirec large (FRGC08) *ETAT MOYEN*

=> *Les altérations de la masse d'eau portent sur les éléments biologiques (angiospermes)*

Léon-Trégor (large) (FRCG12) *ETAT MOYEN*

Baie de Lannion (FRCG10) *ETAT MEDIOCRE*

=> *Les altérations de la masse d'eau portent sur les éléments biologiques (ulves)*



Etat écologique des masses d'eau

CARACTÉRISTIQUES DES MASSES D'EAU



CARTE D'IDENTITÉ DU BASSIN DE LA BAIE DE LANNION

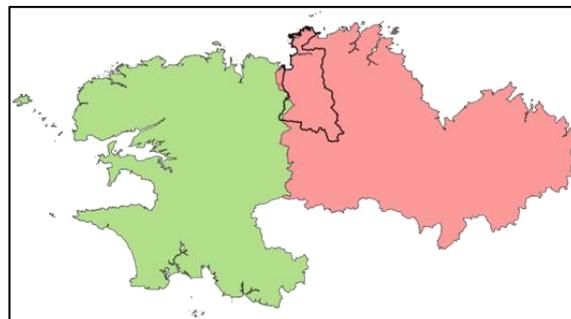
Carte d'identité du bassin de la Baie de Lannion

Organisation administrative	Région concernée : Bretagne Deux départements concernés : le Finistère et les Côtes d'Armor 38 communes
Superficie	677 km ²
Périmètre	234 km
Réseau hydrographique	1 294 km de linéaire cumulé de cours d'eau Principaux cours d'eau : Le Léguer, le Yar, le Roscoat, le Kerdu, le Guic

CARTE D'IDENTITÉ DU BASSIN DE LA BAIE DE LANNION

Bassin versant	Surface (km ²)	Périmètre (km)	Longueur du cheminement hydraulique (km)*	Source (mNGF)	Exutoire (mNGF)	Pente moyenne (%)	Altitude maximale (mNGF)
Le Guic	172	74	27	223	91	0.48	321
Le Kerdu	15	20	7	110	4.3	1.5	130
Le Léguer	318	149	50	250	0	0.49	304
Le Roscoat	32	30	13	157	7.25	1.1	197
Le Yar	61	49	20	216	6.8	1	258
Le Kerlouzouen / Min Ran	47	53	14	119	5.8	0.80	145

*longueur du plus long cheminement possible d'une goutte d'eau entre les crêtes du bassin et l'exutoire



Etude HMUC pour l'évaluation besoins/ressources en eau sur le périmètre du SAGE Baie de Lannion

SAGE Baie de Lannion - Présentation de la zone d'étude

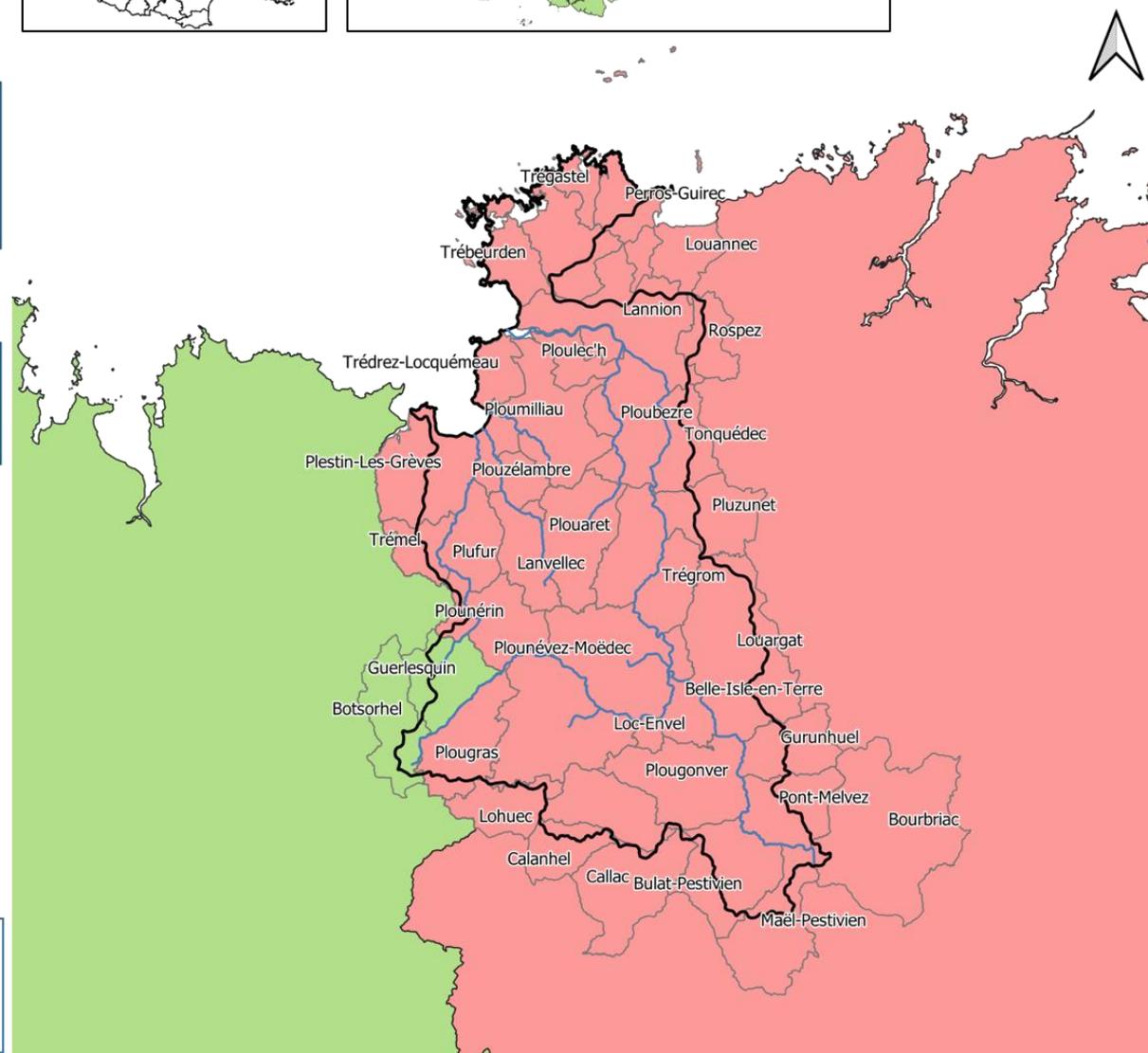
Légende

-  Réseau hydrographique principal
-  Périmètre du SAGE Baie de Lannion

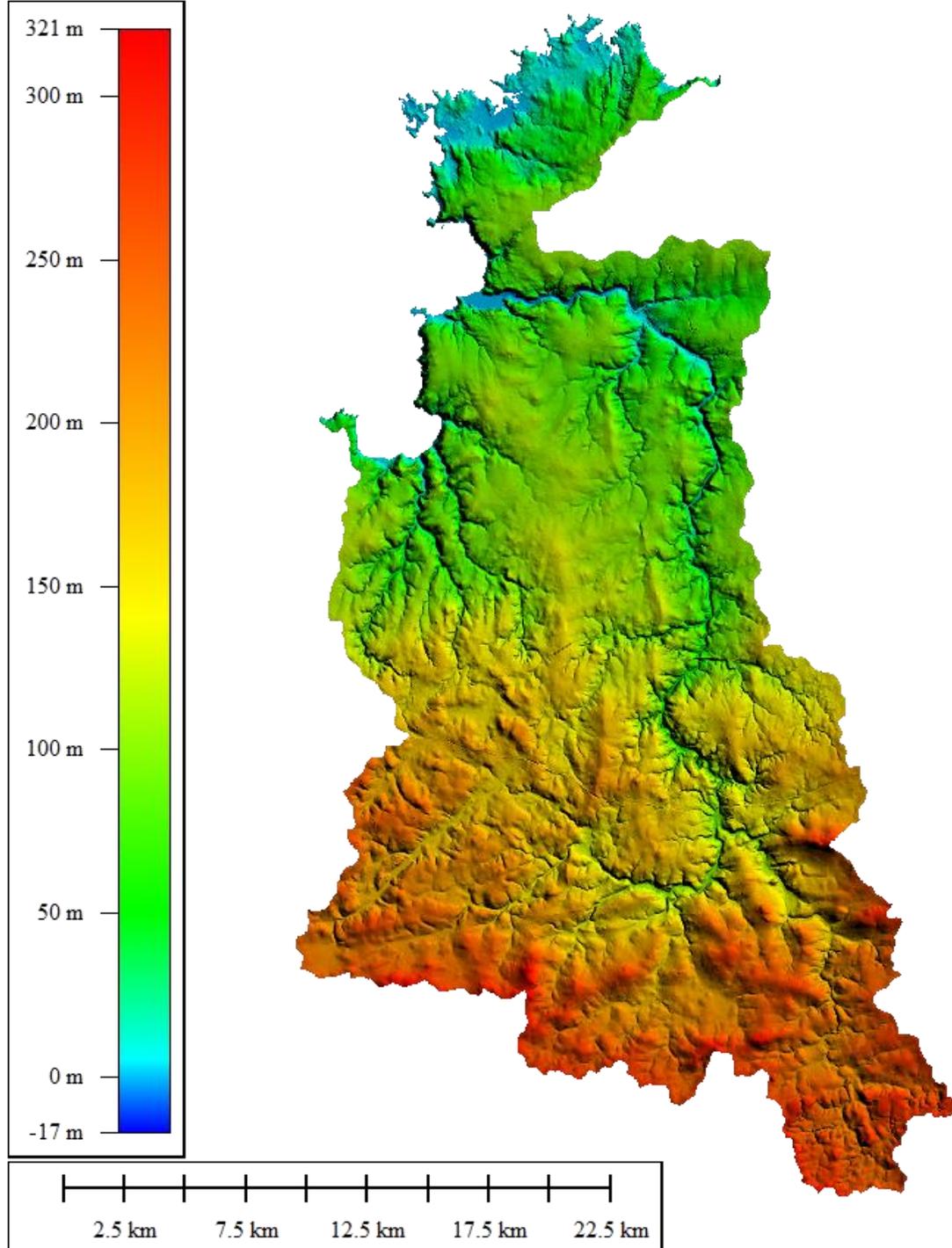
Communes

-  Côtes d'Armor (22)
-  Finistère (29)

0 5 10 km

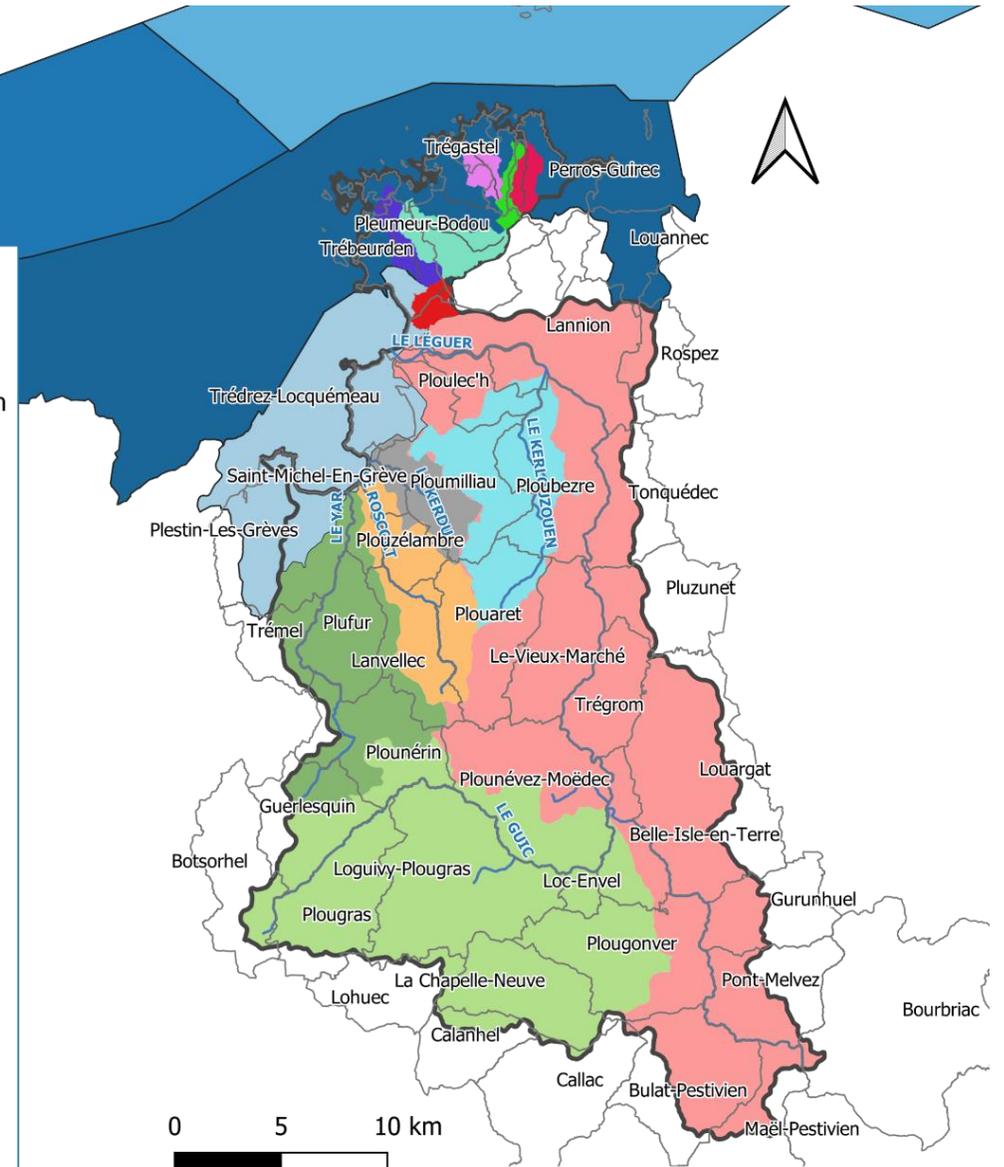
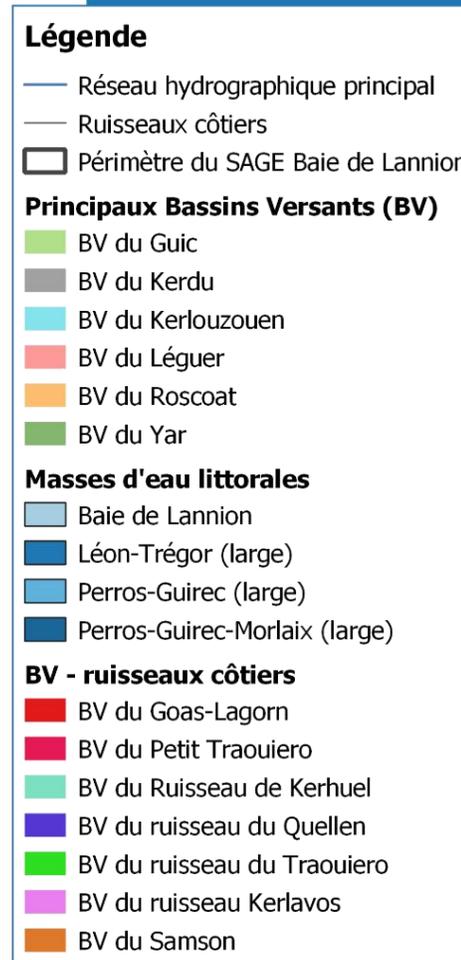


RELIEF DU TERRITOIRE

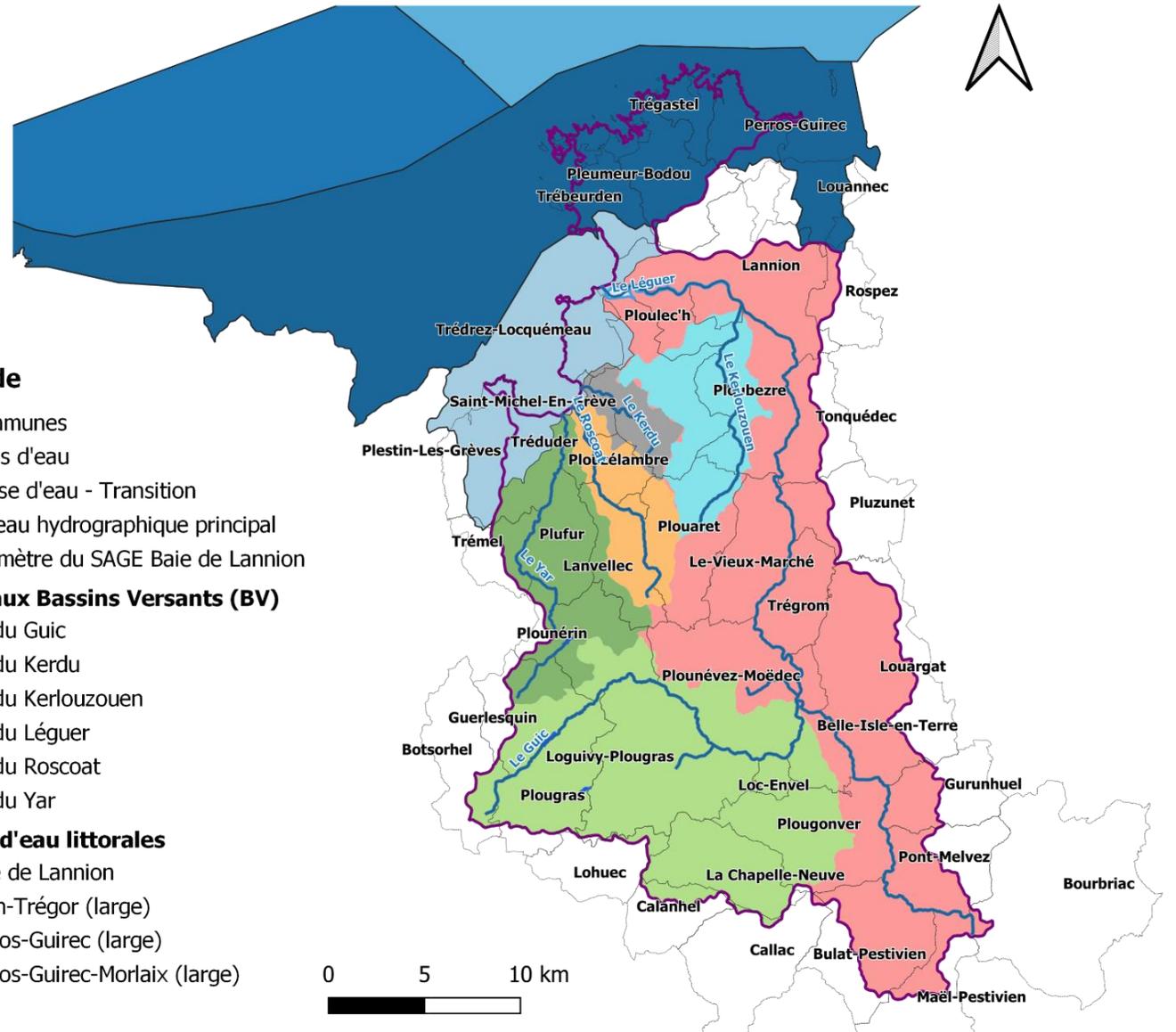


BASSIN VERSANTS DANS LE PÉRIMÈTRE DU SAGE BAIE DE LANNION

- Prise en compte des ruisseaux côtiers (problématique de pollution)
- Les ruisseaux côtiers sont compris dans la masse d'eau littorale « Perros-Guirec-Morlaix »



RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN



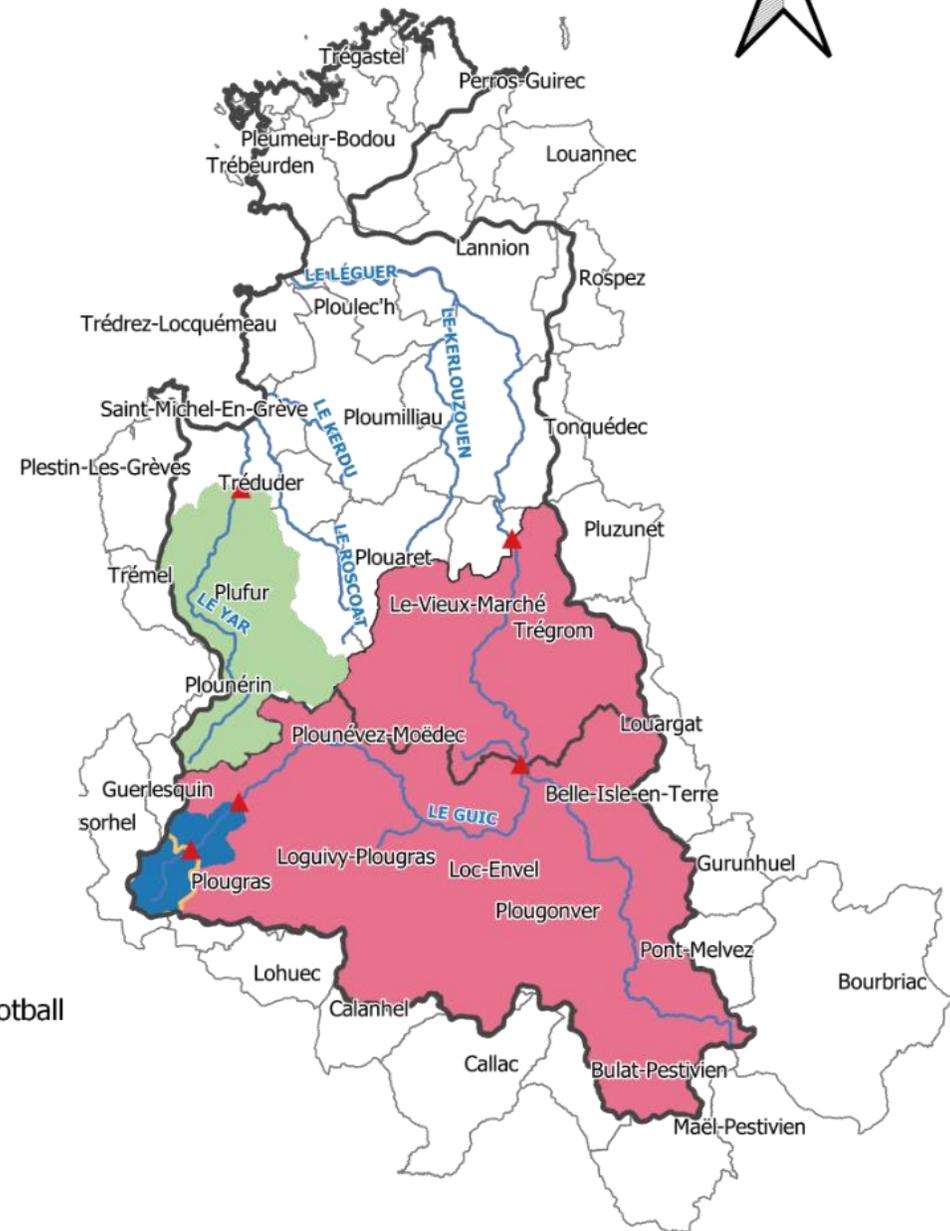
RÉSEAU DE MESURE ET BASSINS DRAINÉS



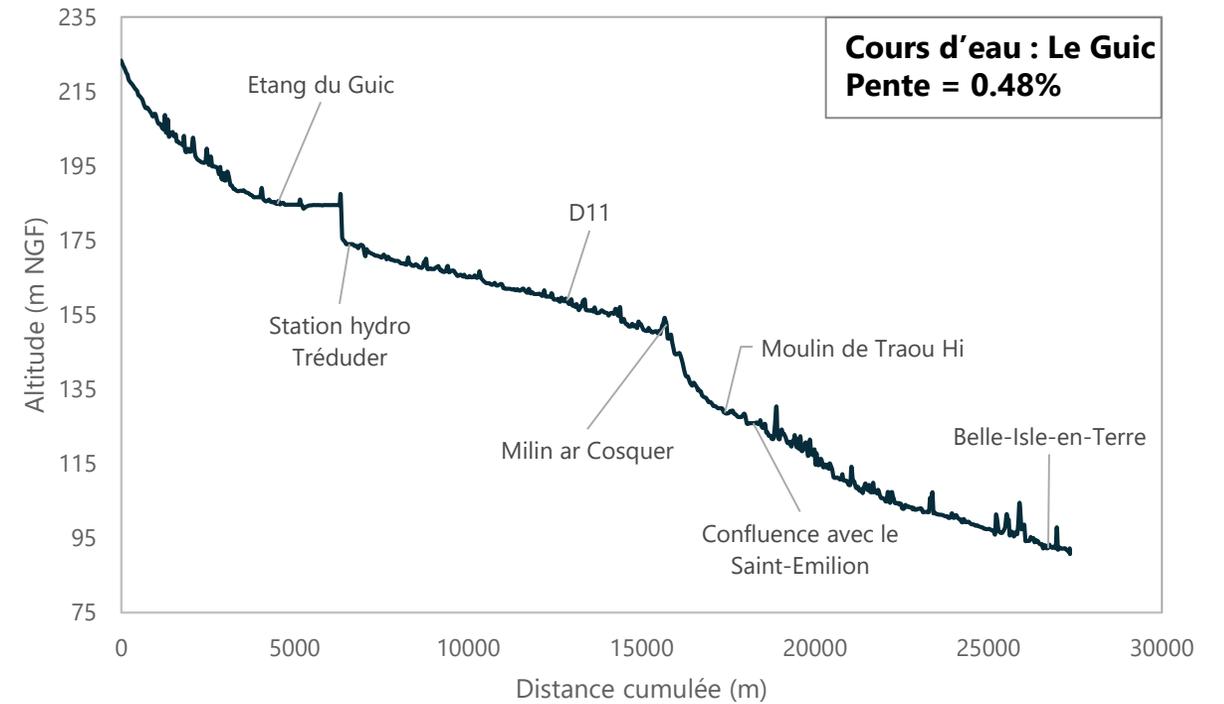
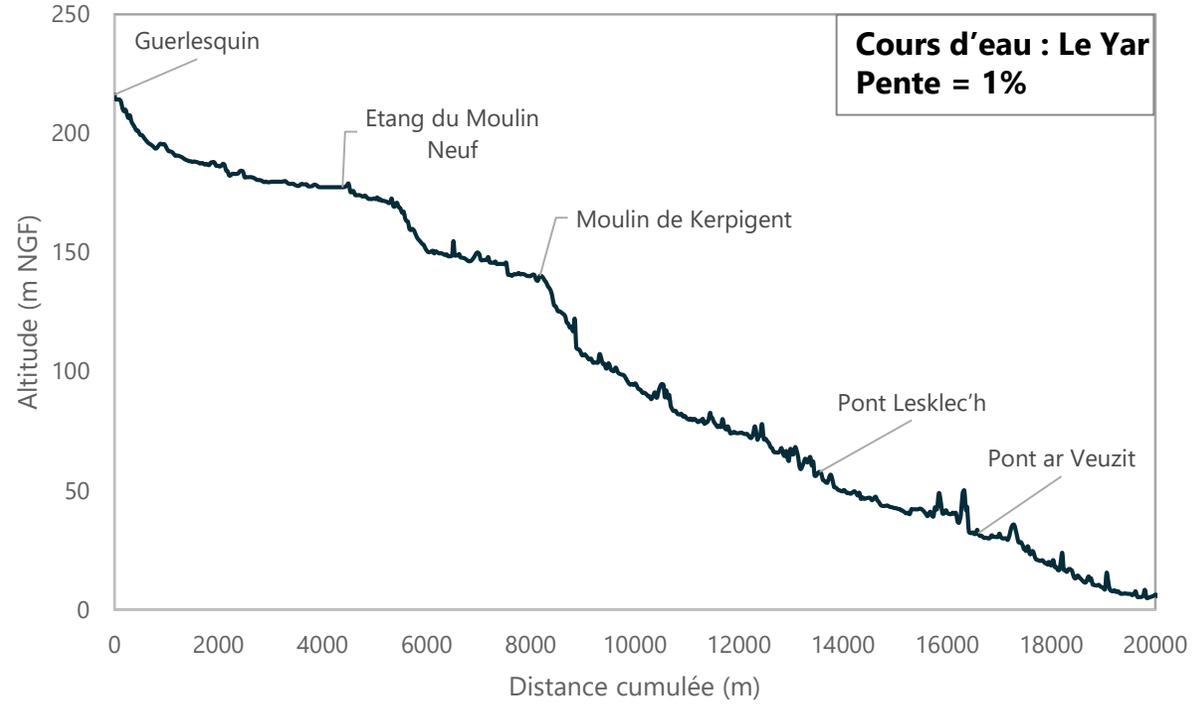
Légende

