



24 novembre 2023 à 14h

Intervenant-e-s :

- **Guillaume DERAY.** Conseiller études et ingénierie. EPTB Eaux et Vilaine, unité de Gestion Vilaine Est.
- **Flora LUCASSOU.** Ingénieur hydrogéologue et environnement. Direction régionale Bretagne BRGM.

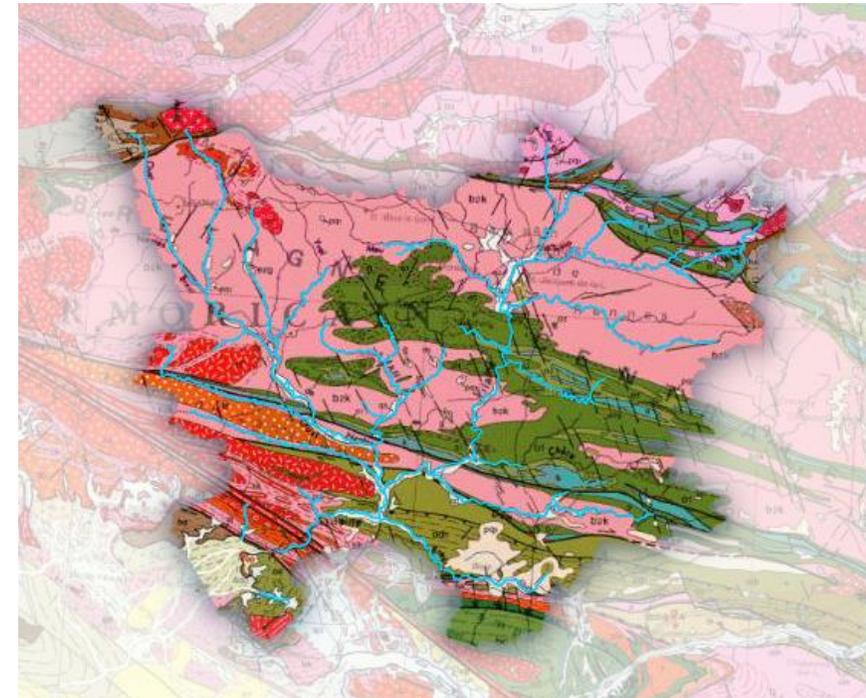
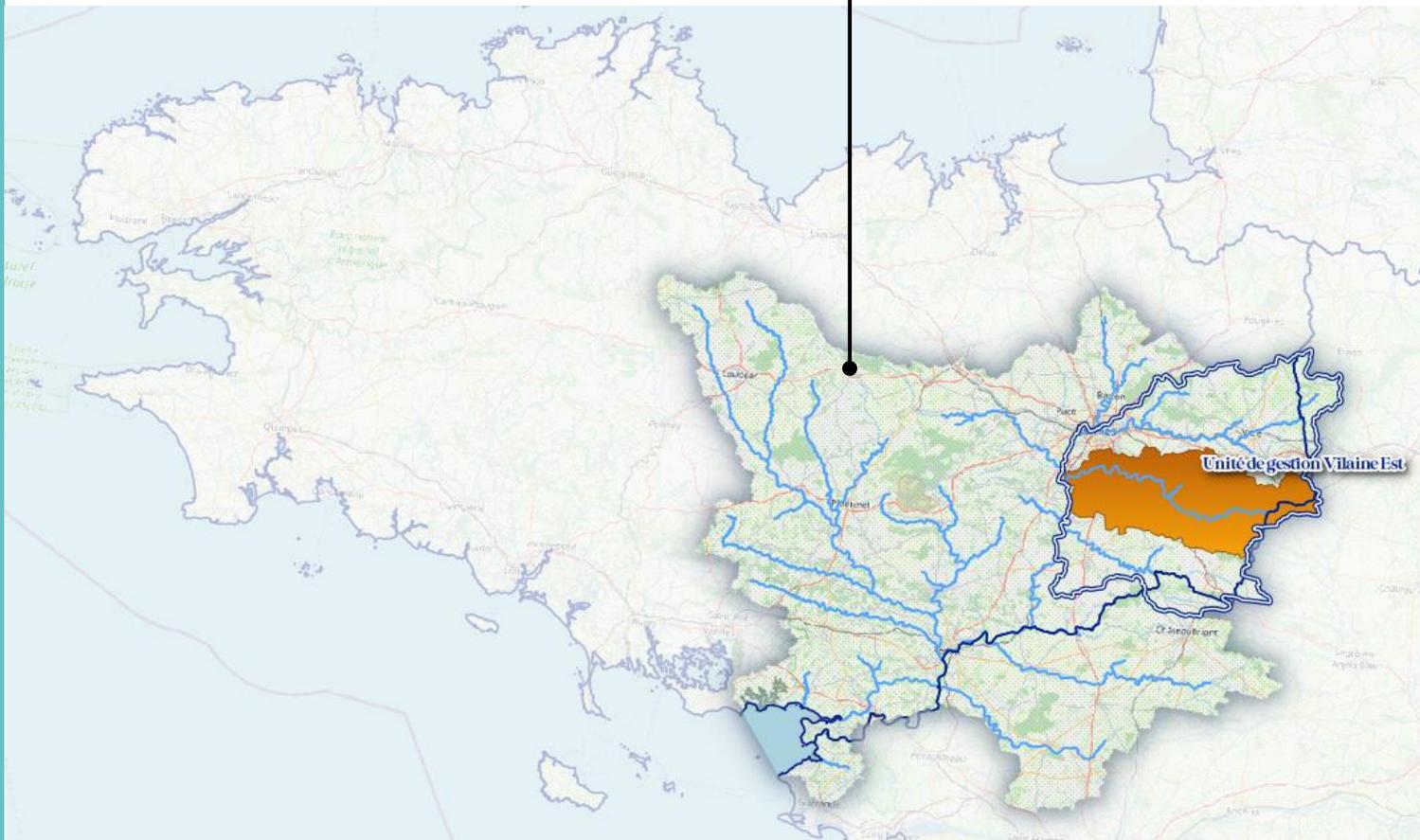