- ▲ Stations hydrométriques
- Réseau hydrographique principal
- ▭ Périmètre du SAGE Baie de Lannion
- ▭ BV drainé du Guic à Guerlesquin - Kerret
- ▭ BV drainé du Guic à Guerlesquin - Trogoaredec
- ▭ BV drainé du Yar à Tréduder - Milin ar Veuzit
- ▭ BV drainé du Léguer à Belle-Isle-en-Tere - Terrain de football
- ▭ BV drainé du Léguer à Pluzunet - Pont Coat Dunois

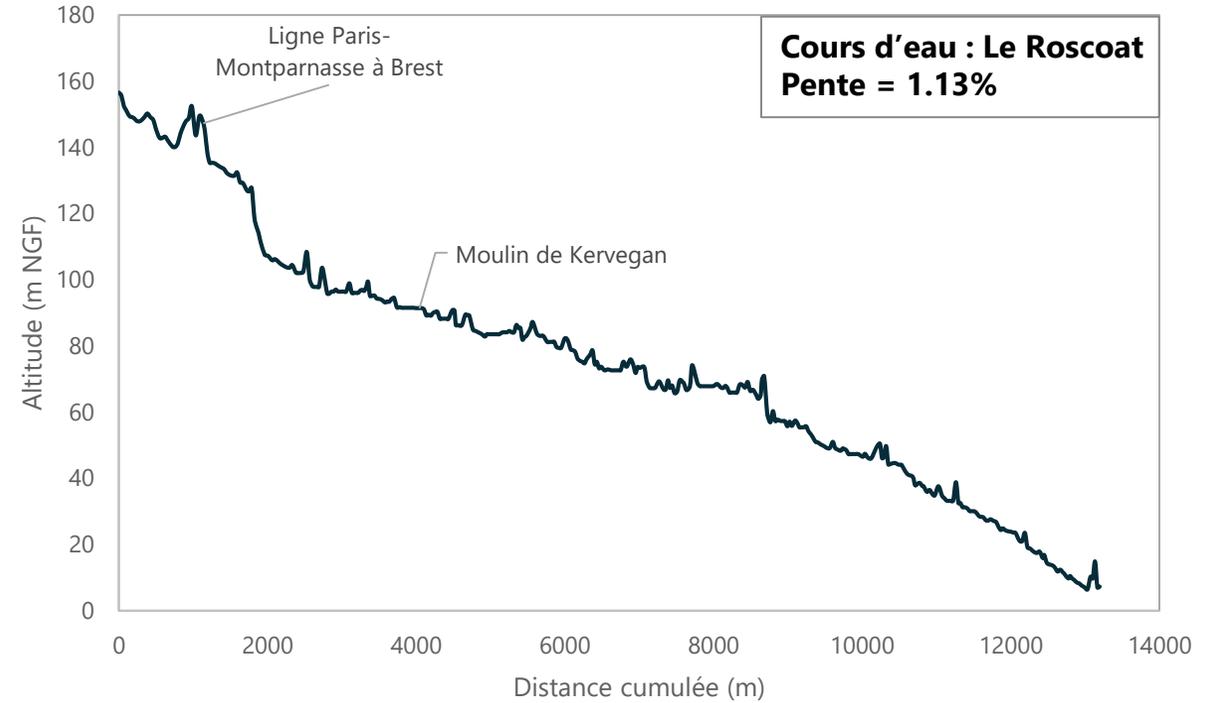
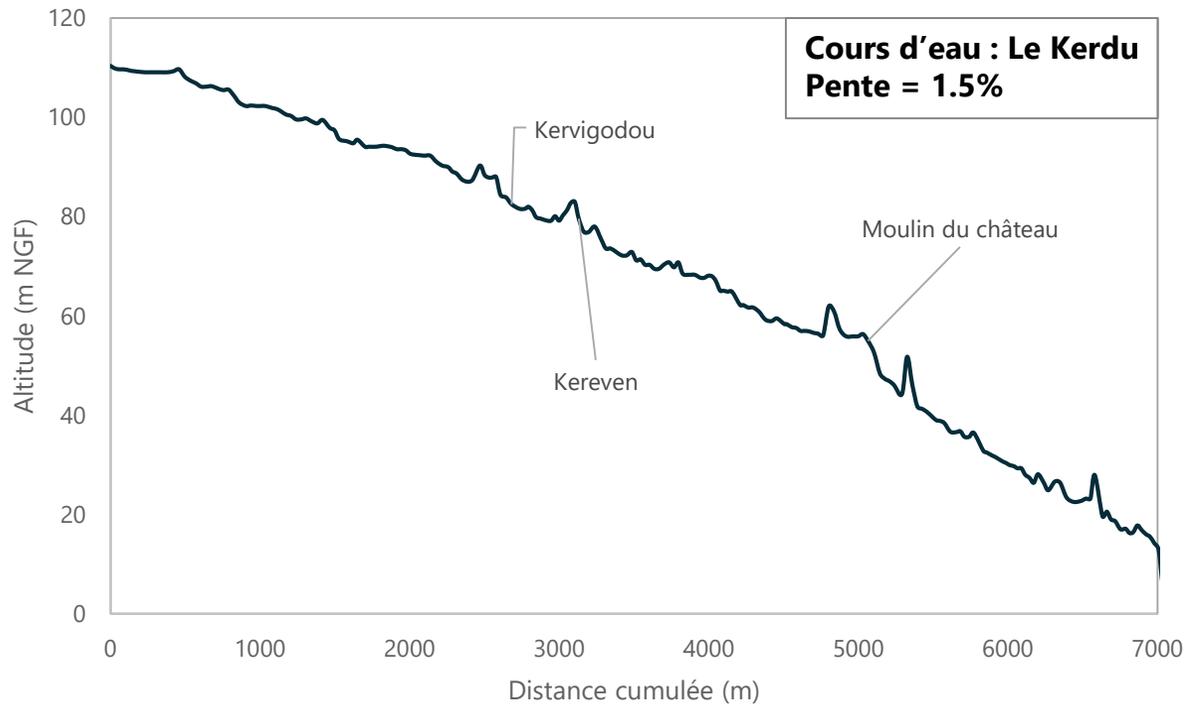
0 7.5 15 km



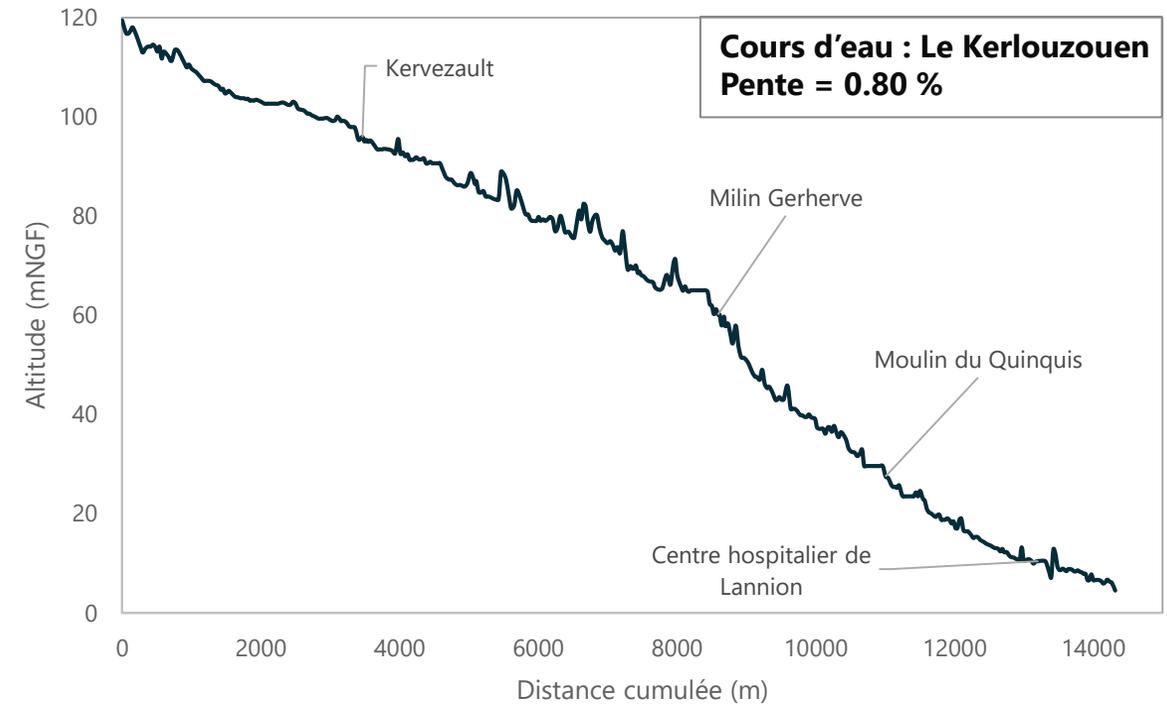
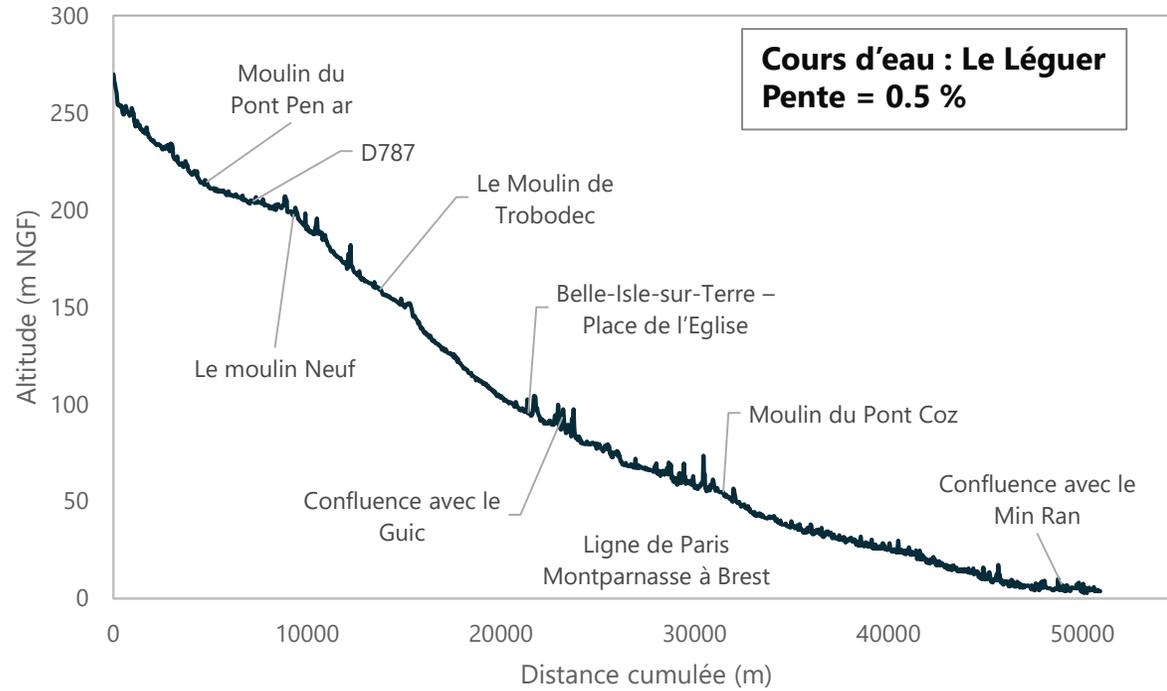
PROFILS EN LONG ET PENTES DES COURS D'EAU DU PÉRIMÈTRE DU SAGE



PROFILS EN LONG ET PENTES DES COURS D'EAU DU PÉRIMÈTRE DU SAGE

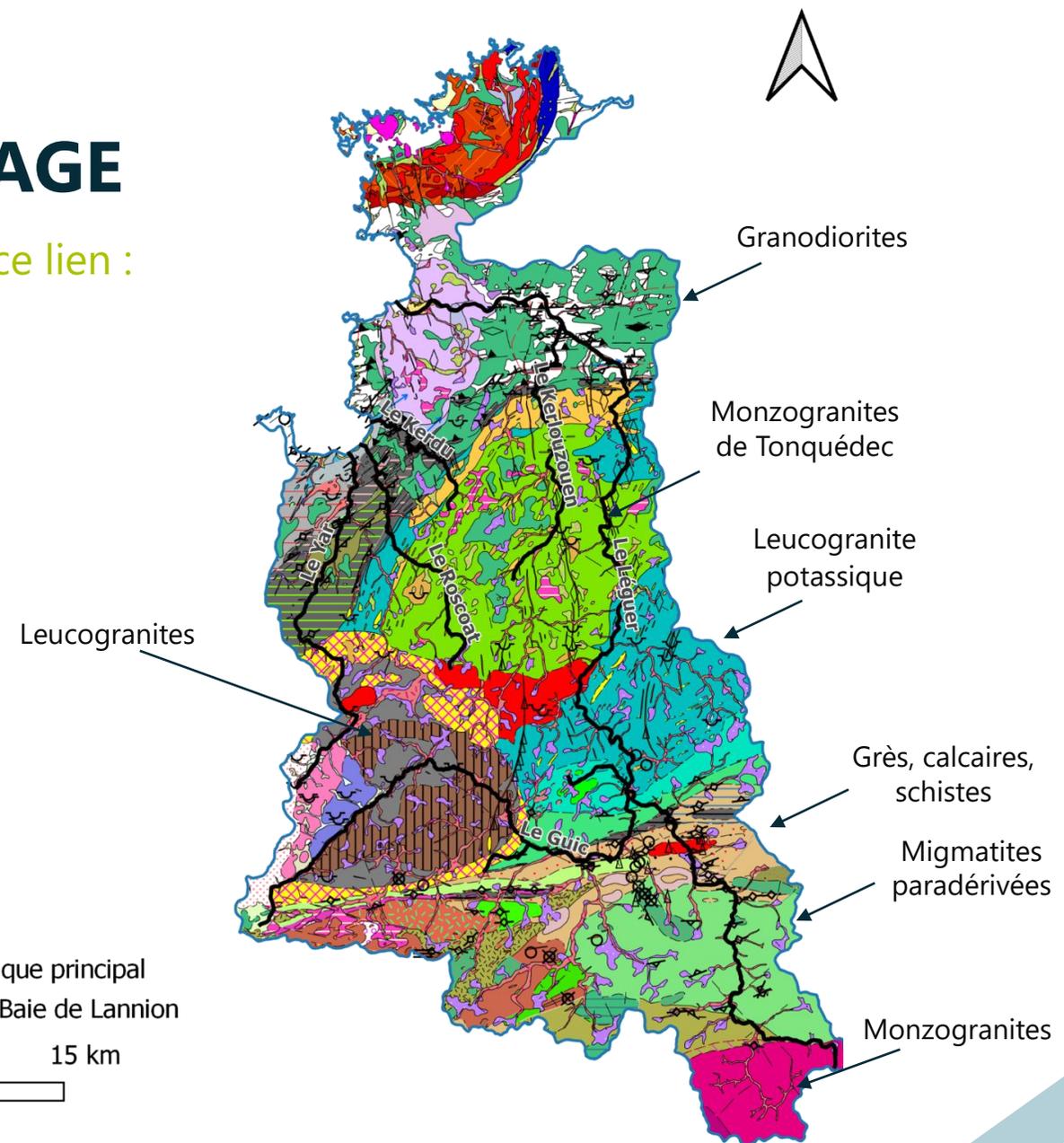


PROFILS EN LONG ET PENTES DES COURS D'EAU DU PÉRIMÈTRE DU SAGE



GÉOLOGIE DU PÉRIMÈTRE DU SAGE

Il est possible de lire la légende de cette carte en suivant ce lien : <https://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>



Légende

- Réseau hydrographique principal
 - Périmètre du SAGE Baie de Lannion
- 0 7.5 15 km

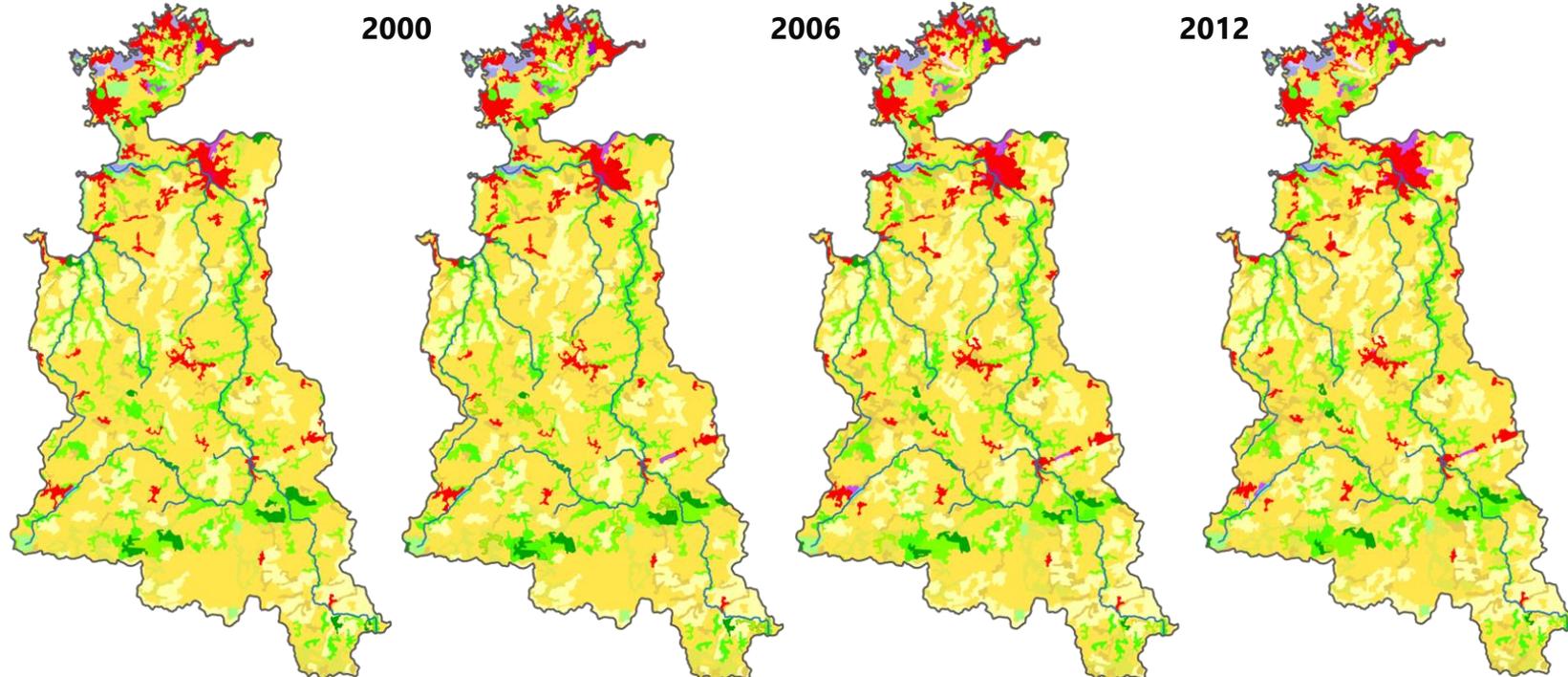
ÉVOLUTION DE L'USAGE DES SOLS - CARTE

1990

2000

2006

2012



Légende

— Réseau hydrographique principal

□ Périètre - Sage Baie de Lannion

0 7.5 15 km



Territoires artificialisés – Zones urbanisées

- 111 - Tissu urbain continu
- 112 - Tissu urbain discontinu

Territoires artificialisés – Zones industrielles ou commerciales

- 121 - Zones industrielles ou commerciales et installations publiques
- 122 - Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
- 124 - Aéroports
- 131 - Extraction de matériaux

Territoires agricoles – Espaces verts artificialisés, non agricoles

- 142 - Equipements sportifs et de loisirs

Territoires artificialisés – Terres arables

- 211 - Terres arables hors périmètres d'irrigation

Territoires agricoles – Prairies

- 231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole

Territoires agricoles – Zones agricoles hétérogènes

- 242 - Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- 243 - Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants

Forêts et milieux semi-naturels

- 311 - Forêts de feuillus
- 312 - Forêts de conifères
- 313 - Forêts mélangées

Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée

- 321 - Pelouses et pâturages naturels
- 322 - Landes et broussailles
- 324 - Forêt et végétation arbustive en mutation

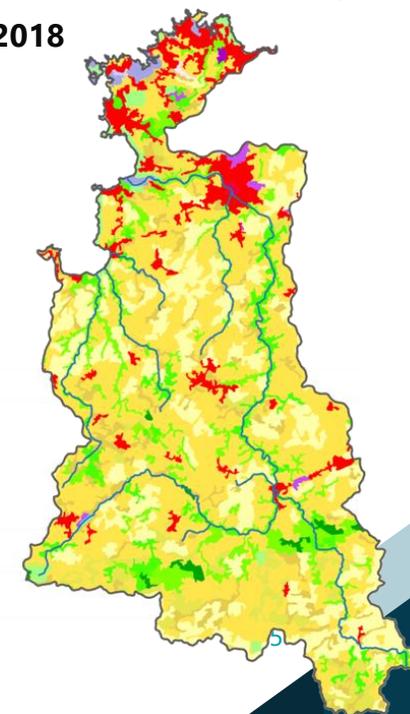
Espaces ouverts

- 331 - Plages, dunes et sable

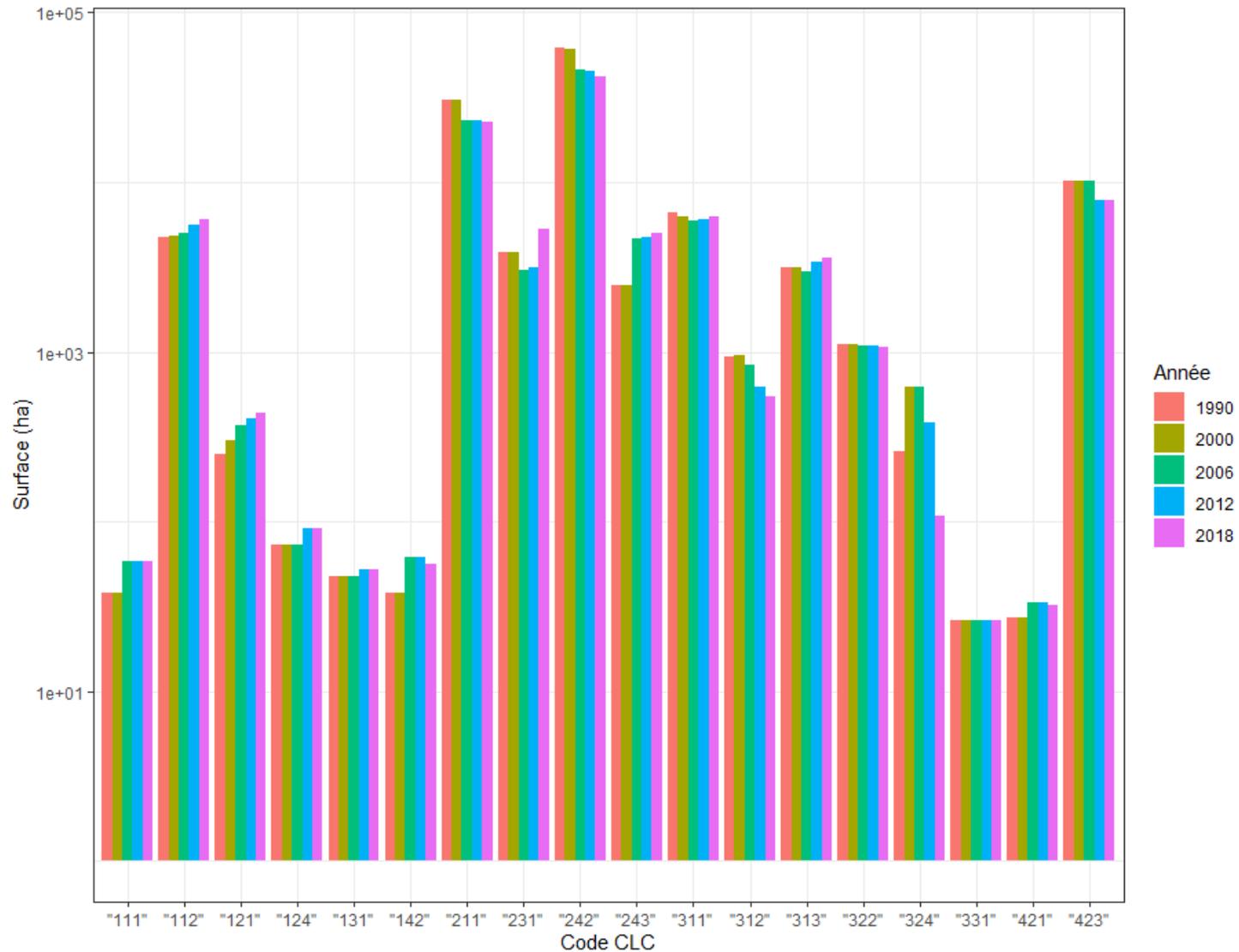
Surfaces en eau

- 421 - Marais maritimes
- 423 - Zones intertidales
- 512 - Plans d'eau
- 523 - Mers et océans

2018

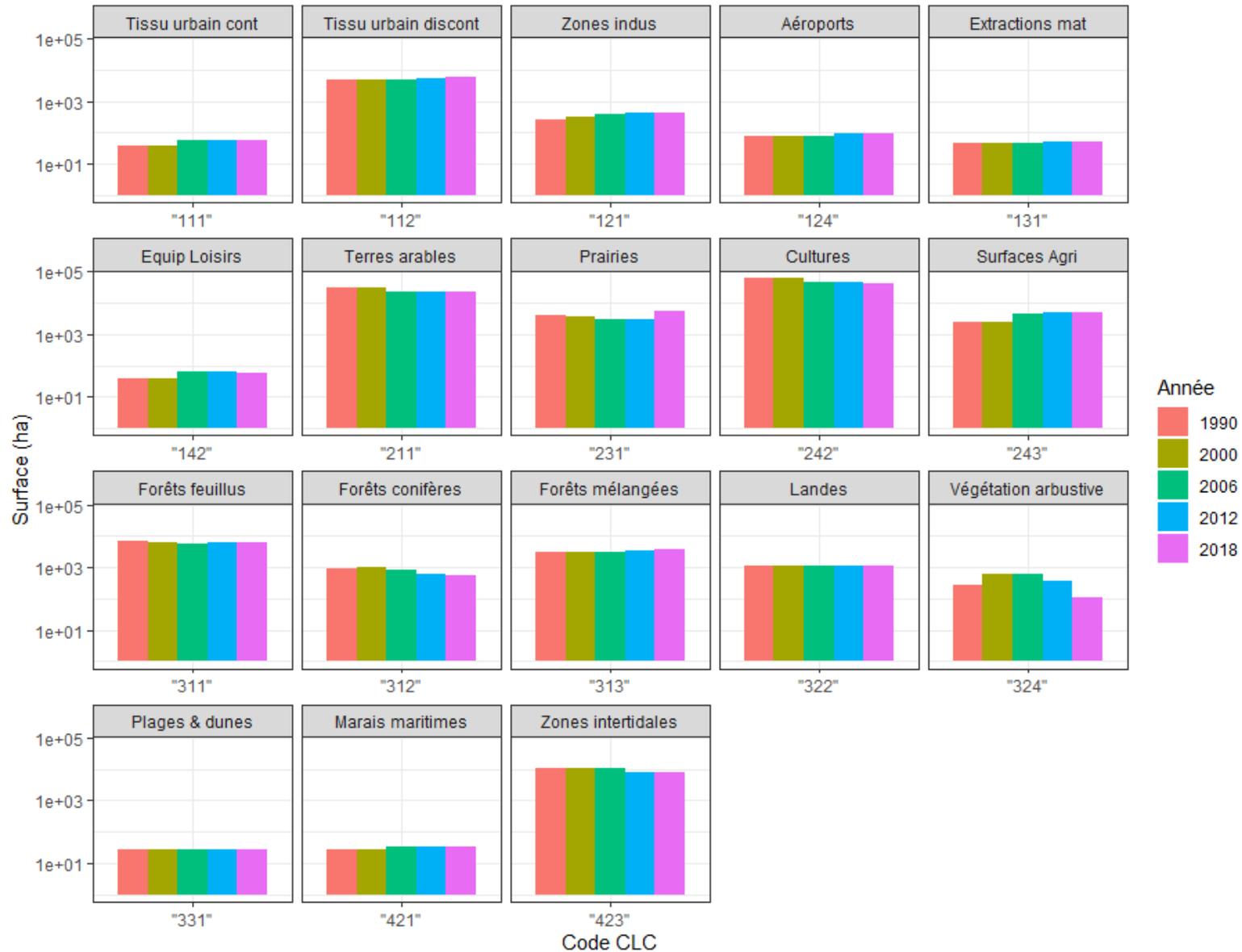


ÉVOLUTION DE L'USAGE DES SOLS - STATISTIQUES



Zoom sur les différents codes (diapo suivante)

ÉVOLUTION DE L'USAGE DES SOLS - STATISTIQUES



TYPOLOGIE DES SOLS ET RÉPARTITION DES TYPES DE CULTURES

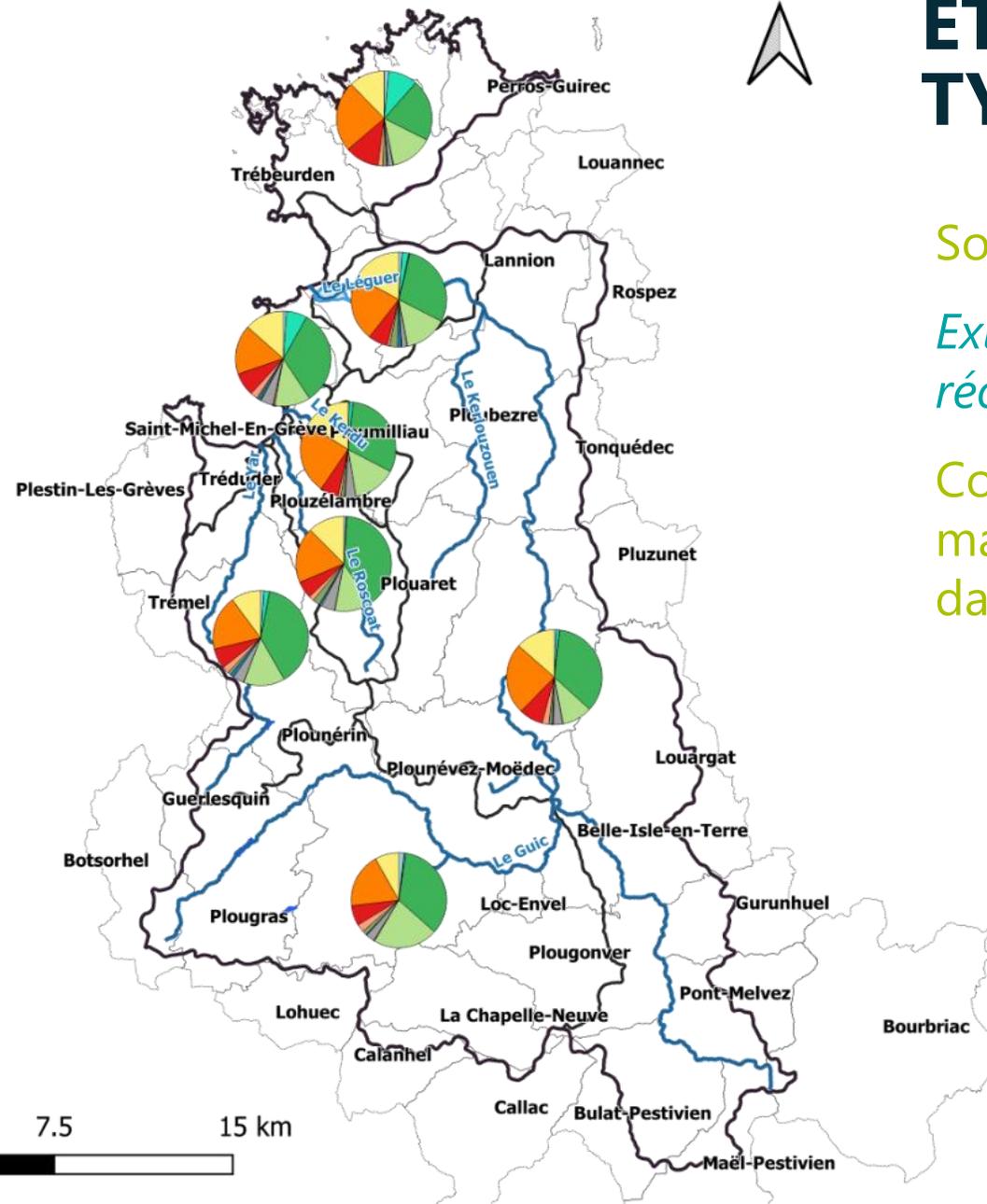
Source des données : RPG, 2016

Existe-t-il des données plus récentes ?

Confusion entre « maïs grain » et maïs ensilage » qui n'apparaît pas dans la typologie du RPG

Légende

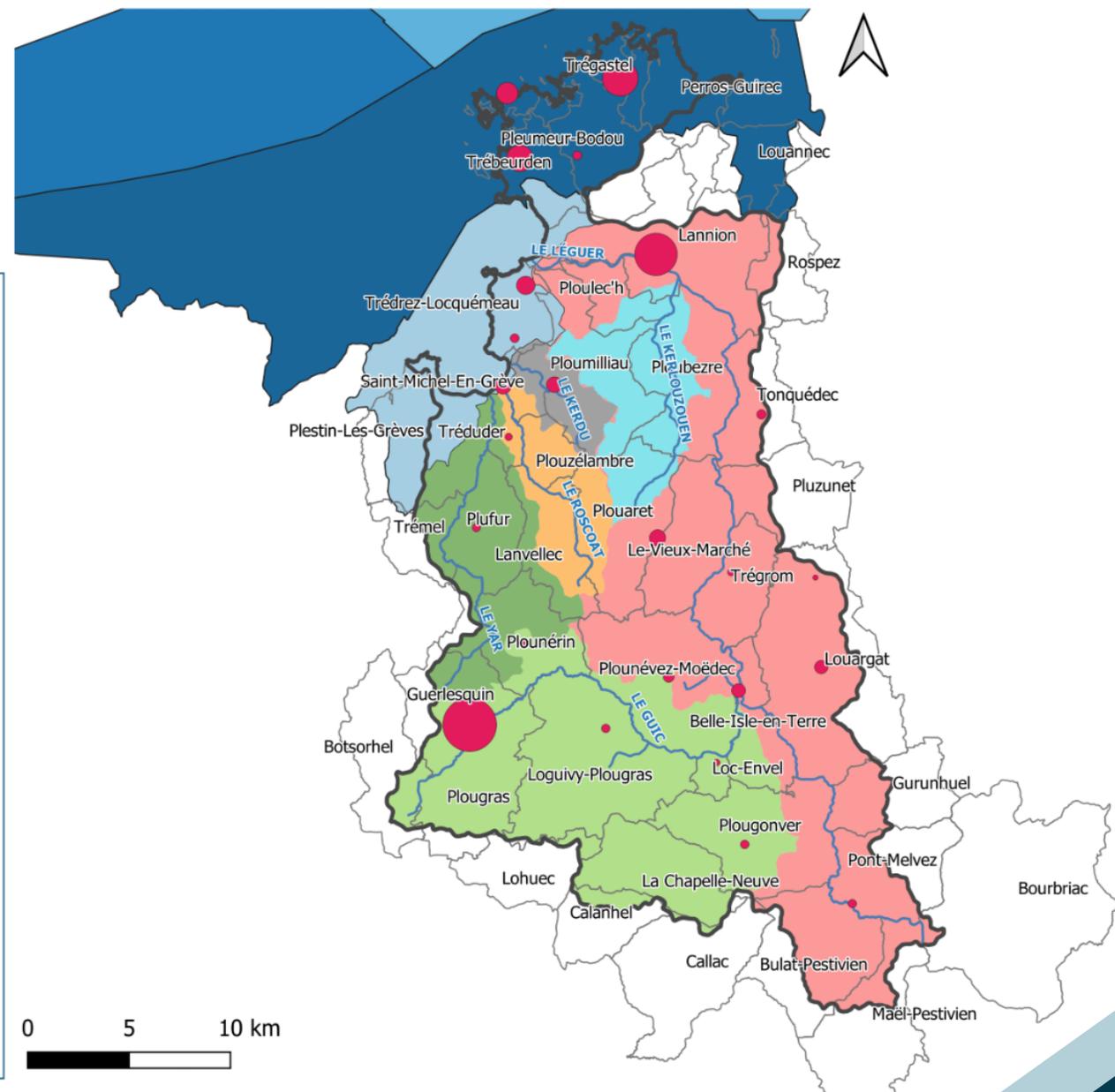
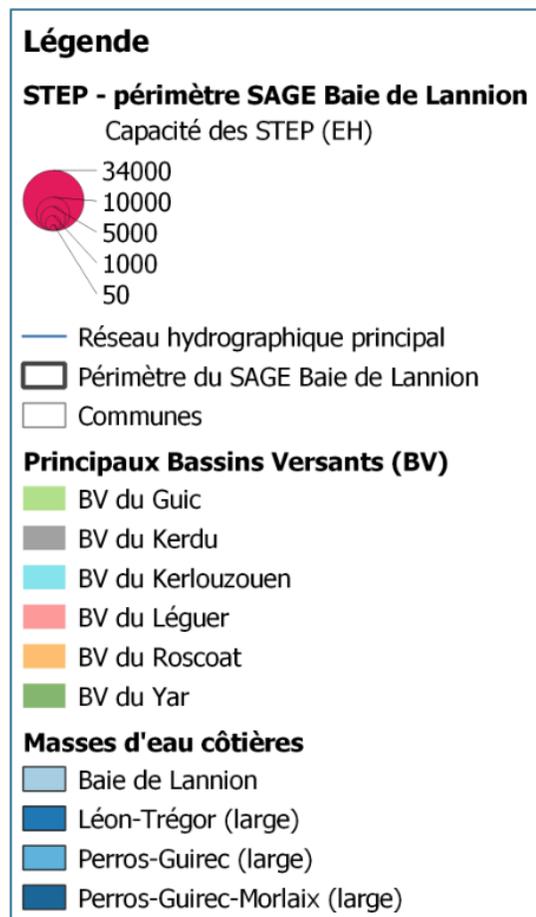
-  Réseau hydrographique principal
-  Communes
-  Périmètre du SAGE Baie de Lannion
-  Typologie des sols - Baie de Lannion
-  Blé tendre
-  Maïs grain
-  Orge
-  Autres céréales
-  Colza
-  Protéagineux
-  Surfaces gelées
-  Fourrage
-  Estives et landes
-  Prairies permanentes
-  Prairies temporaires
-  Vergers
-  Légumes ou fleurs
-  Divers



STATIONS D'ÉPURATION ET CAPACITÉ

i La STEP ayant la plus grande capacité (Guerlesquin) était utilisée principalement pour traiter les eaux usées d'un abattoir fermé depuis avril 2018

→ 98% des eaux usées provenaient de cet abattoir, le reste = commune Guerlesquin



2. MIEUX CONNAÎTRE L'HYDROLOGIE ET L'HYDROGÉOLOGIE DU TERRITOIRE

—

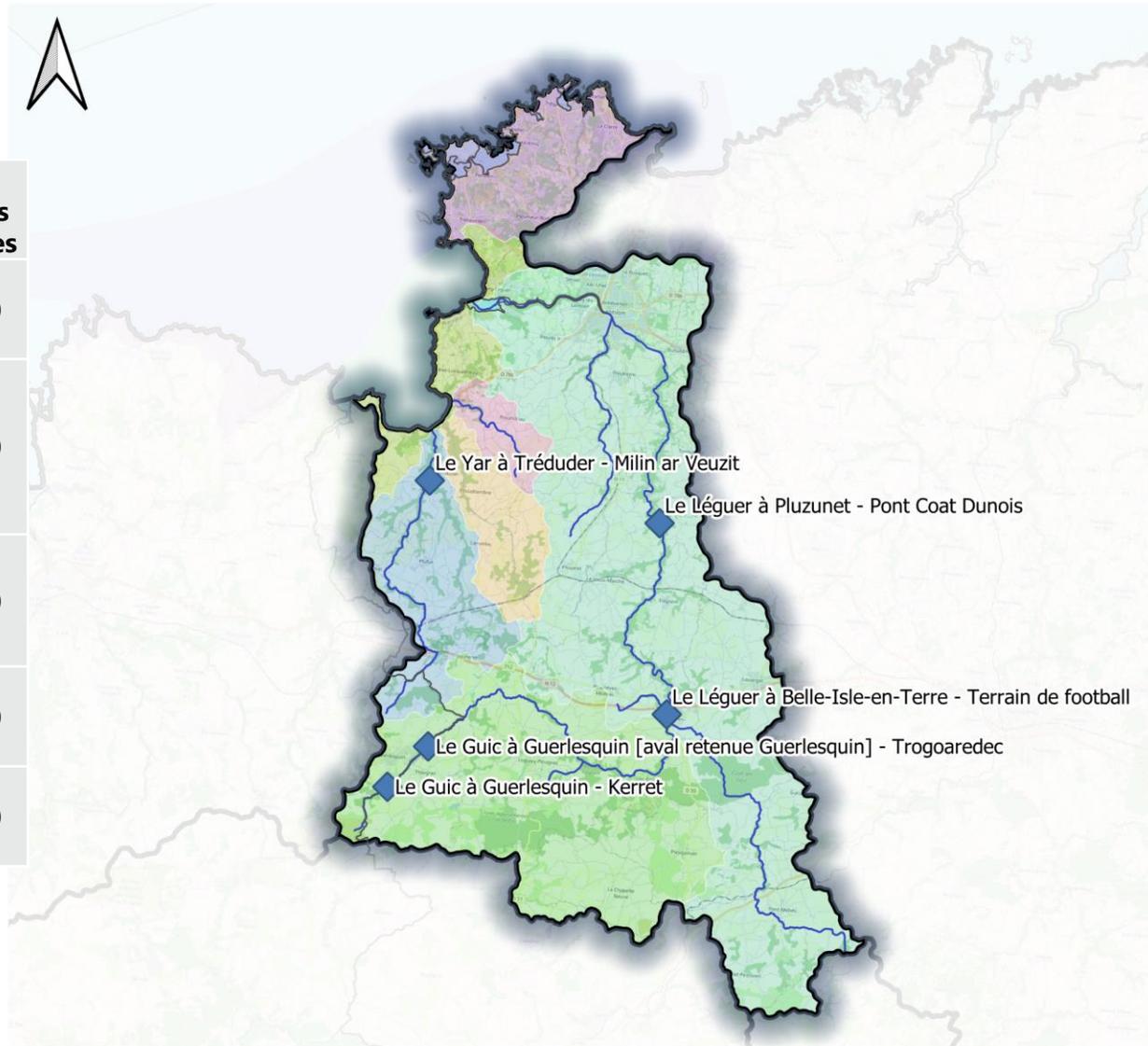
HYDROLOGIE



STATIONS DE MESURE DES DÉBITS



Code station	Libellé station hydrométrique	Surface du bassin versant drainé (km ²)	Années complètes de données
J221311001	Le Guic à Guerlesquin - Kerret	7.3	1987-2020
J221312001	Le Guic à Guerlesquin [aval retenue Guerlesquin] - Trogoaredec	13	1987-2020
J223301001	Le Léguer à Belle-Isle-en-Terre - Terrain de football	260	1973-2020
J223302001	Le Léguer à Pluzunet - Pont Coat Dunois	353	1994-2020
J231491001	Le Yar à Tréduder - Milin ar Veuzit	59	1982-2020



Localisation des stations hydrométrique sur le Sage Baie de Lannion

Légende

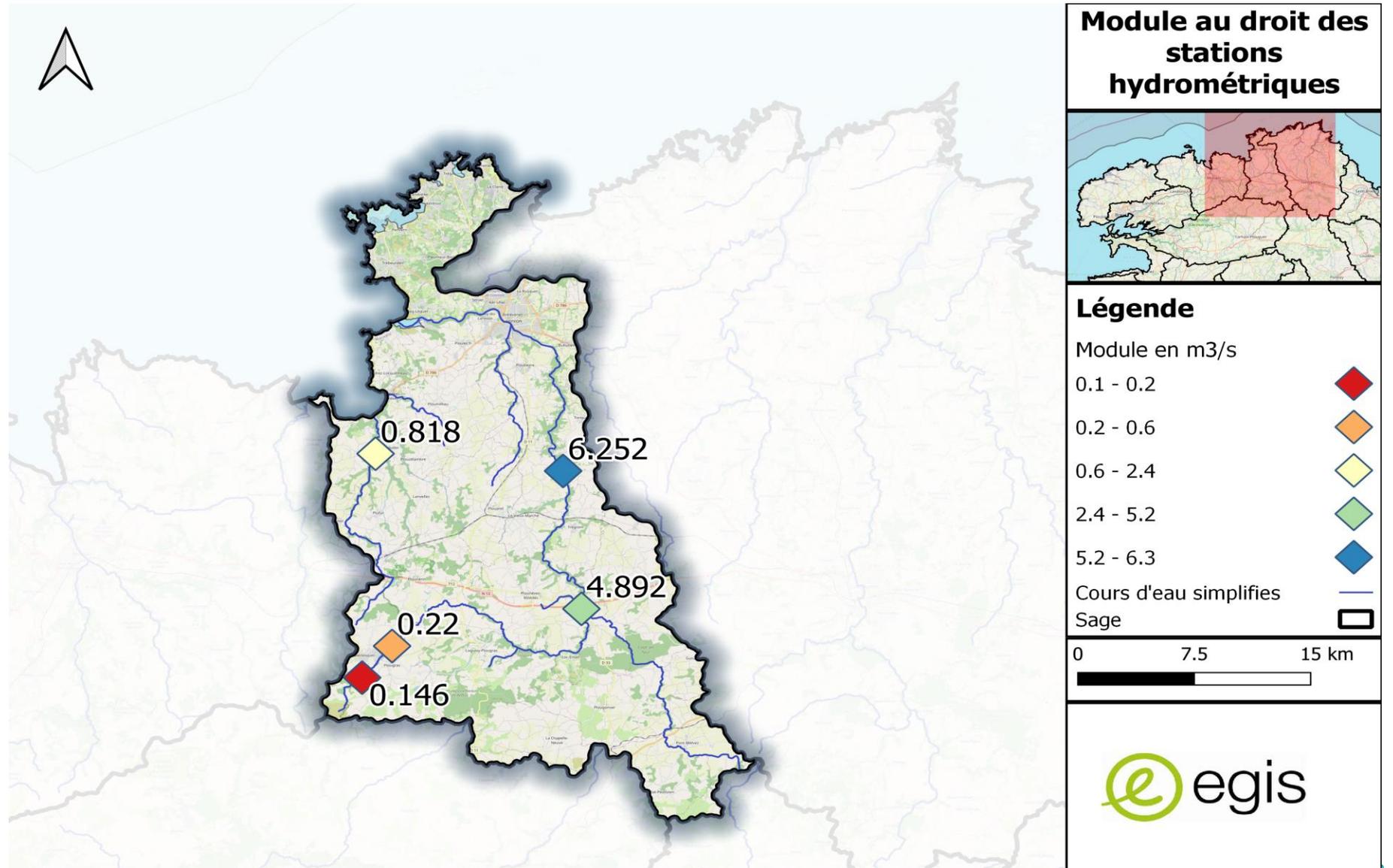
- Stations Hydrométriques ◆
- Réseau hydrographique principal —
- Périmètre du Sage Baie de Lannion
- BV ME Baie de Lannion
- BV du Guic ■
- BV du Kerdu ■
- BV du Léguer ■
- BV du Roscoat ■
- BV du Yar ■
- Perros-Guirec - Morlaix (large) ■