Echanges autour du projet ANTISEICHE

Présentation (acteurs et territoire)

Eaux et Vilaine – Gestionnaire de la compétence GEMA (2022)

-> anciennement Syndicat Intercommunal du bassin versant de la Seiche



BV de la Vilaine - Socle schisteux peu résilient - vulnérable aux sécheresses successives – effet « mémoire » - N. Cornette, 2021

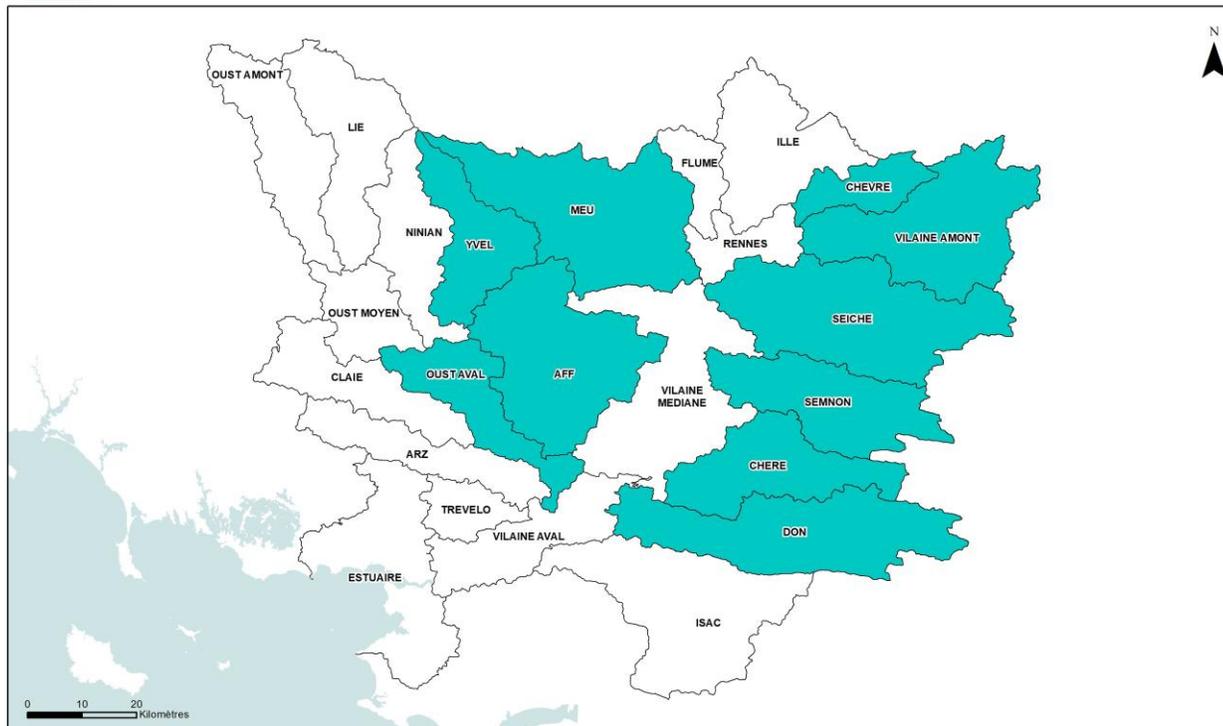
Présentation (acteurs et territoire)