0 7.5 15 km

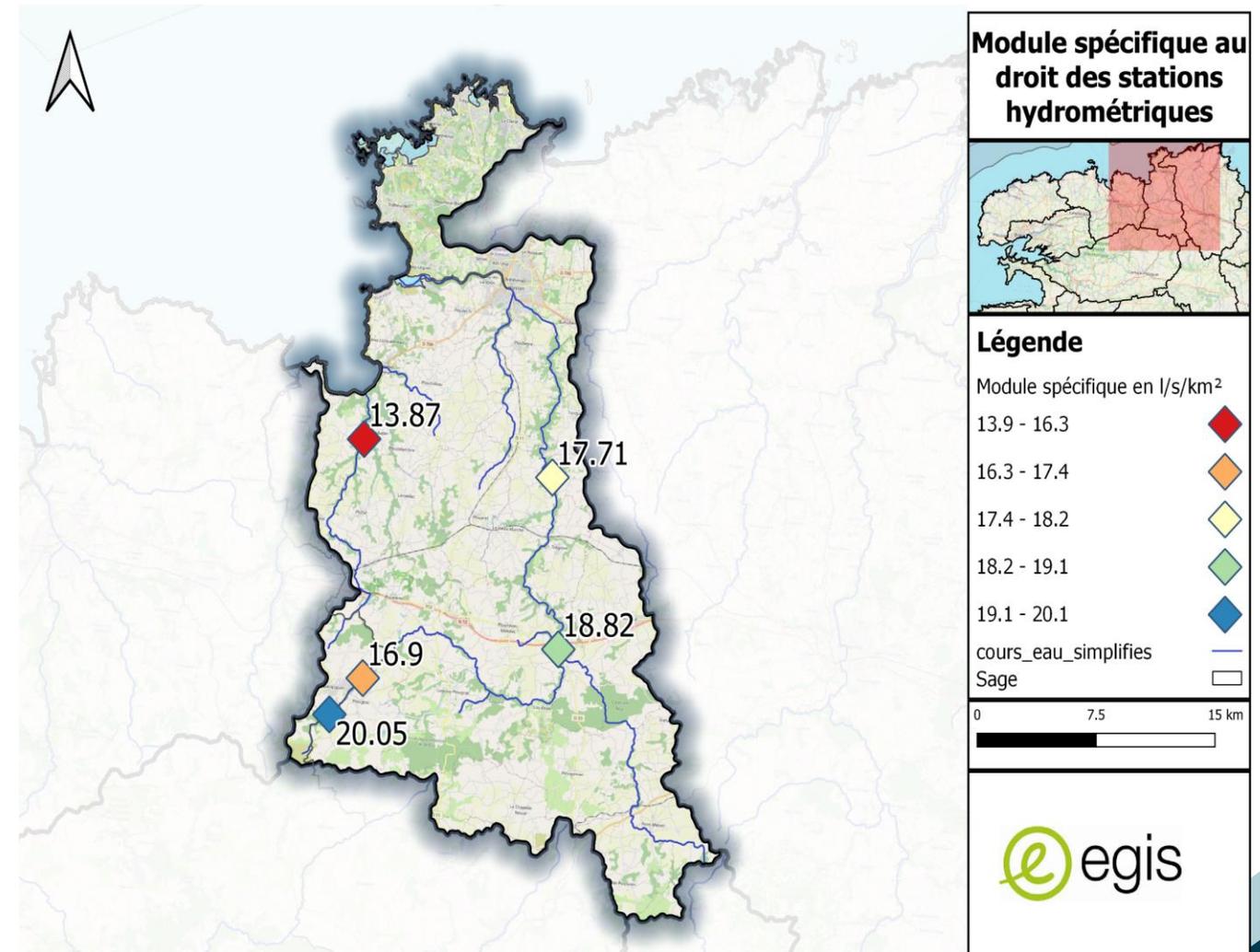
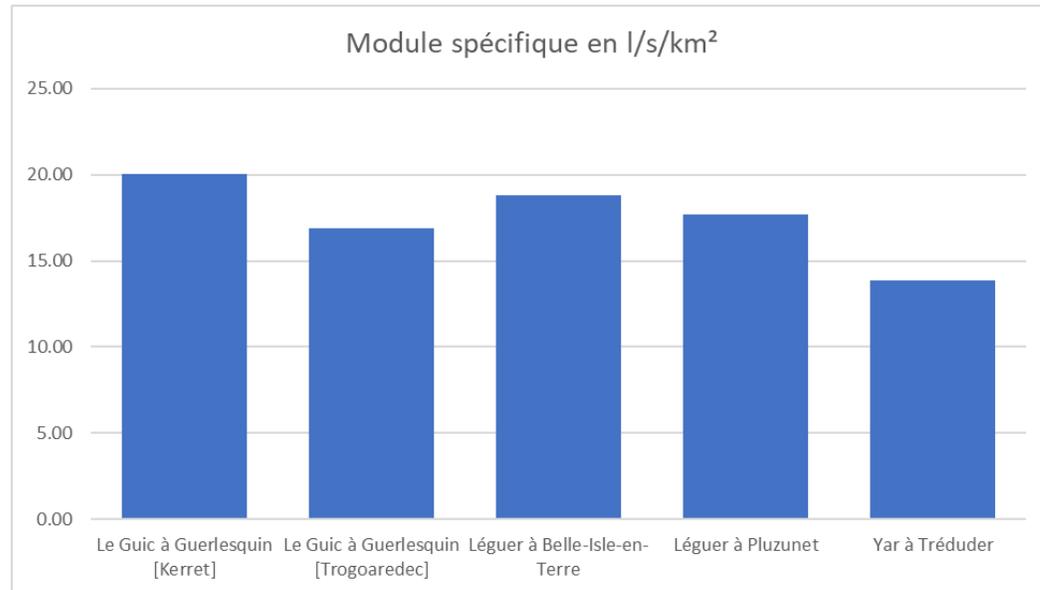
egis

MODULE INTERANNUEL AU DROIT DES STATIONS

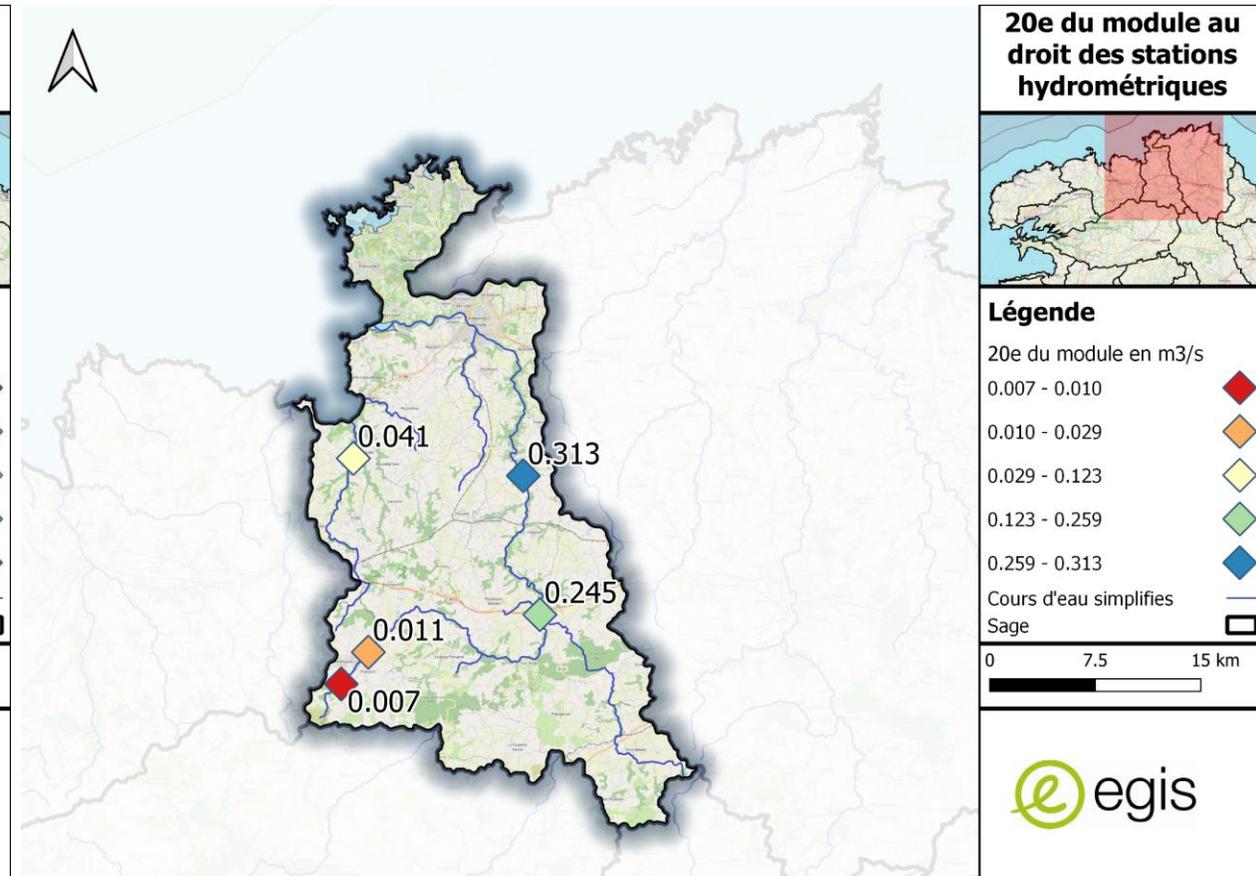
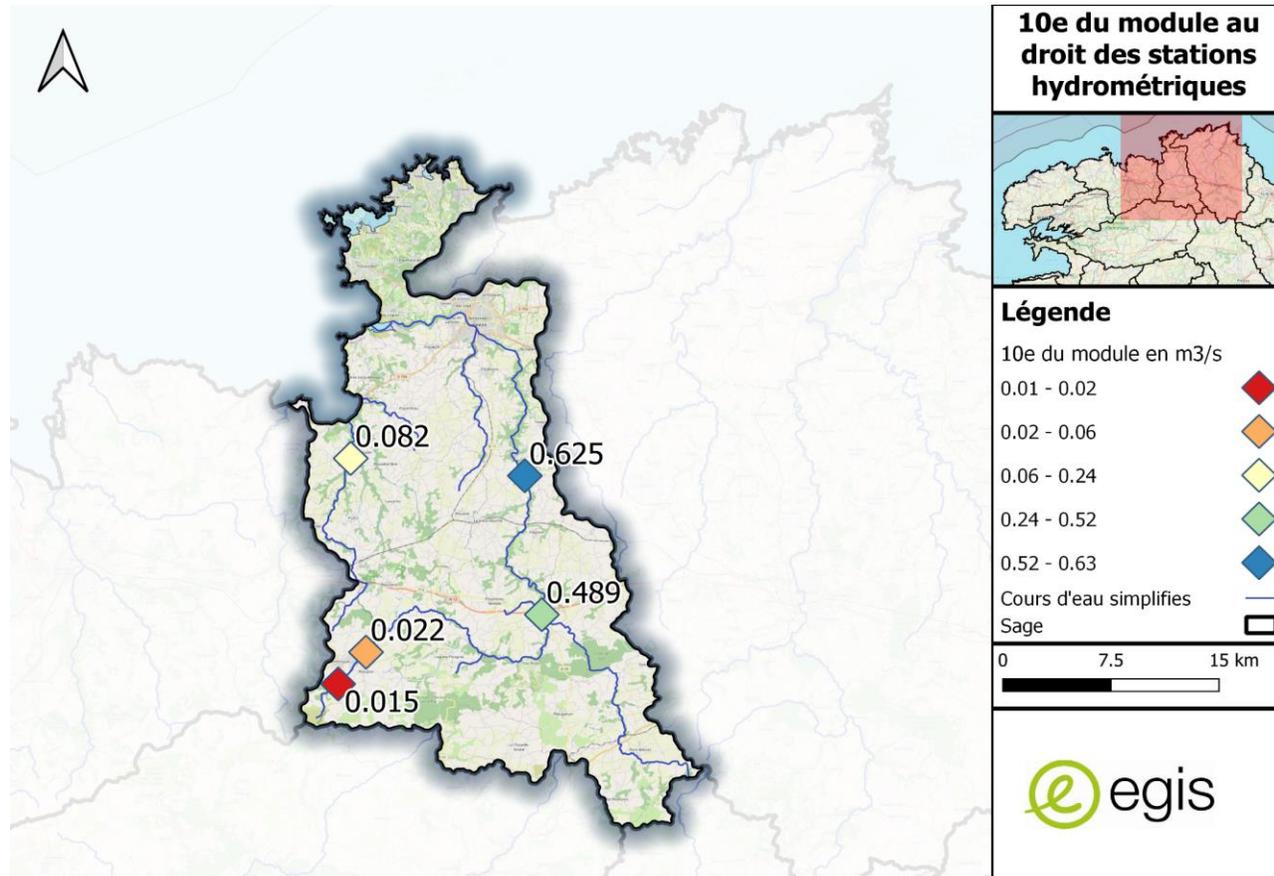
Module : Le débit annuel interannuel est la moyenne des débits annuels sur une période d'observations suffisamment longue pour être représentative des débits mesurés ou reconstitués



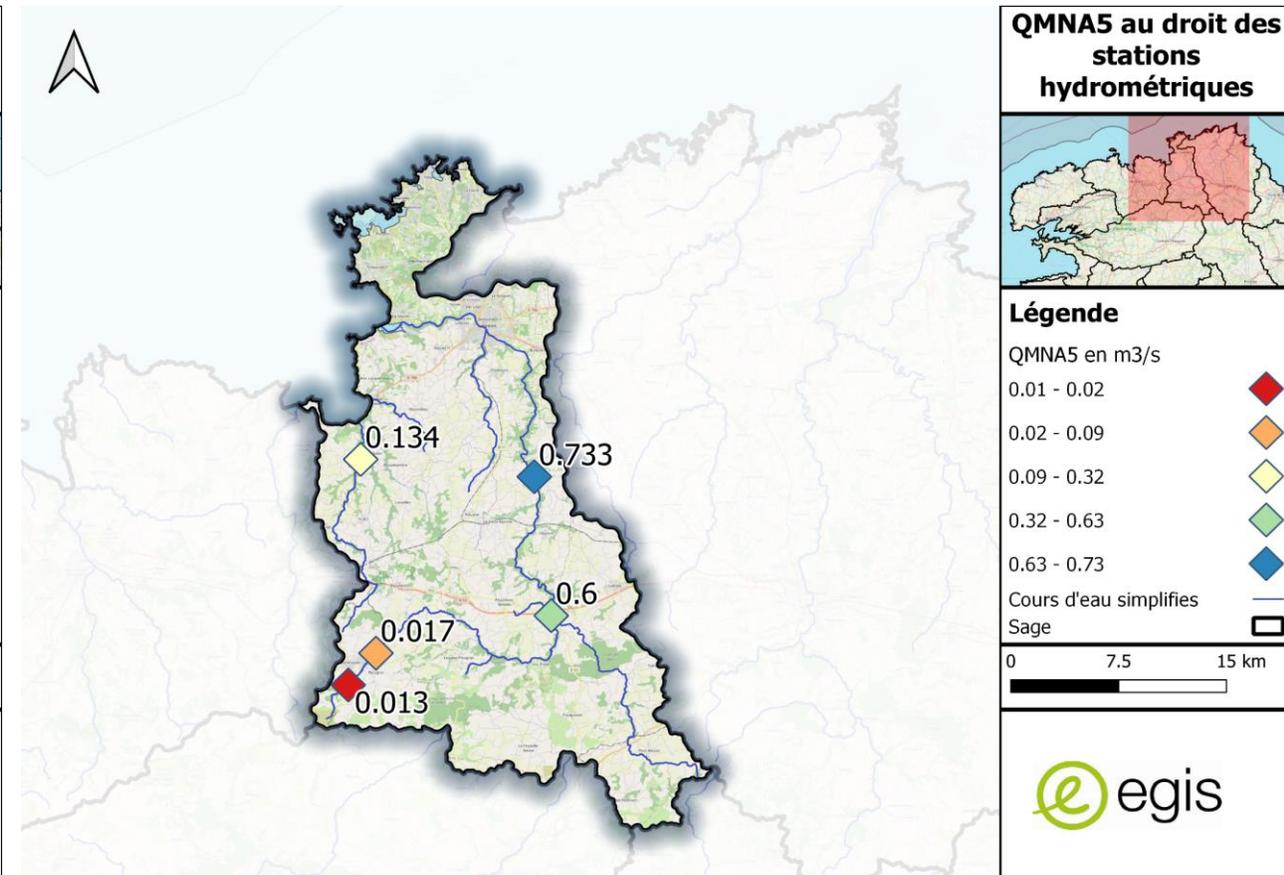
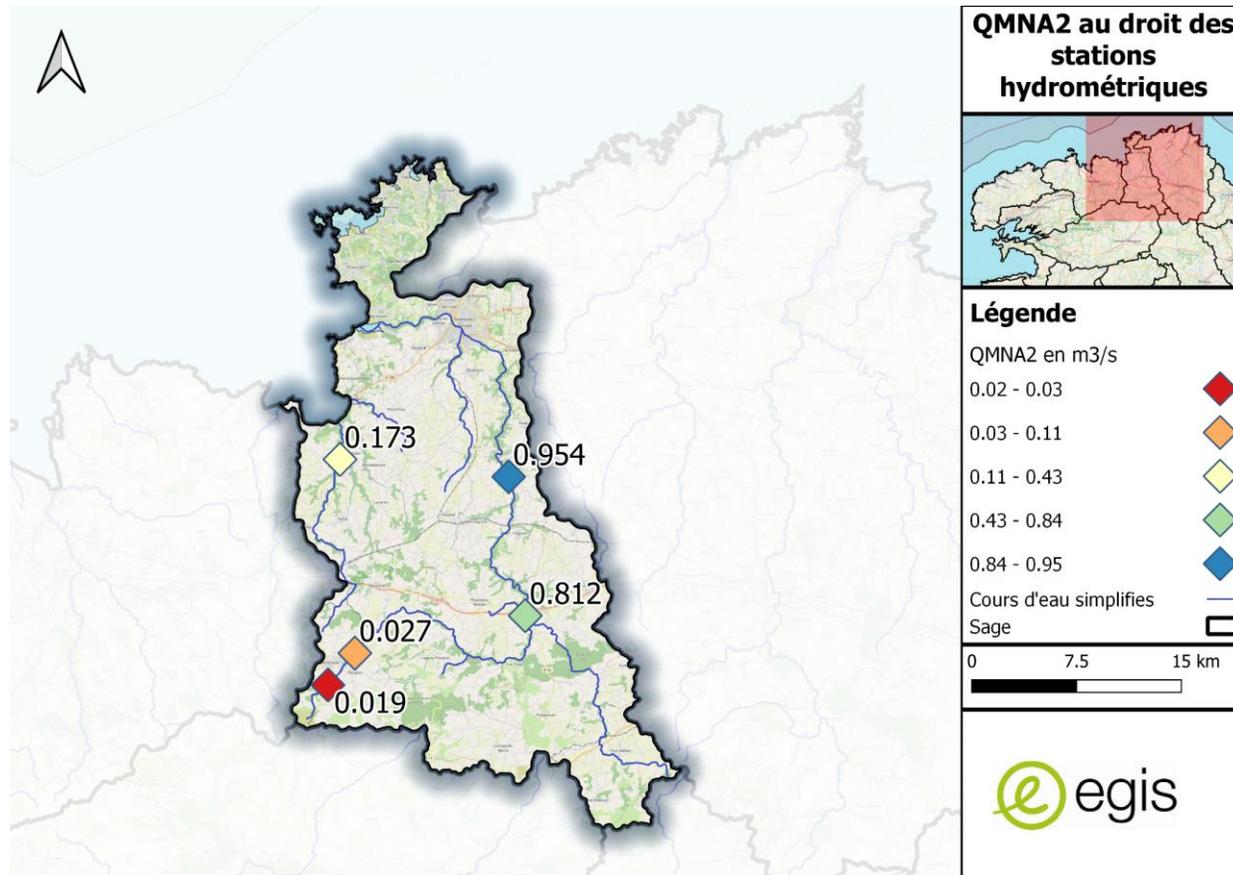
MODULE SPÉCIFIQUE AU DROIT DES STATIONS



10^E ET 20^E DU MODULE AU DROIT DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES

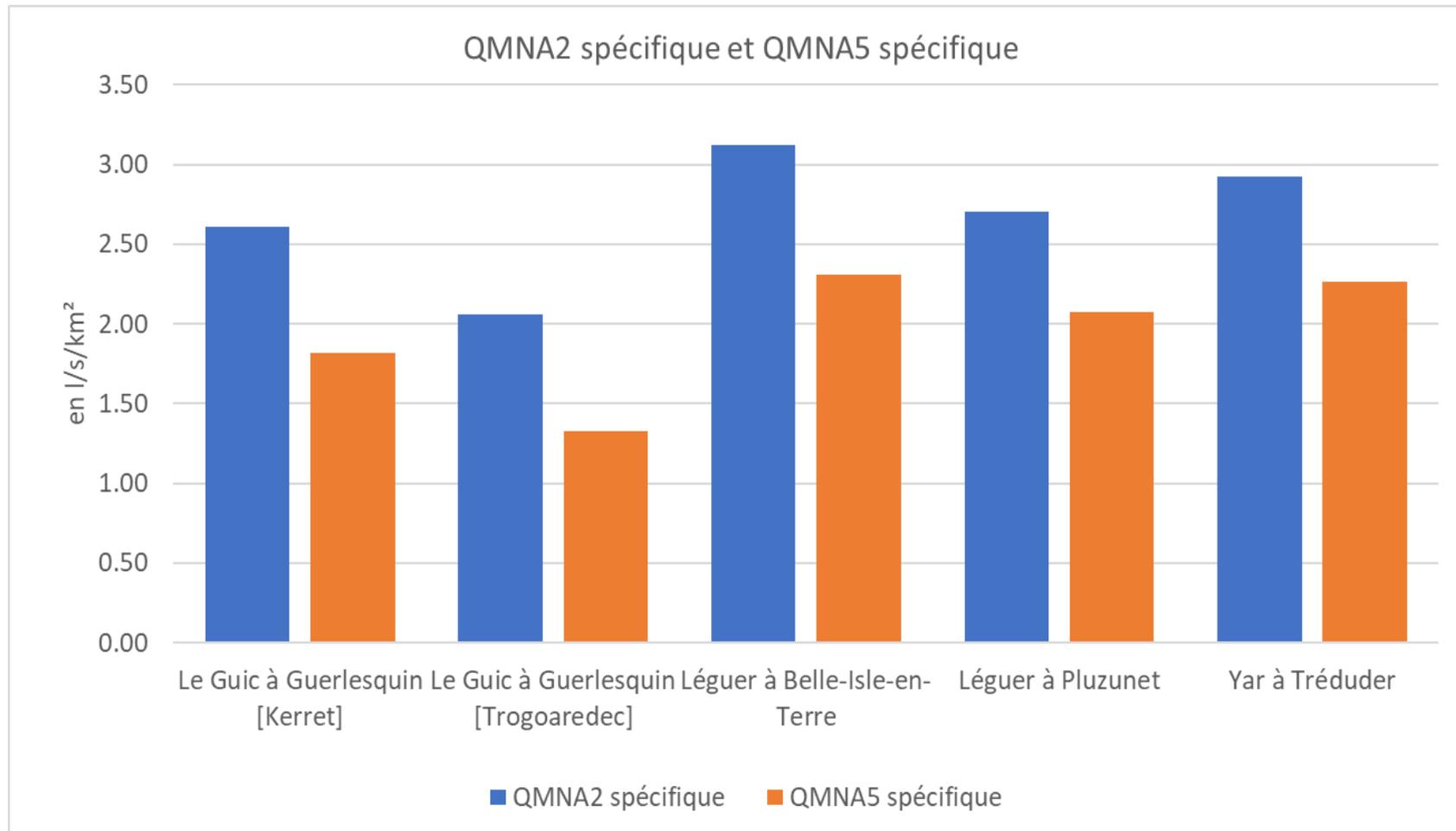


QMNA2 ET QMNA5 AU DROIT DES STATIONS

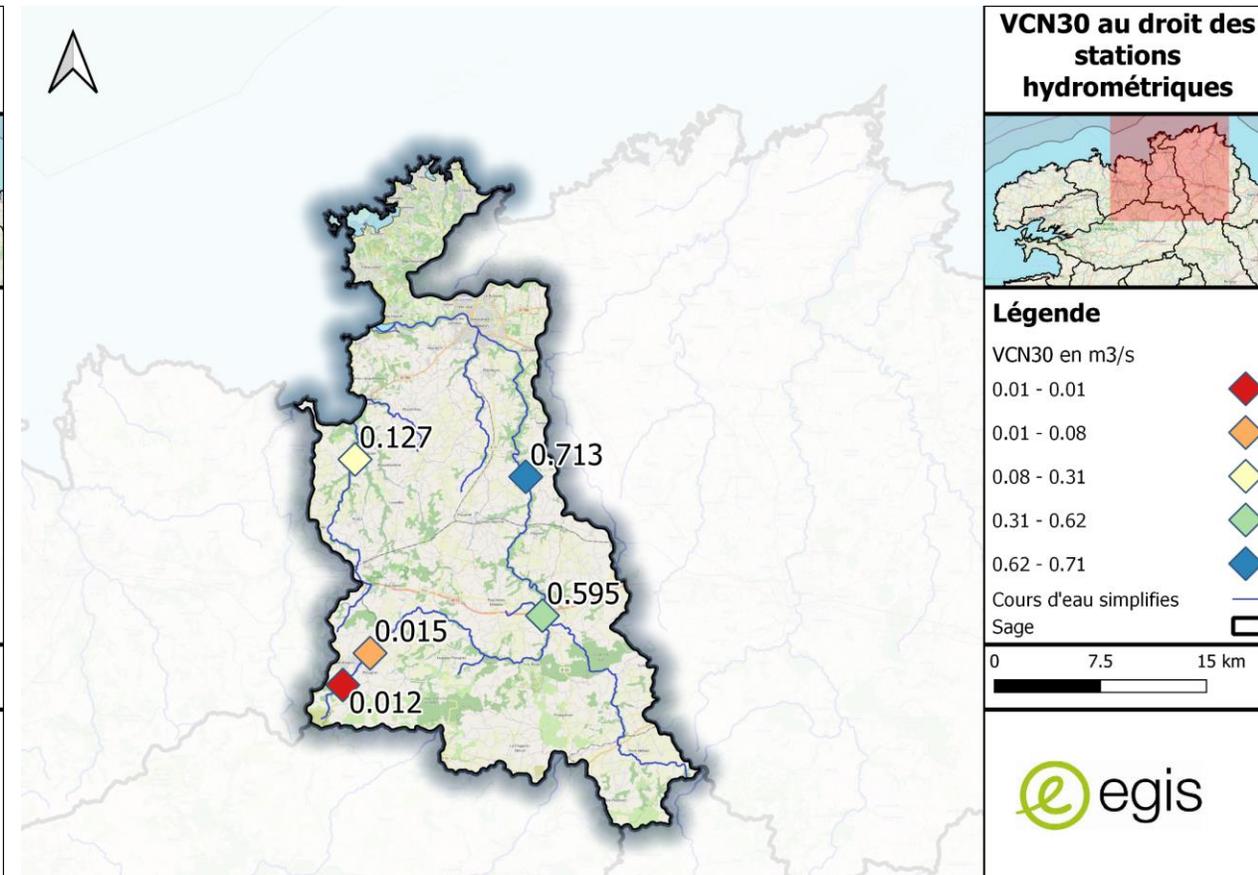
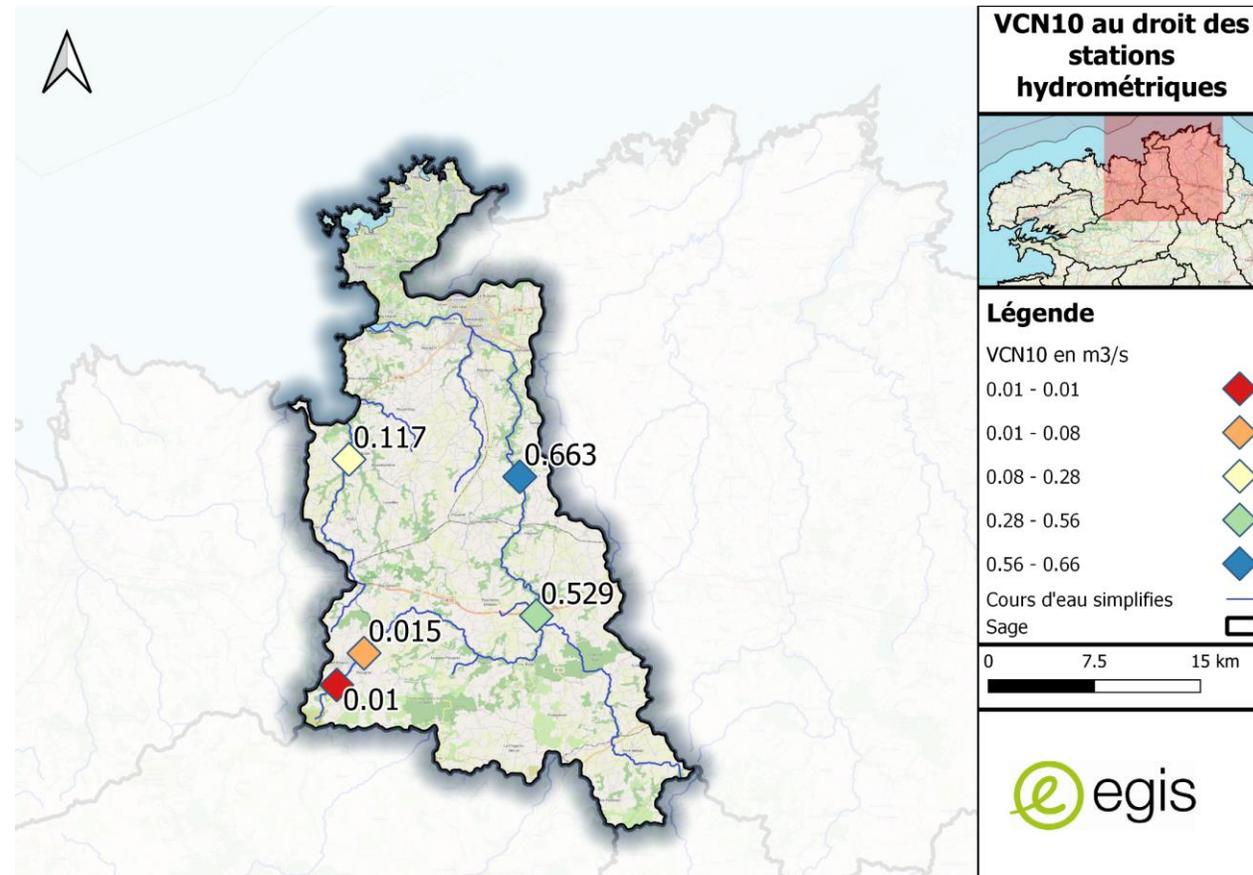


QMNA : le débit (Q) mensuel (M) minimal (N) de chaque année civile (A).
Il se calcule, par définition, à partir d'un mois calendaire.

QMNA2 SPÉCIFIQUE ET QMNA5 SPÉCIFIQUE

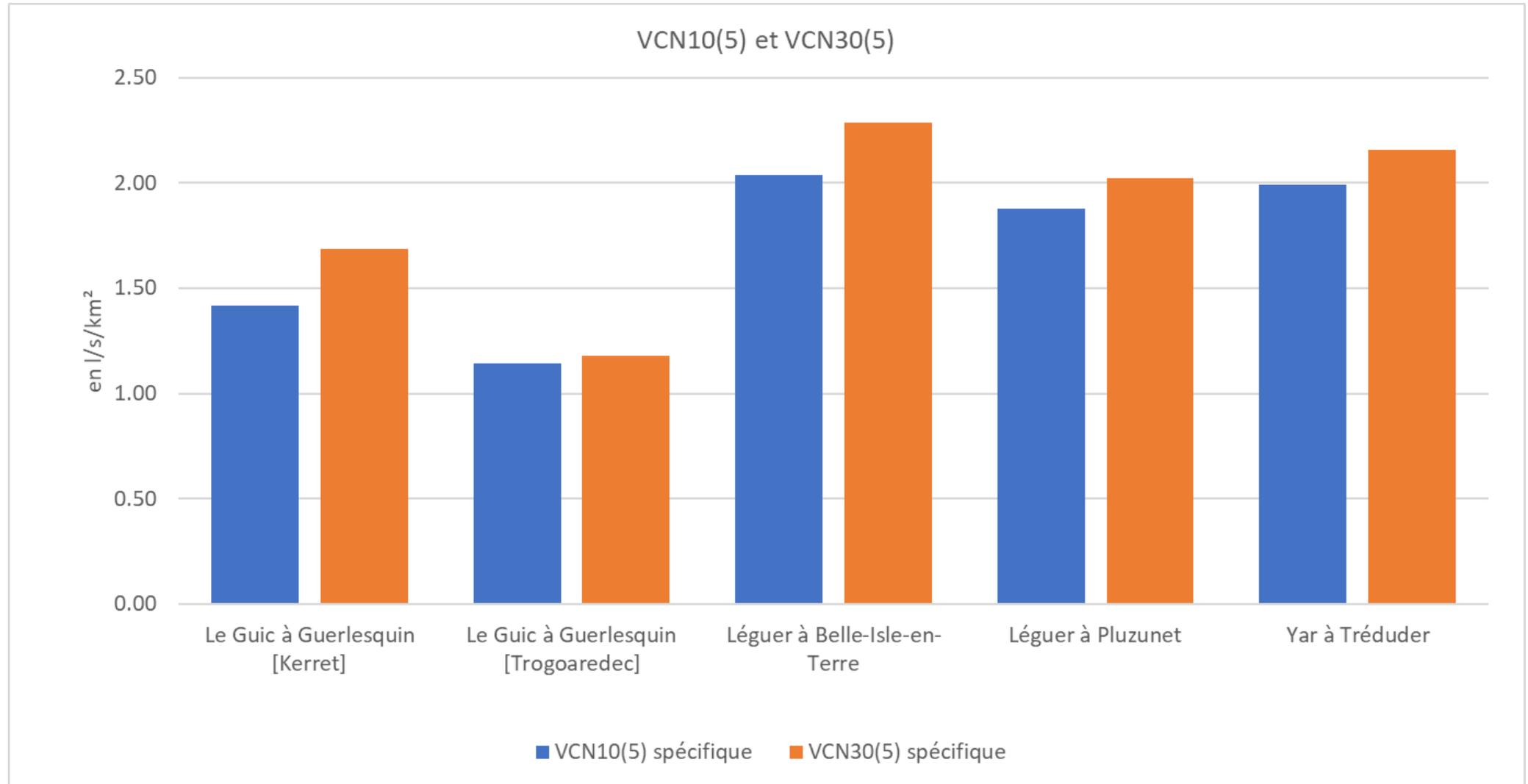


VCN10 ET VCN30 AU DROIT DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES



Le VCN_n, ou volume consécutif minimal pour n jours, est le débit minimal ou débit d'étiage des cours d'eau enregistré calculé pendant n jours consécutifs sur le mois considéré

VCN10 SPÉCIFIQUE ET VCN30 SPÉCIFIQUE

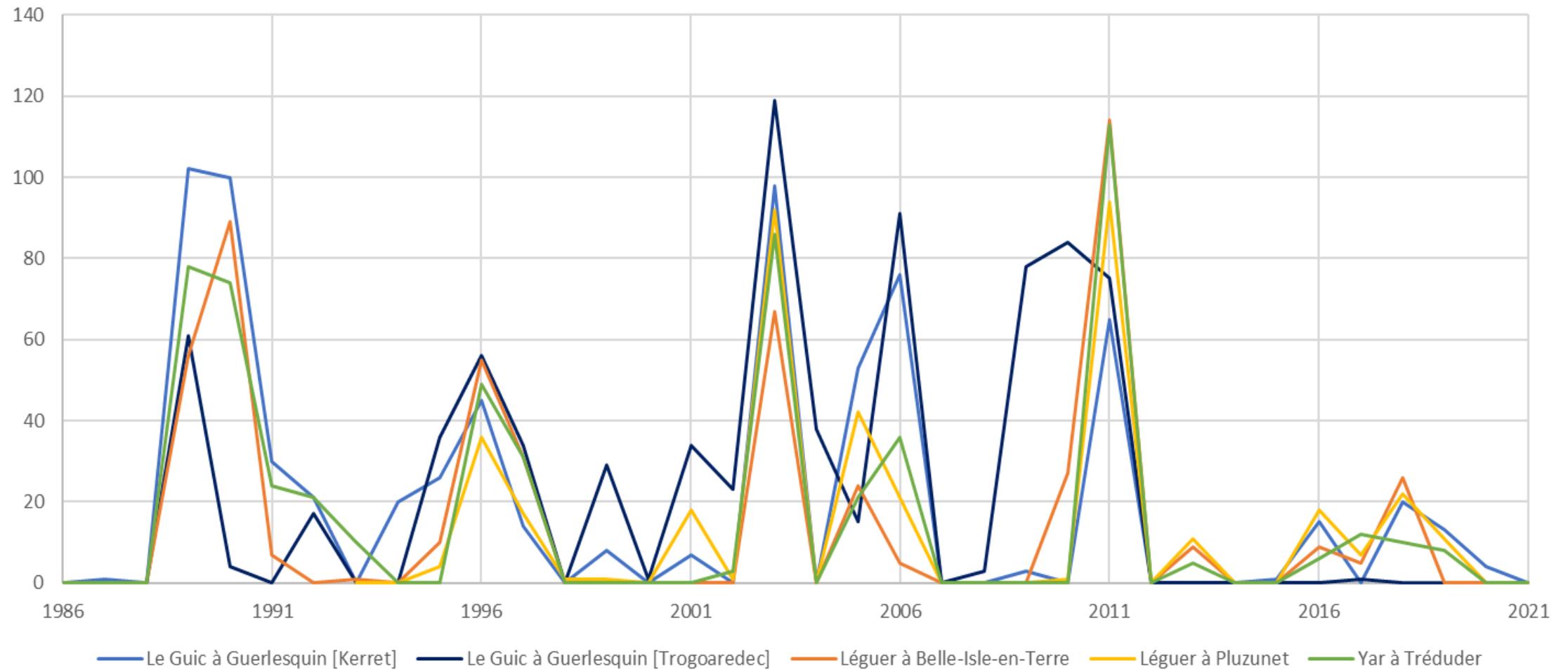


ANALYSE DES ÉTIAGES SUR LE PÉRIMÈTRE DU SAGE BAIE DE LANNION (ÉTIAGE DÉFINI PAR RAPPORT AU QMNA5)

Synthèse	Période	Date moy du 1 ^{er} jour d'étiage de l'an	Date du 1 ^{er} jour d'étiage la plus tardive de l'an	Date du 1 ^{er} jour d'étiage la plus précoce de l'an	Nbr de jours moy d'étiage	Nbr de jours max d'étiage	Nbr de jours min d'étiage	EA* moyen (l/s)	EA* max (l/s)	EA* min (l/s)	EA* moyen spécifique (l/s)
Le Guic à Guerlesquin [Kerret]	1987-2020	8 août	3 octobre 2015	25 juin 2003	34	102	1	10.6	13.2	6.8	1.46
Le Guic à Guerlesquin [Trogoaredec]	1987-2020	15 juillet	8 novembre 1990	2 février (2017)	42	119	1	12.8	17.1	4.7	0.98
Léguer à Belle-Isle-en-Terre	1973-2020	16 août	17 septembre 1991	16 juin 1976	35	114	1	455.6	596.0	144.0	1.75
Léguer à Pluzunet	1994-2020	29 août	8 octobre 2002	13 juillet 2003	23	94	1	613.8	728.0	458.0	1.74
Yar à Tréduder	1982-2020	20 août	6 octobre 2002	19 juillet 2017	35	113	3	109.9	128.0	84.0	1.86

EA* : étiage absolue (le débit journalier le plus faible sur une année)
 Pas assec observé sur l'ensemble des cours d'eau observés sur le bassin de LANNION

Evolution du nombre de jours en étiage annuel



CONCLUSION

- bassin de faible superficie drainé par les stations du Guic >>> faibles débits et des étiages marqués ;
- Effet significatif du barrage/STEP du Guic à Guerlesquin ;
- Bassin du Léguer dispose d'un module interannuel élevé et des étiages moyens ;
- Bassin du Yar : Les étiages sont moins marqués que sur le Guic.

HYDROGÉOLOGIE

AQUIFÈRE

Trois types d'aquifère :

- Aquifères alluviaux
- Aquifère des bassins tertiaires (au nombre de 21)
- Aquifère de socle
 - *Horizon supérieur (1 à 10 m) roche altérée >>> milieux poreux*
 - *Horizon inférieur >>> milieux fissuré possible jusqu'à 200 à 250 m de profondeur*

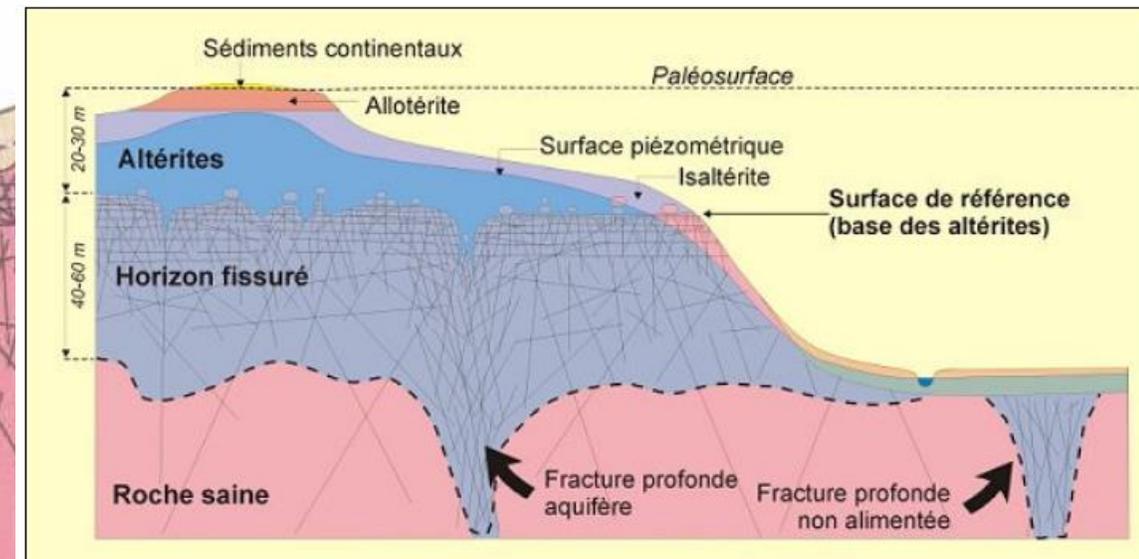
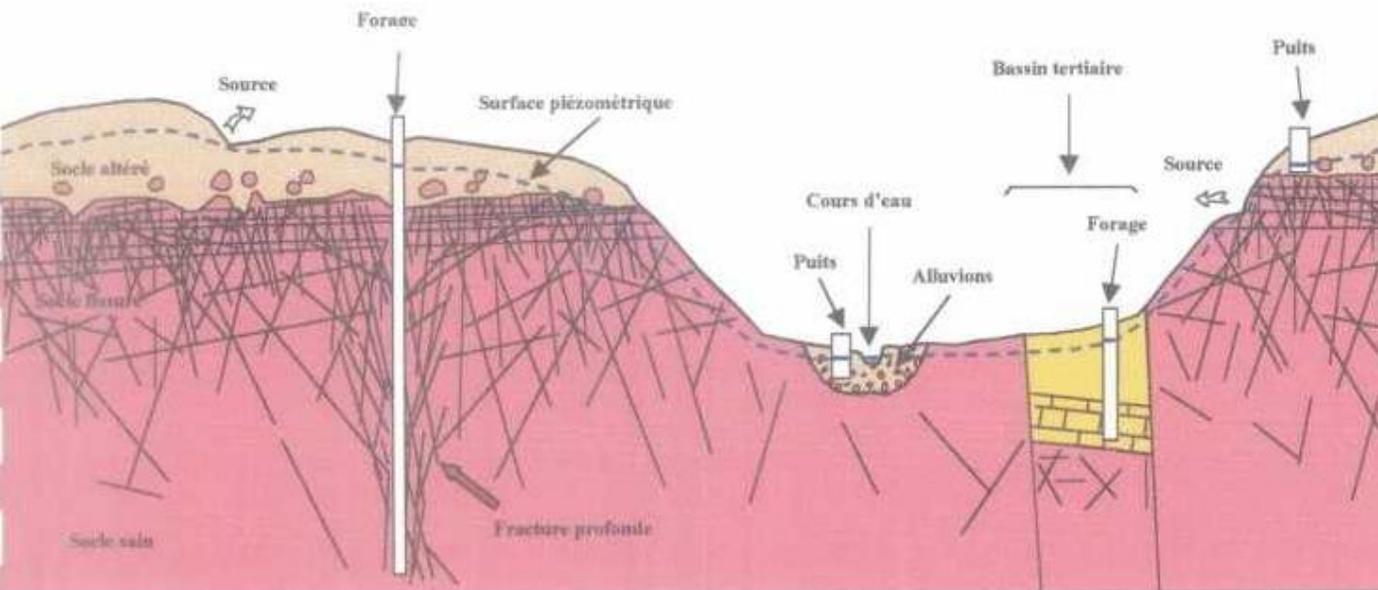


Illustration 2 - Modèle conceptuel des altérations supergènes en domaine granitique (Wyns, 1998)

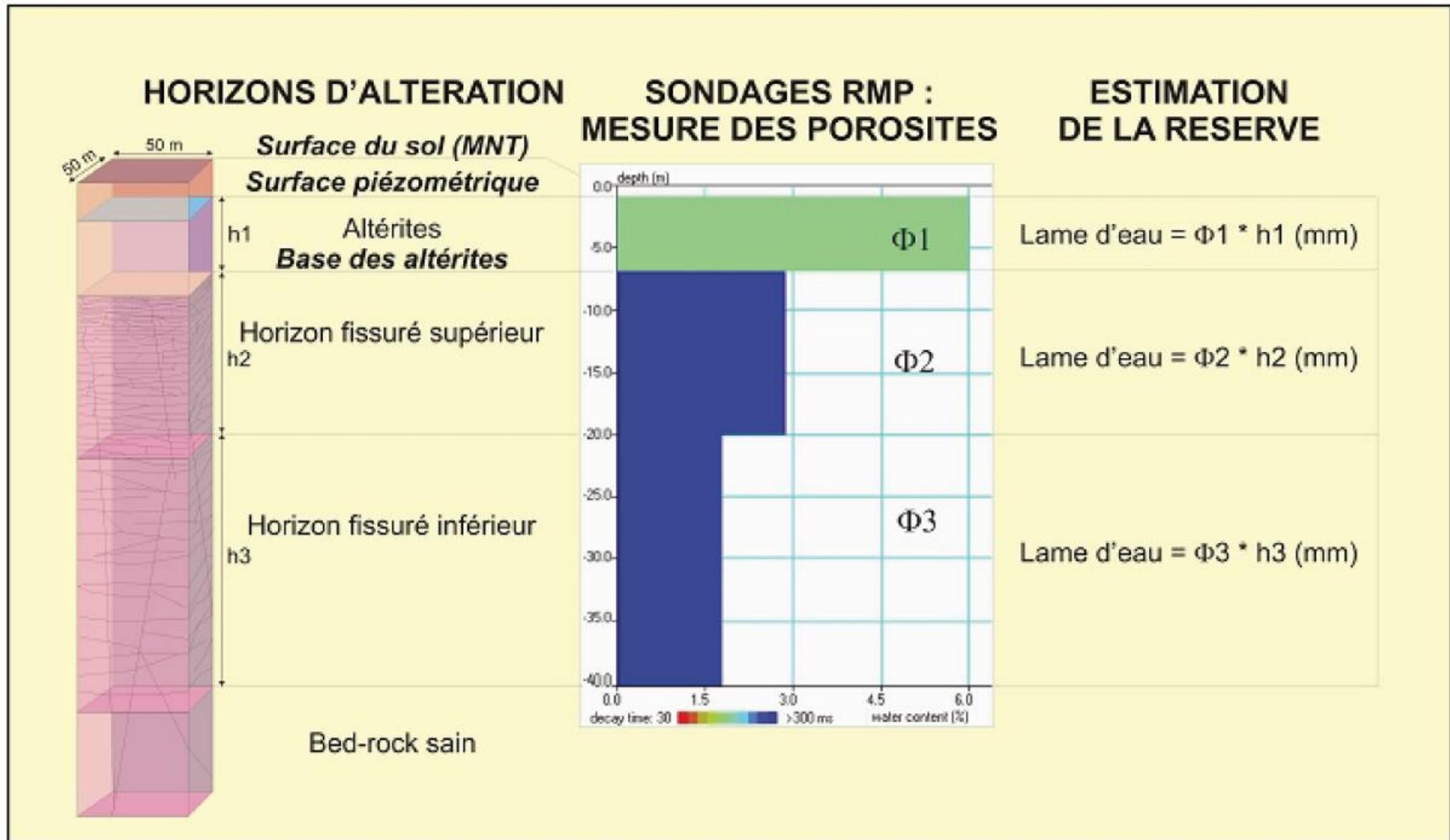
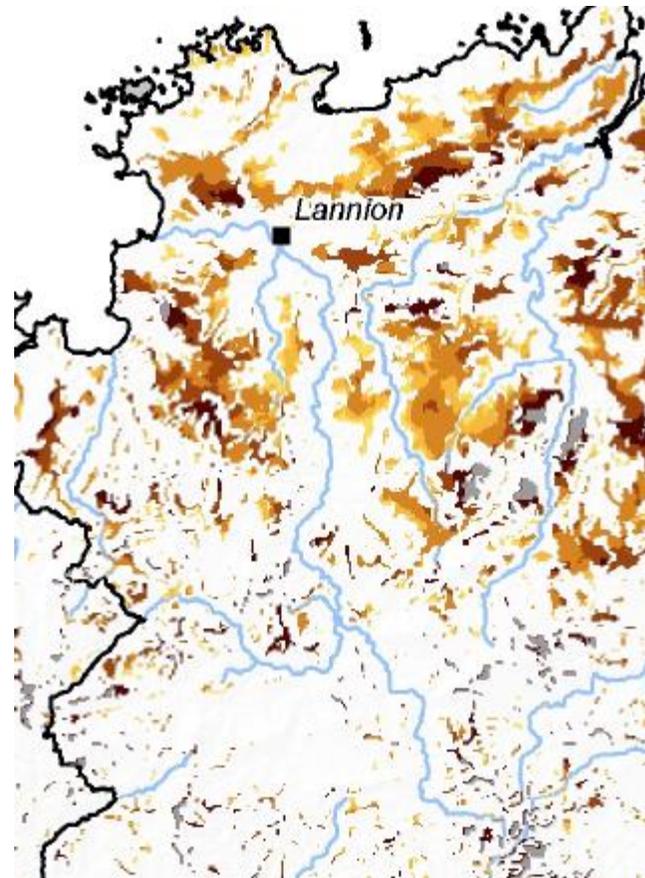


Figure 6 : Principe utilisé pour le calcul des volumes d'eau souterraine

EPAISSEUR DES ALTÉRITES

Si important : Rôle d'emmagasinement de l'eau de pluie

Si absent : Rôle capacitif et transmissif (roche fissurée affleurante)