Identification des bassins versants en tension pour la gestion quantitative (SAGE 2015)

ETUDE DE PREFIGURATION A L'ECHELLE DU BASSIN DE LA VILAINE POUR IDENTIFIER LES BASSINS EN TENSION (EGIS, 2022)



Les sous bassins versants



EPTB-Vilaine
Créée le 13/10/2022
Sources : IGN - BD Topo

□ Sous bassins versants
■ Analyse HMUC plus poussée

➔ 10 bassins versants en tension pour la gestion quantitative

Yvel, Aff, Semnon, Chère, Oust aval, Don, Meu, **Seiche**, Chevré, Vilaine Amont

-> Mise en place d'études HMUC

Contexte de l'étude Antiseiche

ENJEU QUANTITATIF TRES FORT SUR LE BV DE LA SEICHE

Faibles ressources (précipitations, géologie, occupation du sol...) et forte demande (périphérie de Rennes et de Vitré)

OBJECTIF: FAVORISER LA RECHARGE DES AQUIFERES ET LEUR SOUTIEN AU DEBIT D'ETIAGE

Favoriser l'infiltration sur les parcelles agricoles situés sous les aquifères de socle ayant de fortes fonctions capacitive et transmissive

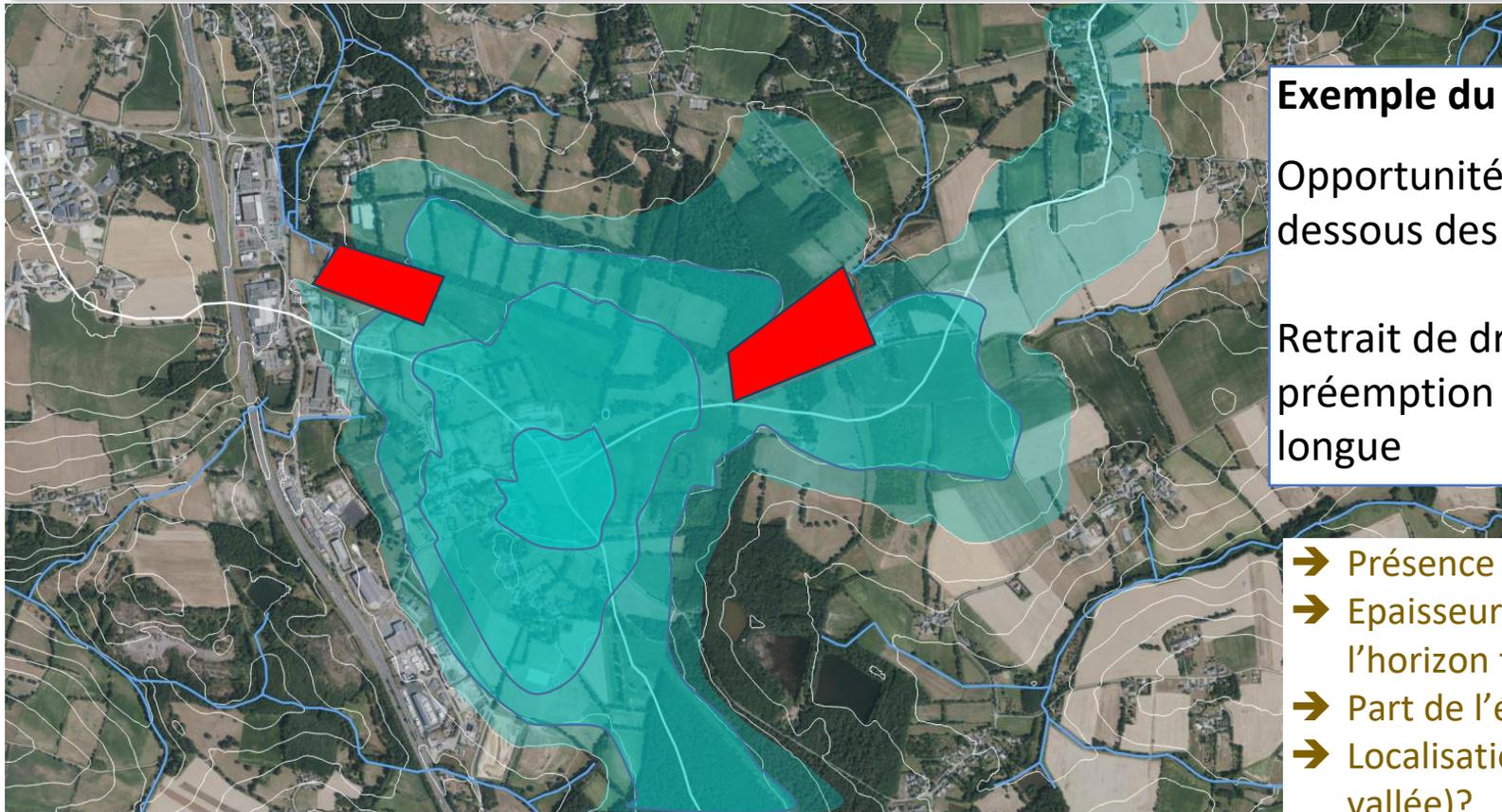
- Retrait des collecteurs de drains
- Changement d'occupation du sol agricole / pratiques agricole
- Restauration morphologique des cours d'eau
- Mise en place de talus en contre pente...)