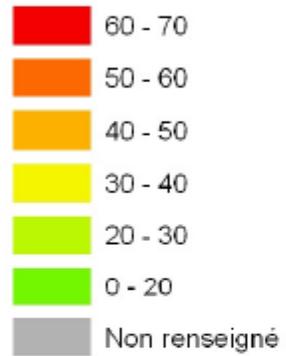


SILURES BRETAGNE

Géométrie des réservoirs aquifères

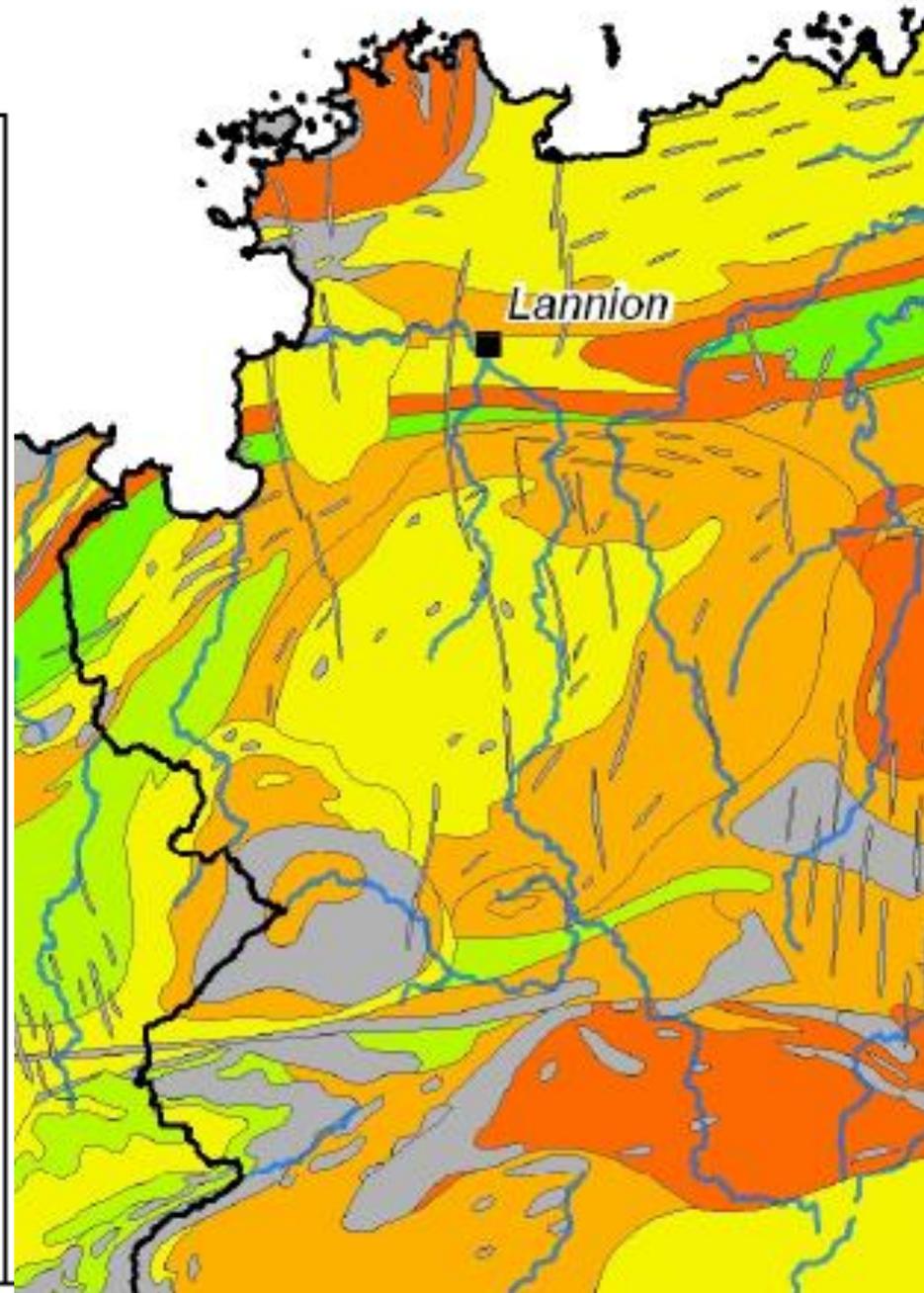
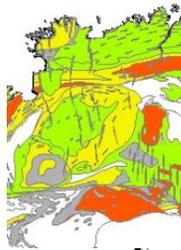
Légende générale

Epaisseur du milieu fissuré utile (en mètres)



En encart

Formations géologiques où il y a eu extrapolation, et écart-type sur la prédiction (en mètres)



SILURES BRETAGNE

Contribution globale annuelle des eaux souterraines à l'alimentation des rivières

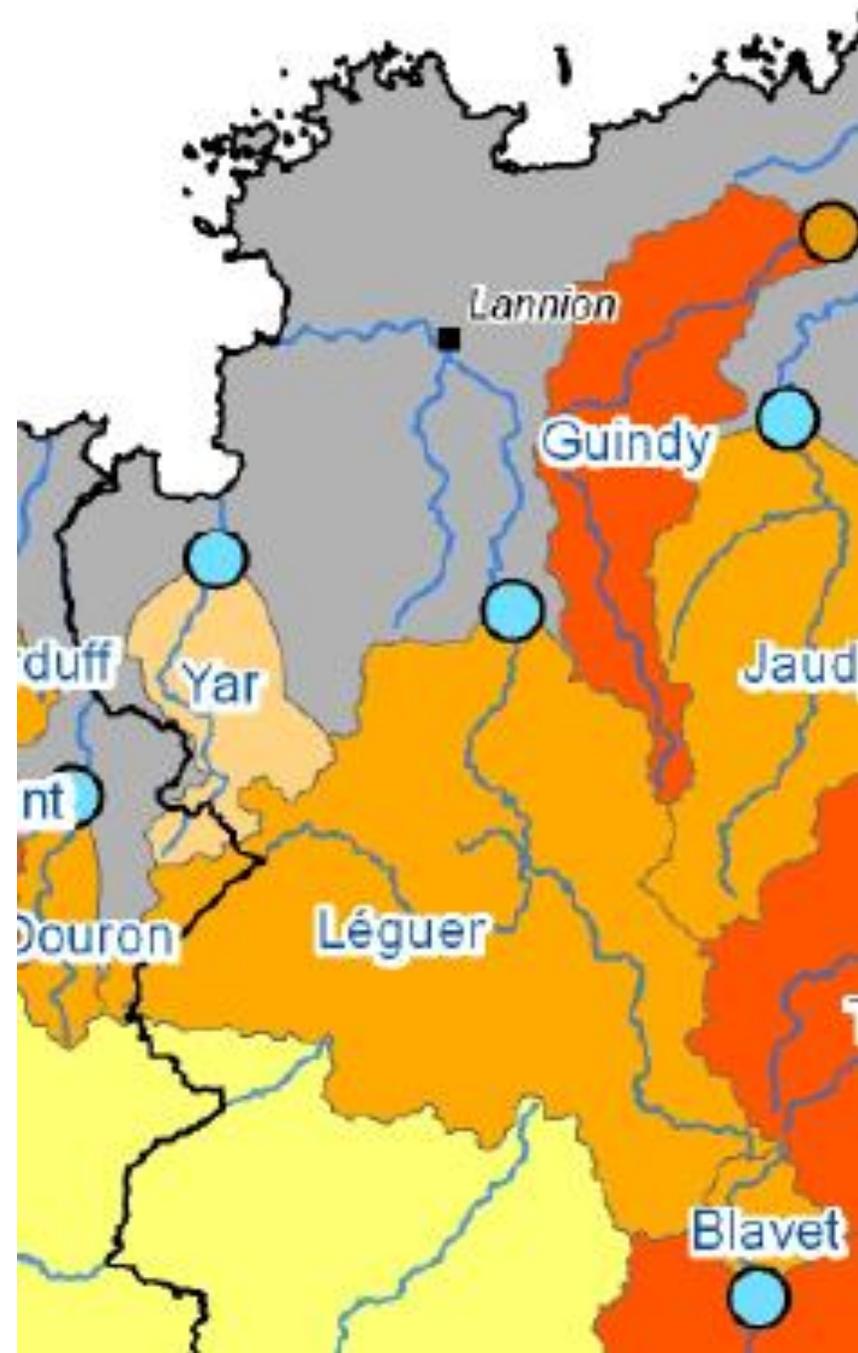
Légende générale

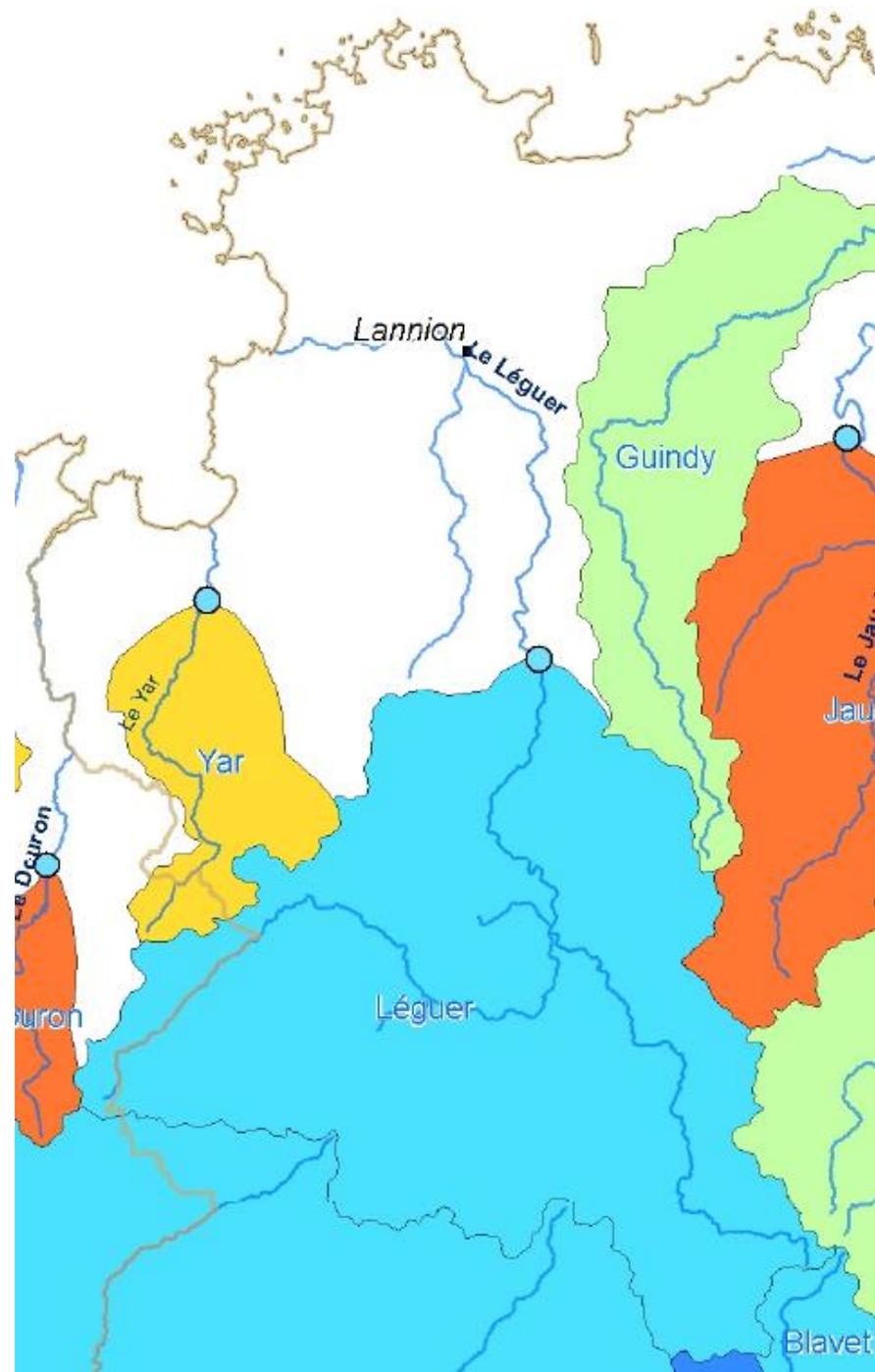
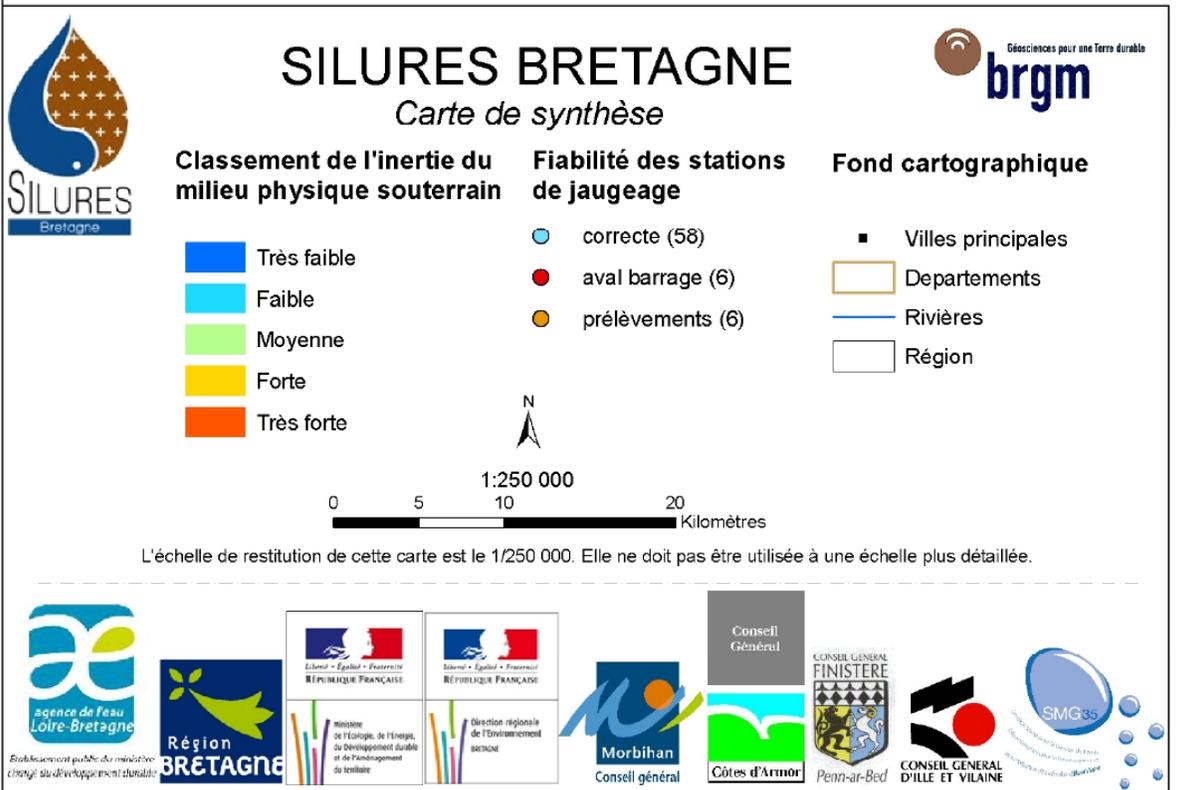
Classes de pourcentage d'écoulement souterrain

-  (35 - 50 %) Faible contribution des eaux souterraines (21)
-  (50 - 55 %) Contribution moyenne des eaux souterraines (17)
-  (55 - 60 %) Assez bonne contribution des eaux souterraines (20)
-  (60 - 85 %) Forte contribution des eaux souterraines (12)
-  Non renseigné

Fiabilité des stations de jaugeage

-  correcte (58)
 -  aval barrage (6)
 -  prélèvements (6)
- Réseau hydrographique





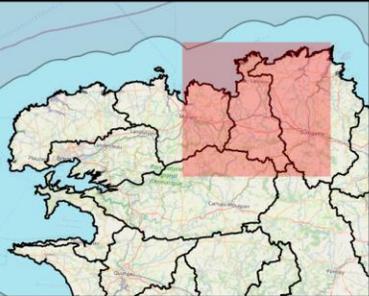
STATION DE MESURE DE LA NAPPE

numéro	BSS000TBHG (02413X0065/PZ)
commune	Louargat (22135)
département	Côtes-d'Armor (22)
Bassin	Loire-Bretagne
Nature	Forage
Nbr de mesures	6320
date début	04/12/2003
date fin	14/06/2021
Altitude (m)	151
matériau sol	Socle métamorphique
Coordonnées x*	229908
Coordonnées y*	6846935

*Les coordonnées sont en Lambert 93



Localisation de la station piezométrique du le Sage Baie de Lannion



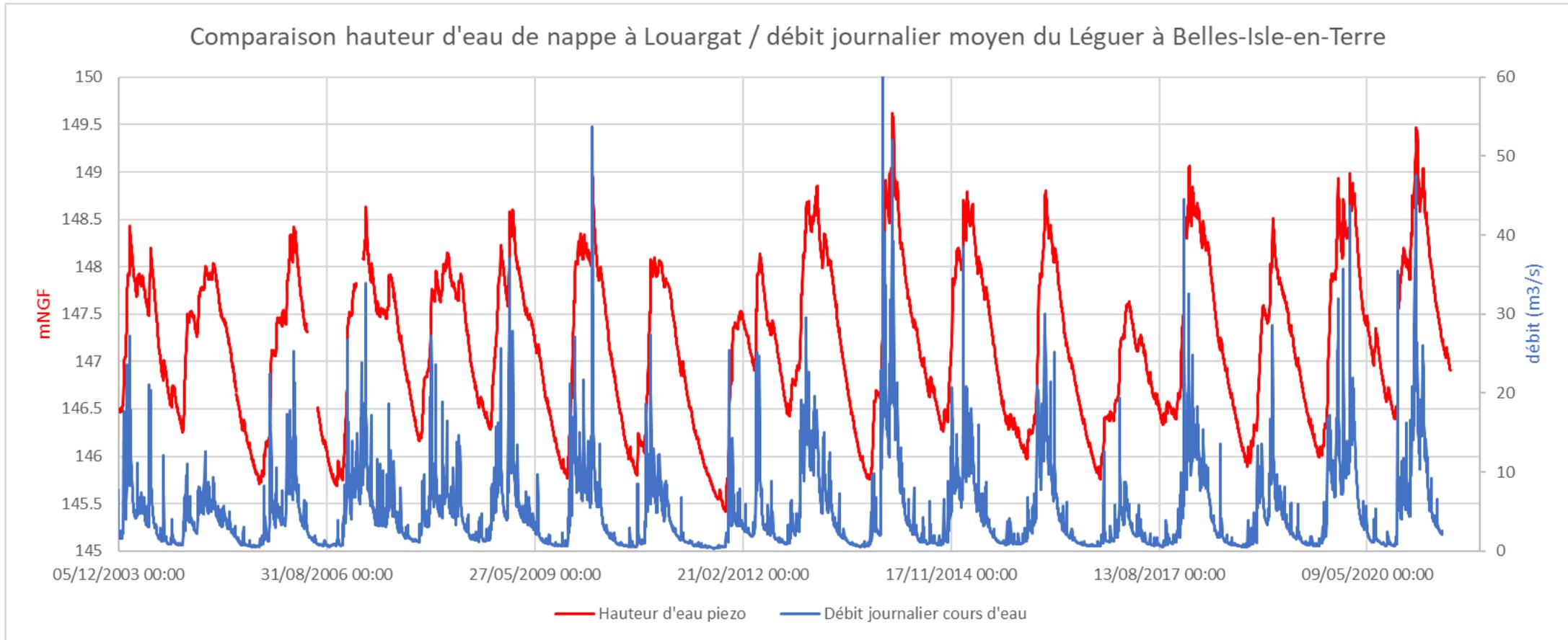
Légende

- Piezomètre (ades.eaufrance) 
- Stations Hydrométriques 
- Réseau hydrographique principal 
- Périmètre du Sage Baie de Lannion 

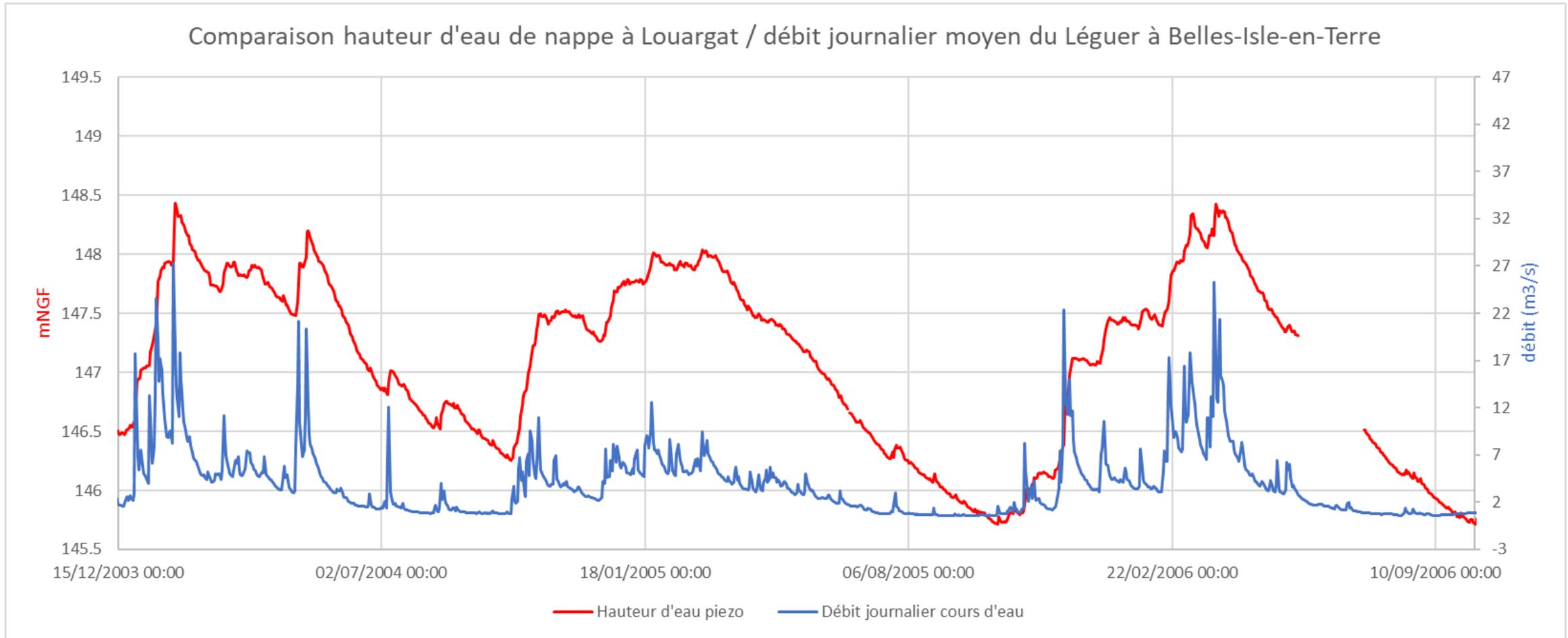
0 7.5 15 km



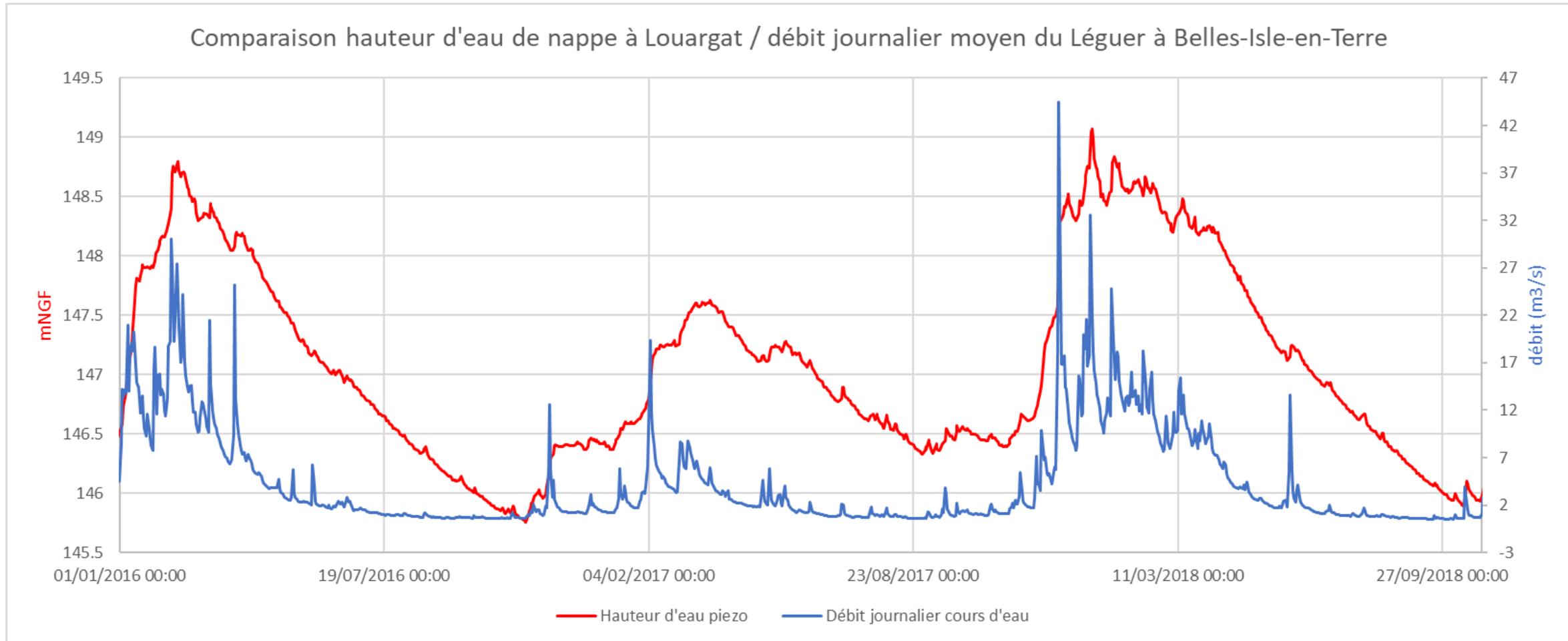
CORRÉLATION ENTRE LA NAPPE ET LE COURS D'EAU



ZOOM AUTOUR DE L'ANNÉE 2005



ZOOM AUTOUR DE L'ANNÉE 2017



MÉTHODOLOGIE

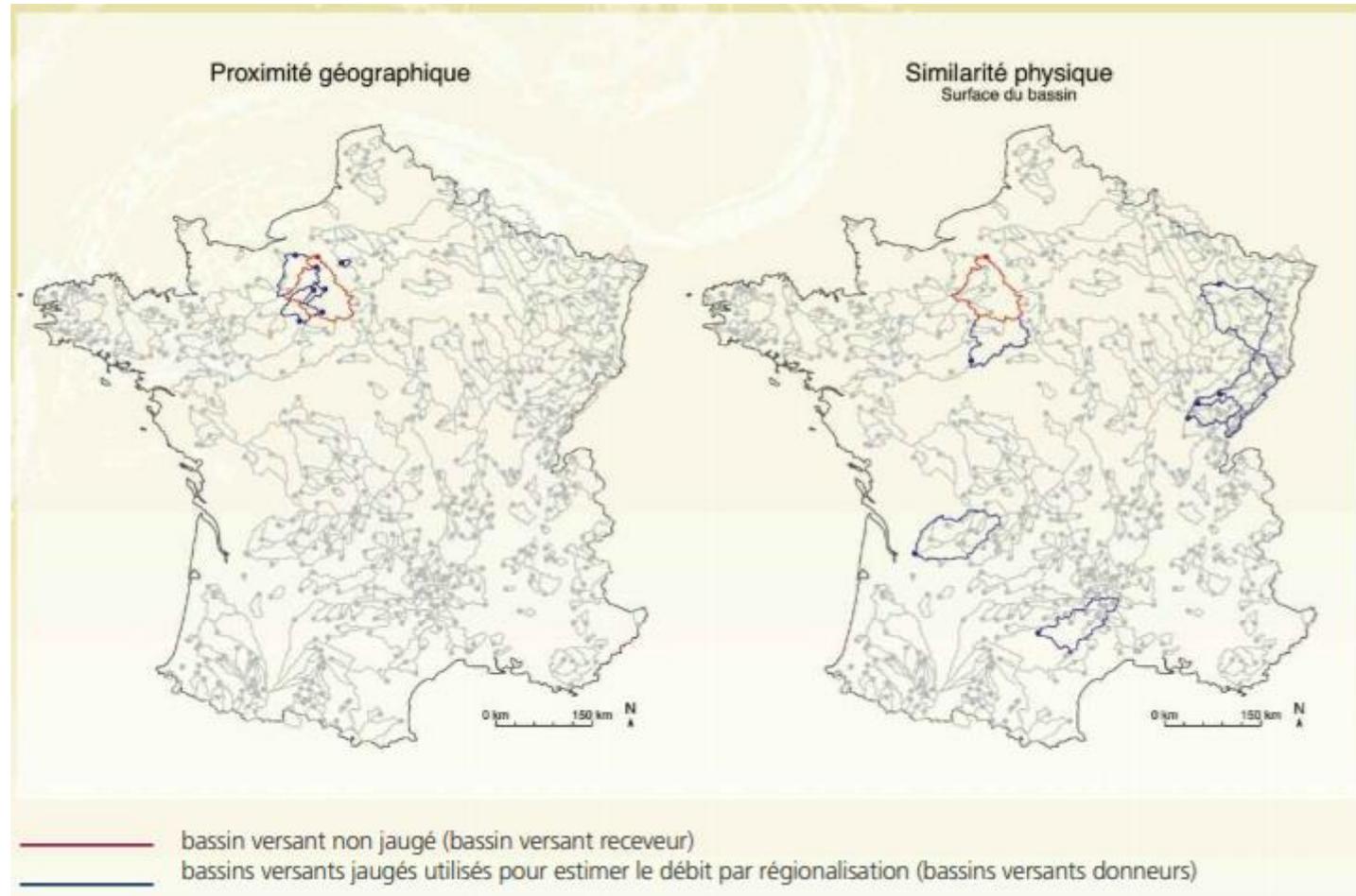


Méthodologie pour estimer les débits des bassins versants non jaugés

QU'EST-CE QU'UNE RÉGIONALISATION ?

- Étude d'un BV qui ne possède pas de mesures de débit = calage pas possible
- Utilisation information hydrologique autre BVs instrumenté (BV donneurs), transfert vers BV non jaugé (BV receveur)
- Critères suivants :
 - **Proximité géographique entre les deux BVs → Faible variation spatiale des conditions physiques environnantes**
 - **Similarités physiques: géologie, géomorphologie, taille, etc.**
 - **BVs faiblement influencés par des activités humaines / activités connues**

QU'EST-CE QU'UNE RÉGIONALISATION ?



Source : ex ONEMA → OFB

MÉTHODE SIMFEN

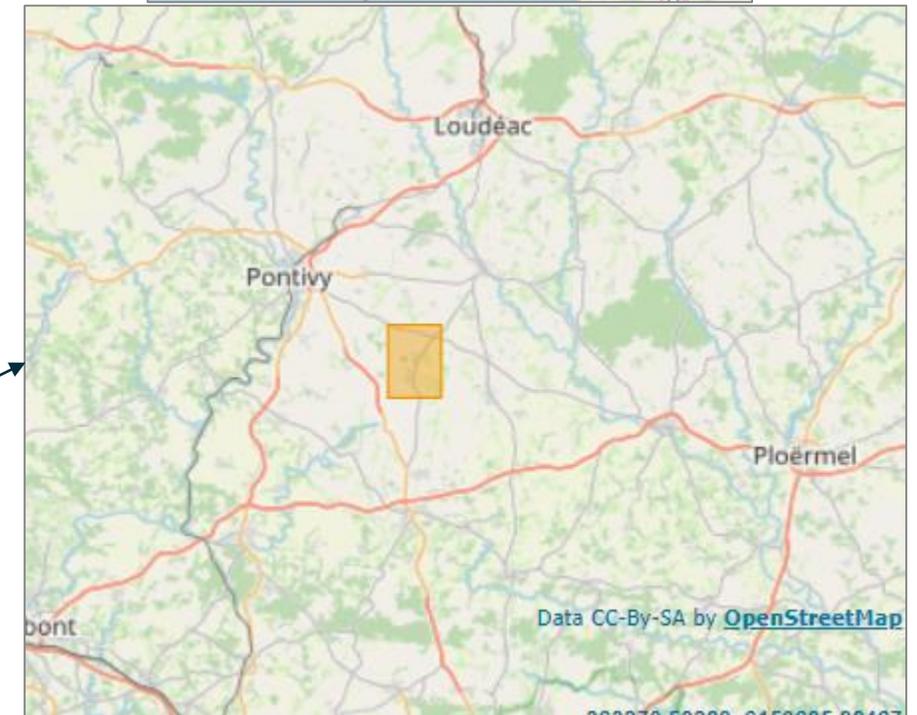
Service Interopérable de Modélisation des Flux d'Eau et de
Nutriments

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

- Outil de modélisation hydrologique : SIMFEN (Service Interopérable de Modélisation des Flux d'Eau et de Nutriments)
- Projet SIMFEN initié en 2017
- Coordonné par Agrocampus Ouest (ex IRSTEA,auj. INRAE), GéoBretagne, la DREAL Bretagne et l'Observatoire de l'Eau en Bretagne
- Outil qui permet de simuler des débits en tout point du réseau hydro breton
- Possibilité d'acquérir des chroniques de débit en tout point non jaugé
- Comment se présente le modèle ?
- Interface web qui permet à n'importe quel utilisateur d'accéder aux résultats, plateforme très intuitive

PRINCIPE

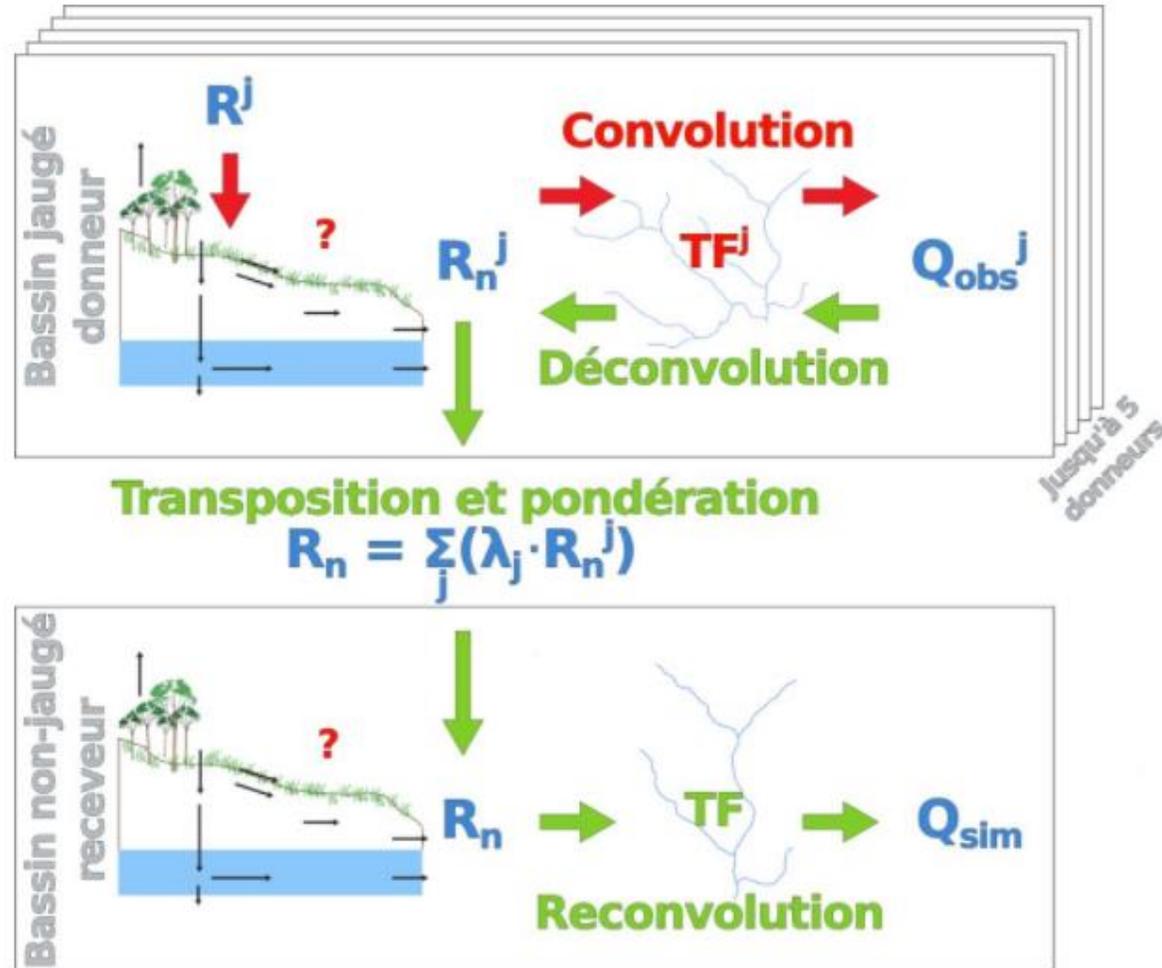
- Transposition à base géomorphologique (donc prise en compte de paramètres physiques) :
- **Prédiction des paramètres d'un BV non jaugé (BV receveur) à partir des connaissances des paramètres de BVs jaugés (BV donneurs)**
- **Géomorphologie déterminée à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT= → Évaluation de la vitesse d'écoulement moyenne d'un BV)**
- **Méthode validée autour du BV de Naizin dans le Morbihan puis sur l'ensemble de la Bretagne**
- **Les caractéristiques des BVs « donneurs » sont déjà pré-calculées puisqu'ils sont jaugés**



PRINCIPE

- **Modélisation en 2 temps :**
 - 1. Inversion : modélisation des flux d'eau dans les « BVs donneurs » à partir l'estimation de la pluie nette sur le BV grâce à une fonction de transfert de l'eau (réseau hydrographique)**
 - 2. Convolution : s'effectue sur le « BV receveur », simulation des flux à partir de la fonction de transfert inversée des « BV donneurs » + caractéristiques géomorpho du « BV receveur »**
 - Le modèle recherche l'ensemble des stations de mesures dans un rayon de 50km qui disposent de mesures sur la période de simulation souhaitée
 - Seuls les 5 BVs ayant la plus courte distance géostatistique (distance qui combine toutes les distances possibles : exutoires, centroïdes) sont retenus
 - Calcul du poids de ces 5 « BVs donneurs » pour pondérer la pluie nette simulée
 - Convolution de la pluie nette sur le « BV receveur » & calcul du débit à l'exutoire retenu

SCHÉMA DE PRINCIPE



Principe d'inversion / transposition

Source : Mode d'emploi SIMFEN

Avec :

R_j : Pluie totale journalière

R_{nj} : Pluie nette journalière

TF_j : fonction de transfert

Q_{obsj} : débit observé journalier

Q_{sim} : débit simulé

MÉTHODE INITIÉE PAR LES TRAVAUX DE RECHERCHE DE

Alban DE LAVENNE • 28 novembre 2013

Thèse AGROCAMPUS OUEST
sous le label de l'Université Européenne de Bretagne
pour obtenir le grade de
DOCTEUR D'AGROCAMPUS OUEST
Spécialité Sciences de l'environnement

ÉCOLE DOCTORALE • Sciences de la matière (SDLM)
LABORATOIRE D'ACCUEIL • UMR 1069 INRA-AGROCAMPUS
OUEST Sol Agro et hydrosystème spatialisation (SAS)

**Modélisation hydrologique
à base géomorphologique
de bassins versants non jaugés
par régionalisation
et transposition
d'hydrogramme**

Patrick DURAND

Directeur de recherche, UMR INRA/AO - SAS Rennes
président

Roger MOUSSA

Directeur de recherche, SupAgro Montpellier
rapporteur

Ludovic OUDIN

Maitre de conférences, Université Pierre et Marie Curie Paris
rapporteur

Hubert SAVENIJE

Professeur, University of Technology Delft
examineur

Christophe CUDENNEC

Professeur AO, UMR INRA/AO - SAS Rennes
directeur de thèse

EXEMPLE D'APPLICATION SUR LE ROSCOAT

BV du Dourduf : BV donneur

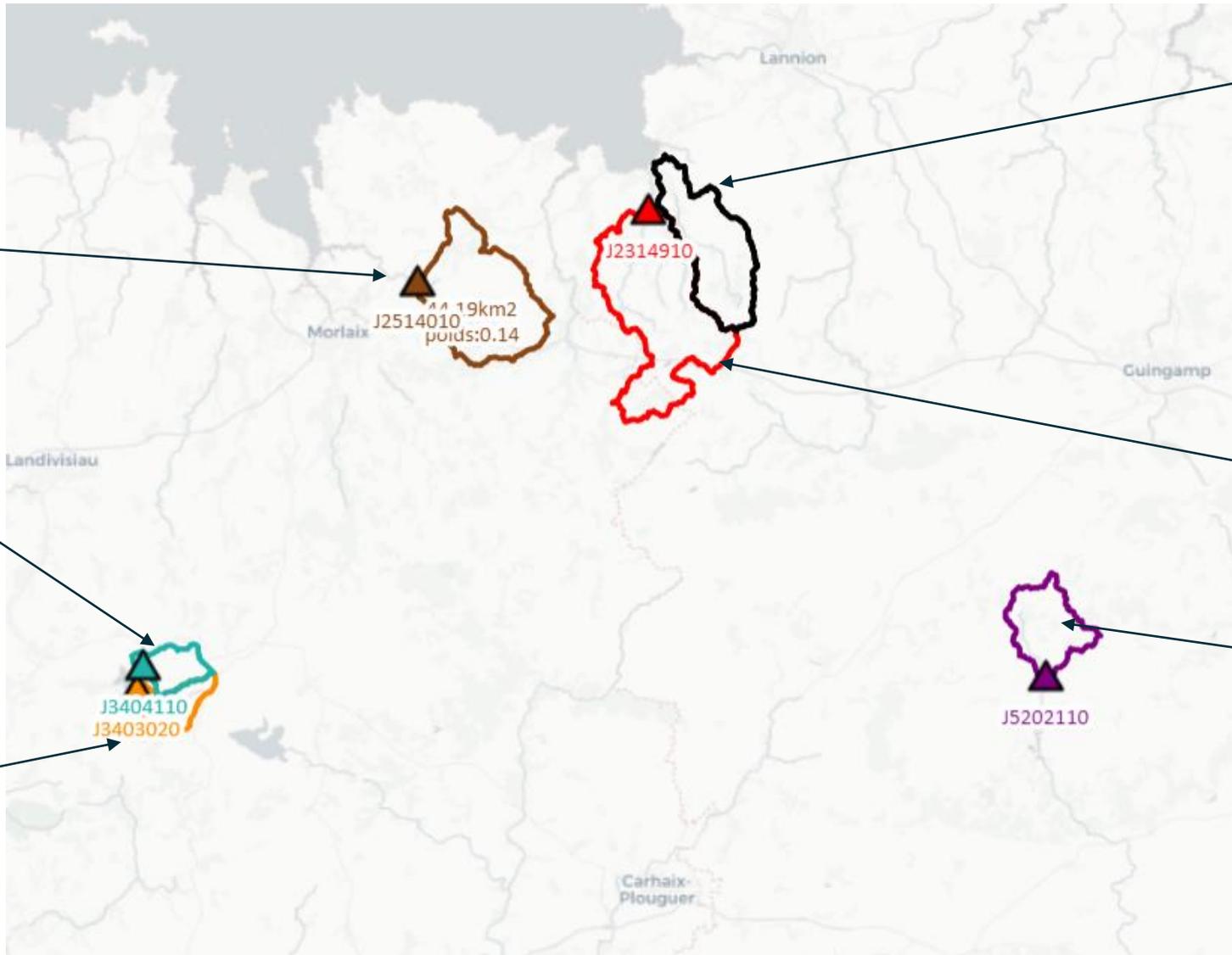
BV nom inconnu (proche du Lac Drennec) : BV donneur

BV de l'Etorn : BV donneur

Exutoire du BV du Roscoat (BV receveur : non jaugé)

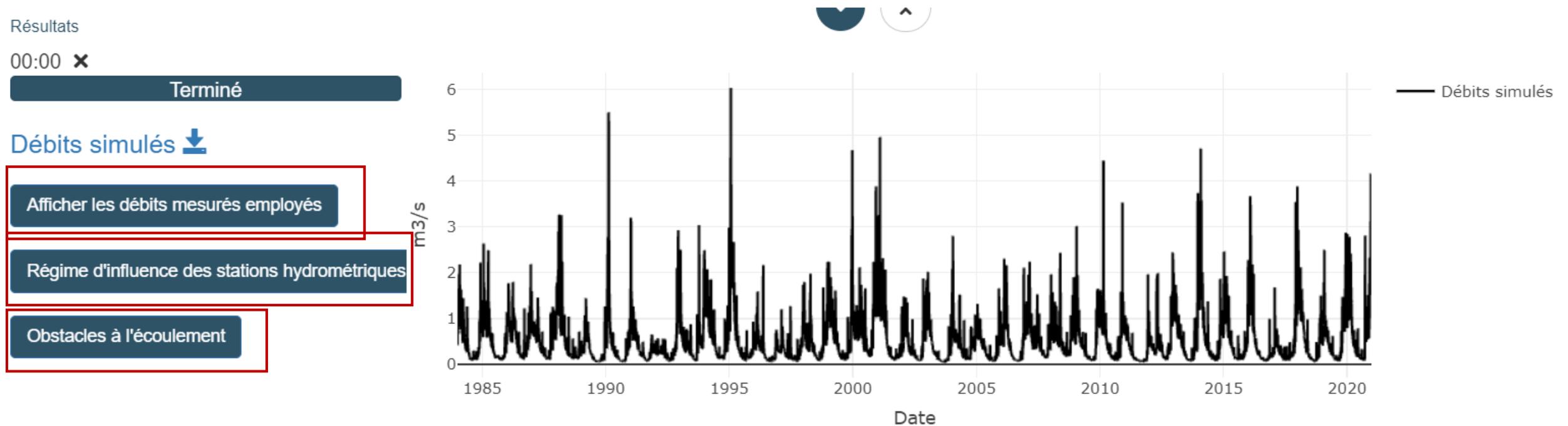
BV du Yar : BV donneur ou instrumenté (station hydrométrique représentée par le triangle rouge)

BV du Blavet : BV donneur



EXEMPLE DE RÉSULTATS SUR LE ROSCOAT

Débits journaliers simulés de 1985 à 2020 sur le Roscoat



EXEMPLE DE RÉSULTATS SUR LE ROSCOAT

Débits journaliers simulés de 1985 à 2020 sur le Roscoat

Nombre d'obstacles à l'écoulement par bassin versant (source : Sandre)

Hauteur de l'obstacle à l'écoulement	Bassin versant cible	J2314910	J2514010	J3403020	J5202110
Indéterminée	3	5			
Inférieure à 0.5m	1	3		1	1
De 0.5m à inférieure à 1m			2		
De 3m à inférieure à 5m		1			1

EXEMPLE D'APPLICATION SUR LE MIN RAN

Exutoire du BV du Min Ran : BV receveur non jaugé

BV du Yar : BV donneur

BV du Guic : BV donneur



BV du Guindy : BV donneur (station aval)

BV du Léguer : BV donneur (station aval)

BV du Jourdy : BV donneur

EXEMPLE DE RÉSULTATS SUR LE MIN RAN

Régime d'influence des stations hydrométriques employées (DREAL)

Stations sources	Régime influencé	Poids dans le débit simulé
J2233020	Nul ou faible	0.16
J2233010	Nul ou faible	0.13
J2023010	Nul ou faible	0.16
J2034010	Nul ou faible	0.31
J2314910	Nul ou faible	0.25

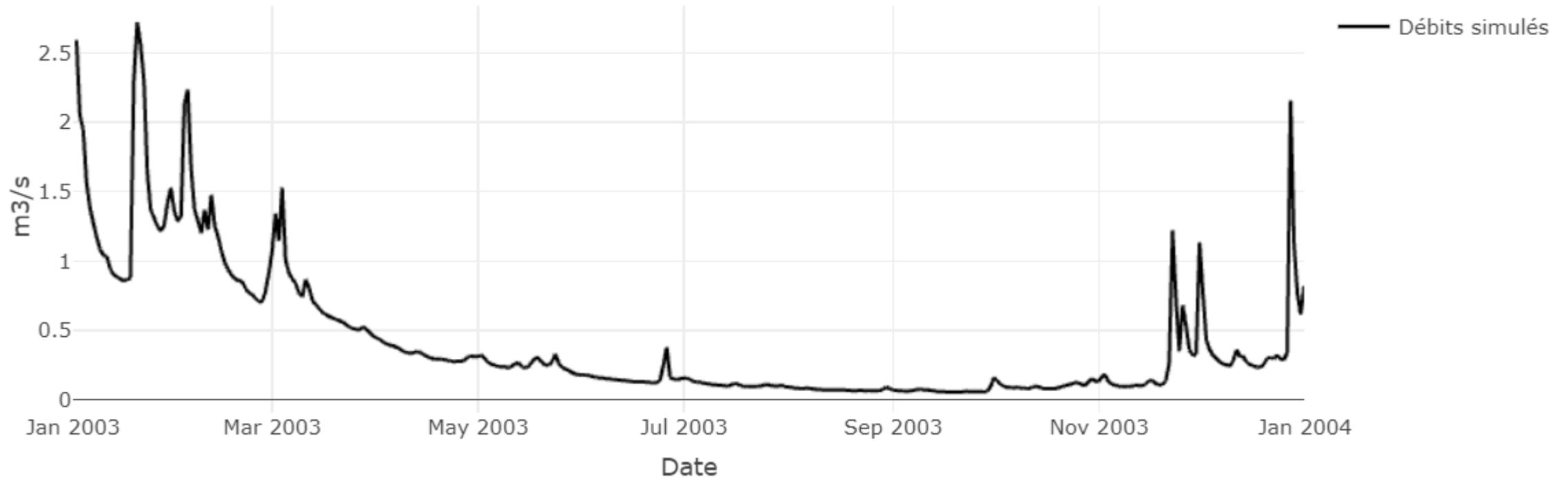
EXEMPLE DE RÉSULTATS SUR LE MIN RAN

Nombre d'obstacles à l'écoulement sur les BV donneurs

Hauteur de l'obstacle à l'écoulement	Bassin versant cible	J2023010	J2034010	J2233010	J2233020	J2314910
Indéterminée	2	4	4	2	2	5
Inférieure à 0.5m	1	6	5	13	21	3
De 0.5m à inférieure à 1m	1	4	8	12	12	
De 1m à inférieure à 1.5m		3	3	10	18	
De 1.5m à inférieure à 2m	2	3	2	1	4	
De 2m à inférieure à 3m		2	1	2	3	
De 3m à inférieure à 5m			1	1	3	1
Supérieure ou égale à 10m				1	1	

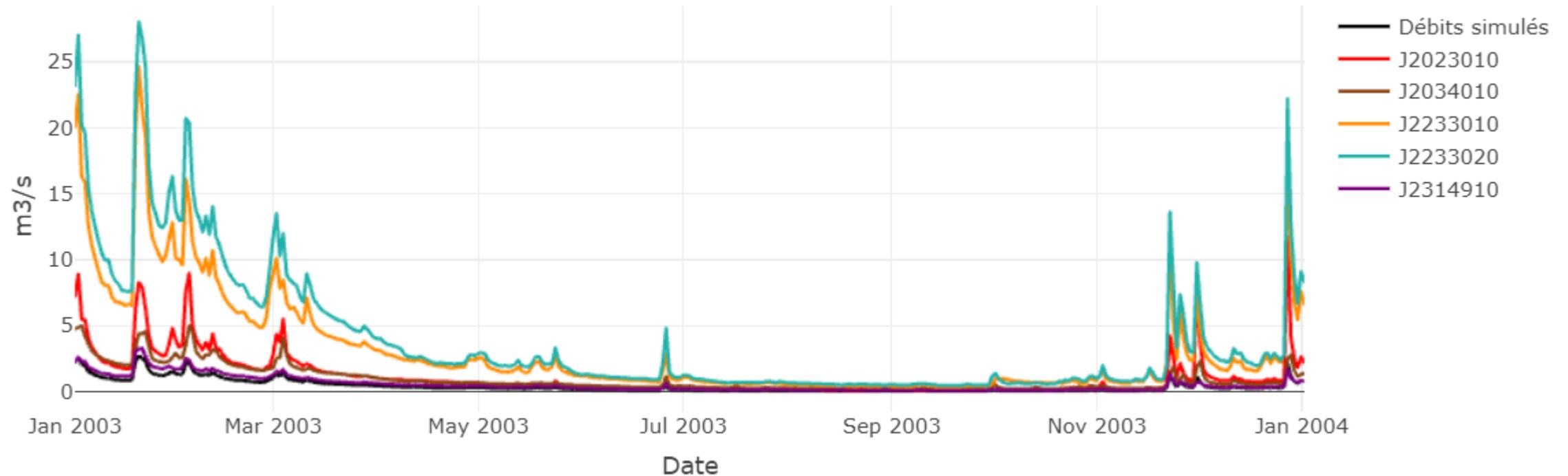
EXEMPLE DE RÉSULTATS SUR LE MIN RAN

Débits journaliers simulés sur l'année de 2003 – année de sécheresse sévère



EXEMPLE DE RÉSULTATS SUR LE MIN RAN

Débits utilisés pour la régionalisation



PRINCIPAUX AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Avantages

- **Rapidité des calculs**
- **Possibilité d'estimer le débit en tout point du réseau hydrographique breton**
- **Plateforme très facile d'accès**
- **Méthode validée sur plusieurs BVs du territoire breton**
- **Prise en compte de 5 BV donneurs présentant des similarités géomorpho avec les BV receveurs**

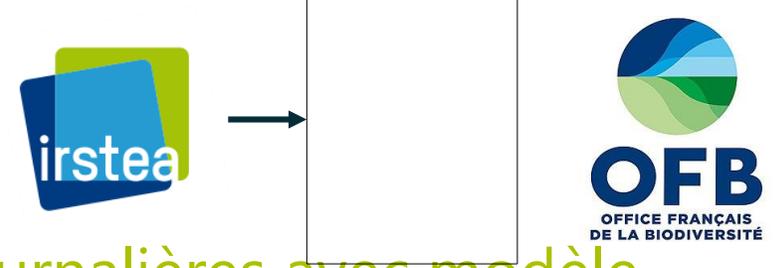
Inconvénients

- **Non prise en compte de la géologie**
- **Débits simulés au pas de temps journalier uniquement : non prise en compte de l'échelle événementielle**
- **Nécessité de reproduire les traitements statistiques pour obtenir les informations en lien avec les débits caractéristiques**
- **Traitements statistiques possibles mais entachés d'incertitudes**

MÉTHODE IRSTEA

Reconstitution de chroniques hydrologiques journalières en site non jaugé

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

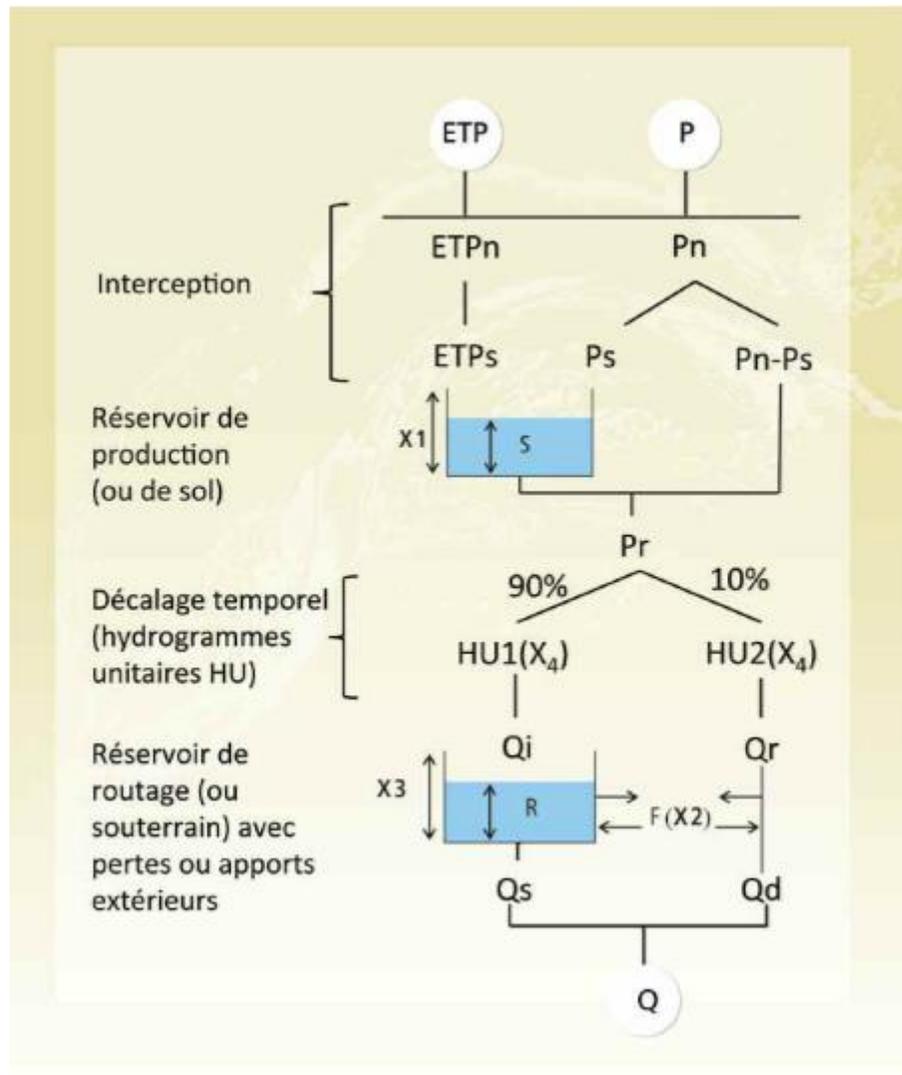


- Méthode de reproduction des chroniques de débit journalières avec modèle hydrologique GR4J (modèle déterministe)
- Développée et mise en œuvre sur 11 337 stations de référence pérennes (RRP) + BD milieux aquatiques et piscicoles de l'OFB
- Prise en compte de la neige pour les régimes hydrologiques concernés (nival, nivo-pluvial, pluvio-nival)
- Données téléchargeables sous format .csv :
- **Série journalière issue de la simulation déterministe**
- **Série journalière des bornes basses = intervalle de confiance à 90% = quantile 5%**
- **Série journalière des bornes hautes = quantile à 95%**

PRINCIPE

- Méthode basée sur la proximité géographique (et non physique) entre sites jaugés (5) et non jaugés + simulation hydro avec modèle pluie-débit conceptuel (GR4J)
- Transfert des paramètres du modèle hydro entre BVs jaugés (donneurs) et non jaugés (receveurs)
- Nécessité de :
 - **Considérer des BVs donneurs non influencés/faiblement influencés**
 - **Données au pdt journalier disponibles sur mini 6 années hydrologiques**
 - **Peu de lacunes dans les données (moins de 10%)**

FONCTIONNEMENT DU MODÈLE GR4J



Perrin et al., 2003

Paramètres du modèle

- X_1 : capacité maximale du réservoir de production (mm)
- X_2 : coefficient d'échange souterrain (mm/j)
- X_3 : capacité à un jour du réservoir de routage (mm)
- X_4 : temps de base des hydrogrammes unitaires (j)

Variables de calcul (mm)

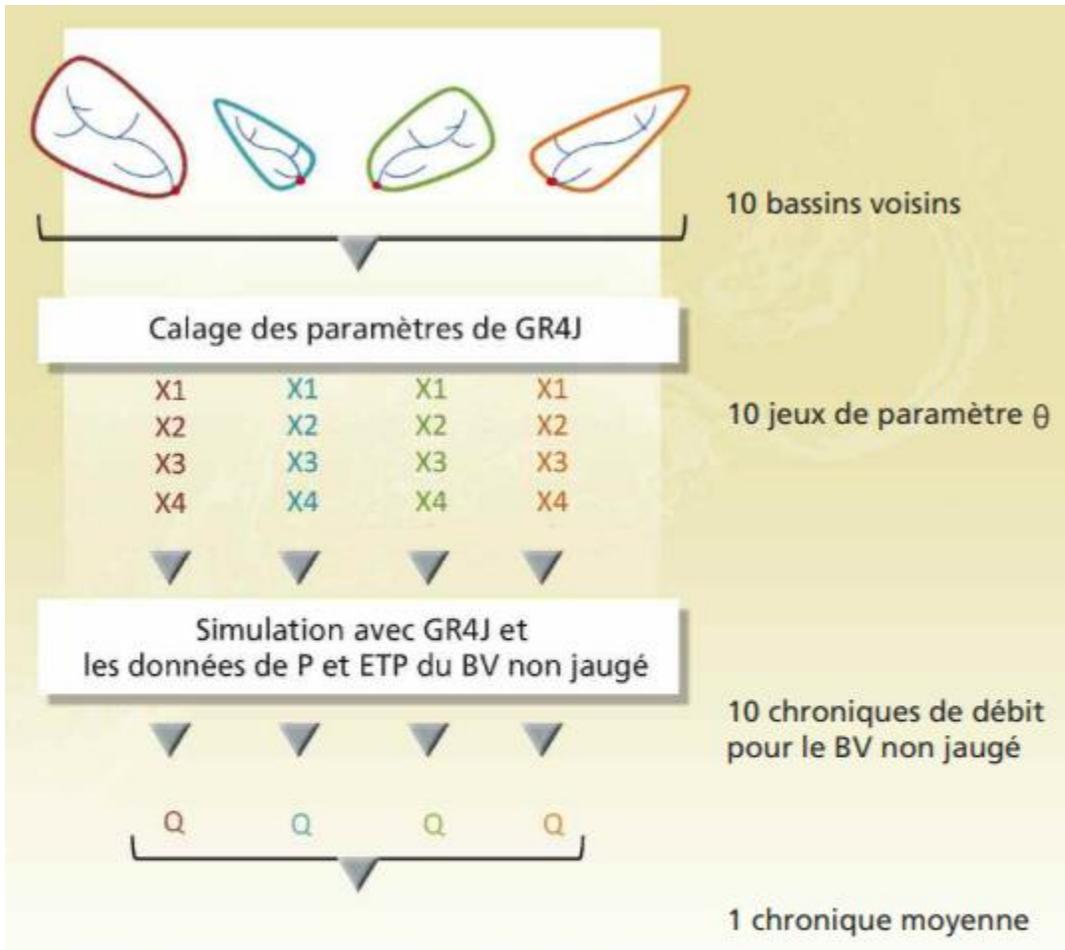
- ETP : évapotranspiration potentielle
- ETP_n : évaporation potentielle nette
- ETP_s : évaporation déstockée du réservoir sol
- P : pluie
- P_n : pluie nette
- P_s : pluie stockée dans le réservoir sol
- P_r : pluie qui contribue au débit
- Q_i : entrée du réservoir
- Q_r : écoulement rapide ou pseudo-direct
- F : pertes ou apports extérieurs
- Q_s : contribution du réservoir de routage au débit
- Q_d : contribution de l'écoulement pseudo-direct au débit
- Q : débit à l'exutoire du BV simulé

Il simule :

- l'évolution de l'humidité des sols en utilisant un réservoir (réservoir « sol » ou de production) = transformation pluie brute/pluie nette
- Évolution du débit à travers un réservoir de routage + hydrogrammes unitaires pour le transfert d'eau dans le bassin

Source : ONEMA

RÉGIONALISATION – PROXIMITÉ GÉOGRAPHIQUE



- ETP : évapotranspiration potentielle
- P : pluie
- $Q_{\theta i}$: débit du bassin non jaugé obtenu avec le jeu de paramètre θ du bassin voisin i
- D_i : distance hydrologique (même distance que celle utilisée pour sélectionner les BVs les plus proches) entre le bassin jaugé et le bassin voisin i

$$d_{bassins} = 0.2 \times d_{exutoire} + 0.8 \times d_{centroïdes}$$

$$Q_{\text{bassin non jaugé}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=10} Q_{\theta i} \times \frac{1}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^{i=10} \frac{1}{d_i^2}}$$

ÉTENDUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

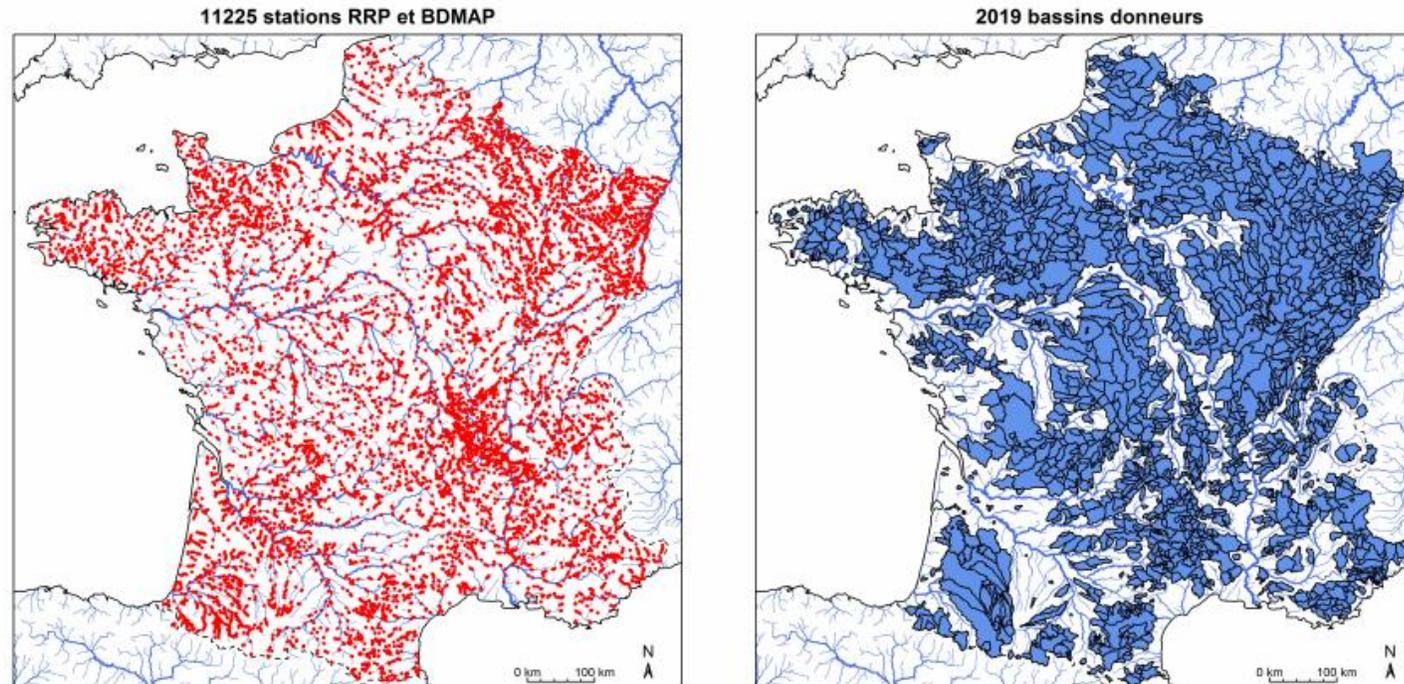


Figure 3 - Cartographie des 11125 sites RRP et BDMAP hors Corse (à gauche et base de données de 2019 bassins versants jaugés utilisés comme donneurs dans le transfert des paramètres (à droite).

Source : Brigode, 2014

SUR LE TERRITOIRE DU SAGE

BVs non jaugés considérés pour la régionalisation :

- Le Yar
- Le Guic + affluents
- Le Léguer
- Roscoat ? Kerdu ? Min Ran ?

Légende

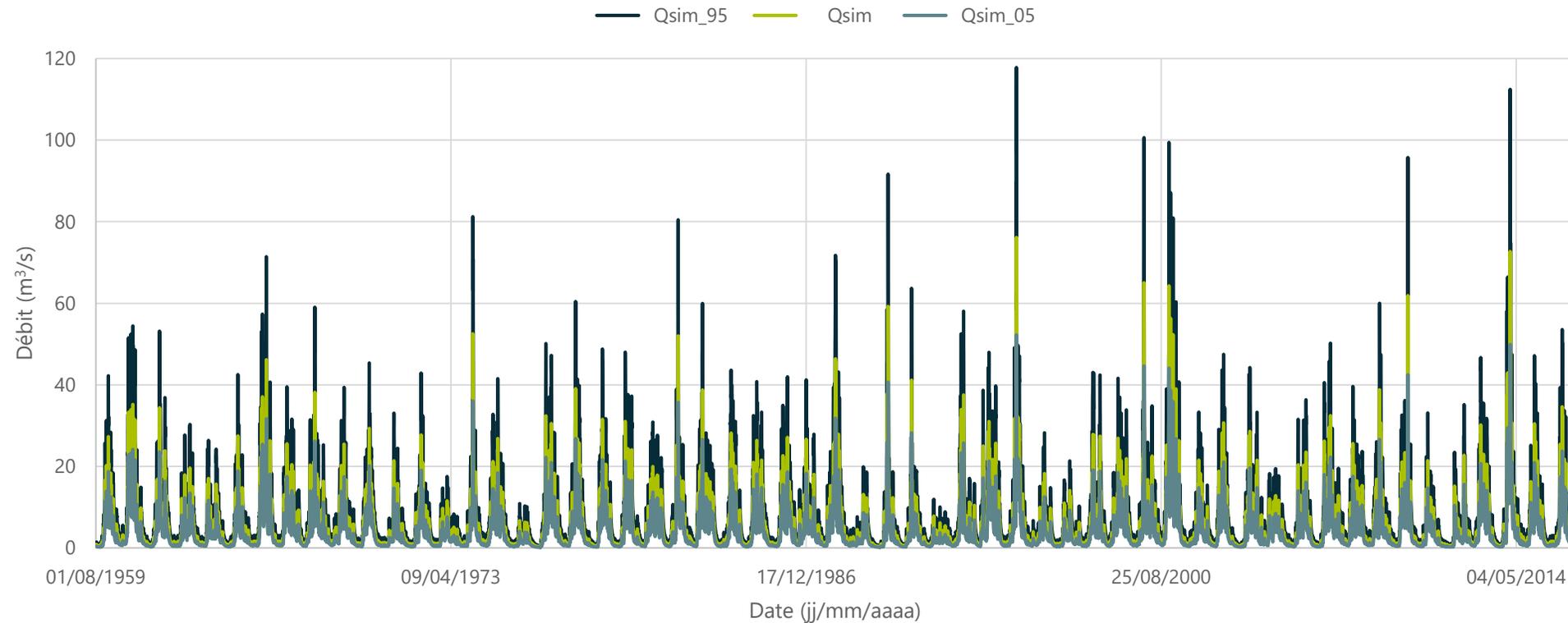
- Sites chroniques reconstituées - SAGE Baie de Lannion
- Réseau hydrographique principal
- Communes
- ▭ Périmètre - SAGE Baie de Lannion

0 7.5 15 km



RÉGIONALISATION – PROXIMITÉ GÉOGRAPHIQUE

Exemple de résultat sur le Léguer - station non jaugée aval



PRINCIPAUX AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MÉTHODE

Avantages

- Données déjà disponibles
- Possibilité d'estimer le débit en tout point du réseau hydrographique breton
- Plateforme très facile d'accès + possibilité de télécharger les données
- Méthode validée sur plusieurs BVs à l'échelle du territoire français
- Prise en compte de 5 BV donneurs à bonne distance hydrologique → similitudes
- Incertitudes estimées

Inconvénients

- Non prise en compte de la géologie
- Débits simulés au pas de temps journalier uniquement : non prise en compte de l'échelle événementielle
- Nécessité de reproduire les traitements statistiques pour obtenir les informations en lien avec les débits caractéristiques
- Traitements statistiques possibles mais entachés d'incertitudes
- Données non disponibles en tout point du réseau hydrographique du territoire (contrairement à SIMFEN)

MÉTHODES EMPIRIQUES

Formules utilisant uniquement la superficie du bassin

CALCUL PROPORTIONNEL EN FONCTION DE LA SURFACE

Avec Q_1 le débit à déterminer [m^3/s]

Q_2 le débit connu (BV jaugé) [m^3/s]

A_1 la superficie du BV à l'endroit où on cherche à déterminer le débit [km^2]

A_2 la superficie du BV connu au droit de la station de jaugeage [km^2]

α coefficient d'ajustement à caler sur le BV en question :

- Étiage : $\alpha \sim 1.2$
- Module : $\alpha \sim 1$
- Crue : $\alpha \sim 0.7-0.8$

$$Q_1 = Q_2 \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^\alpha$$

PRINCIPAUX AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Avantages

- **Rapidité des calculs**
- **Méthode facile d'accès et couramment utilisée**
- **Nécessite peu de données / informations**
- **Possibilité d'avoir des informations à l'échelle événementielle**

Inconvénients

- **Non prise en compte des caractéristiques physiques et géologiques du bassin versant cible et des bassins donateurs**
- **Nécessité d'estimer les incertitudes**

FORMULES FAISANT INTERVENIR LES PRÉCIPITATIONS

Formule de Iskowski

$$Q = \lambda \times m \times H_m \times A$$

Où :

Q débit de crue [m^3/s]

A superficie du bassin [km^2]

H_m hauteur moyenne annuelle des précipitations sur le bassin [mm]

λ et m coefficients à déterminer

-- formule qui donne le débit maximum de crue (Q) en fonction pluvio annuelle → non adaptée

CALCUL PROPORTIONNEL

Formule de Turazza

$$Q = \frac{C_r \times H \times A}{3.6 \times t_c}$$

Où :

Q débit de crue [m^3/s]

A superficie du bassin [km^2]

H hauteur totale maximale de précipitation correspondant au temps de concentration [mm]

t_c temps de concentration en heures

C_r coefficient de ruissellement du bassin pour la crue considérée

-- formule plus élaborée mais qui ne prend en considération que les crues encore une fois + coefficient

3. COLLECTE DE DONNÉES

-

TABLEAU DONNÉES DISPONIBLES / À COLLECTER

Données	Format	Source	Statut	Date d'obtention	Actions à mener	Récapitulatif ECHANGE SAGE BL Lucie C/ EGIS Olivier B - 11-06-2021	Transmission données le 15/06/2021 - Lucie CHAUVIN SAGE
Contexte (SDAGE LB, SAGE BL)	PDF	http://sage-baie-lannion.fr/	Collectée	2-juin-21	-		
	PDF	https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home.html	Collectée	2-juin-21	-	Projet SDAGE LB 2022-2027	
Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE)	PDF	Instruction du gouvernement du 7 mai 2019 relative au projet de territoire pour la gestion de l'eau	Collectée	2-juin-21	-		
Qualité des eaux de surface	Excel csv	NAIADES http://www.naiades.eaufrance.fr/ Données des réseaux : AELB CD22 BVVL BVLG SAGE BL	Partiellement collectée		Demander au Client	Contacteur Fabrice CRAIPEAU fabrice.craipeau@eau-loire-bretagne.fr pour les données AELB - NAIADES Pour les autres données, transmission par le MO de la base de données actualisée (SAGE, BVL, BVLG, CD22)	BD sera transmise d'ici le 22/06/2021
	shape	Localisation des points de prélèvements	Collectée		Demander au Client	SIG - couche shape à transmettre	SIG - couche shape à transmettre - TRANSMIS LE 15/06/2021
Qualité de l'eau destinée à la production d'eau potable	Excel	ARS 29 ARS 22	Collectée		Demander au Client	Données à transmettre	
Données piézométriques	Excel csv	ADES (Site Bretagne) https://ades.eaufrance.fr/	Collectée	8-juin-21			
Débit (m3/s)		Données Banque HYDRO (stations de jaugeage DREAL) http://www.hydro.eaufrance.fr/	Collectée	9-juin-21	-		
		GeoBretagne : https://cms.geobretagne.fr/	Non collectée		A récupérer		
Etude réalisée par le bureau d'étude GEOHYD en 2014 sur les débits réservés à maintenir à l'aval du plan d'eau de Guerlesquin	PDF	Rapport d'étude	Collectée		Demander au Client OK	rapport Geohyd transmis le 11/06/2021	
Hydrologie		Projet SILURE du BRGM : http://sigesbre.brgm.fr/	Collectée	20-juin-21	A récupérer		
		Programme SIMFEN de l'Agrocampus Ouest	Collectée	20-juin-21	A récupérer		
		Portail Bretagne Environnement : https://bretagne-environnement.fr/	Collectée	20-juin-21	A récupérer		
		Etudes liées à la mise en place des captages et prélèvements	Non collectée		A récupérer	Etudes en cours / finalisées sur les PPC à transmettre par MO	
		PDF Le projet PREMHYCES : https://professionnels.afbiodiversite.fr/sites/default/files/pdf/2014_017.pdf	Collectée	8-juin-21			
		PDF Reconstitution ponctuelle de chroniques hydrologiques incomplètes ou manquantes par modèle pluie-débit (IRSTEA 2012) : https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/2014_026.pdf	Collectée	8-juin-21			
		PDF Guide pour l'exploitation des jaugeages en hydrologie : application à la prédétermination des débits caractéristiques d'étiage : https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/Guide_Jaugeage.pdf	Collectée	8-juin-21			
						BD pluvio LTC à transmettre avant le COTECH !! Pour	

www.egis.fr



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