2 CONSTATS

- Phase de **concertation très longue**, pouvant aboutir à des échanges parcellaires, des acquisitions foncières publiques associées à des contractualisations à des PSE, MAE...
- Aquifères de petites tailles présentant une forte hétérogénéité dans leurs fonctions capacitive et transmissive

Contexte de l'étude Antiseiche

Pas de stratégie territoriale pour mettre en place des actions de dé-drainage



Exemple du bassin versant de Tellé

Opportunité sur des zones de plateau au-dessous des résurgences des cours d'eau

Retrait de drains agricoles sur 8 ha (zone de préemption en cours) – concertation très longue

- ➔ Présence d'une allotérite (imperméable)?
- ➔ Epaisseur et perméabilité de l'isaltérite et de l'horizon fissuré utile?
- ➔ Part de l'écoulement de subsurface?...
- ➔ Localisation sur le bv (plateau, versant, fond de vallée)?

ANTISEICHE : Apport des eaux souterraines pour les actions de restauration des milieux aquatiques du bassin versant de la Seiche

Besoin de **pré-localiser les aquifères les plus favorables** au soutien des débits d'été afin d'augmenter l'efficacité et l'efficience des actions de dé-drainage

Echelle spatiale opérationnelle

Protocole simple et répliquable sur d'autres territoires

Protocole ANTISEICHE (2021-2022)

Localisation des aquifères favorables à l'infiltration



Localisation des parcelles agricoles drainées sur le territoire

Postulat: très forte densité de drainage en Ille-et-Vilaine et densité non négligeable de parcelles agricoles drainées sur des sols peu/pas hydromorphes initialement

Appel à projet AELB 2020-2021

Appel à contribution « Innovation dans les contrats territoriaux » en 2021

Financeurs	Nature de l'aide (Subvention, avance)	Taux d'aide en % du montant des dépenses retenues	Montant de l'aide (€ HT)
Agence de l'eau Loire Bretagne	Subvention	50 %	29 208,00
CD 35	Subvention	10 %	2 920,80
BRGM sur HT	Participation	20 % (HT)	9 736,00
SIBV Seiche	Participation	20%	16 551,00

Montant total

73 100€ TTC

**Maitrise d'ouvrage : Syndicat mixte du bassin versant de la Seiche
+ convention de R&D à coûts partagés avec le BRGM**

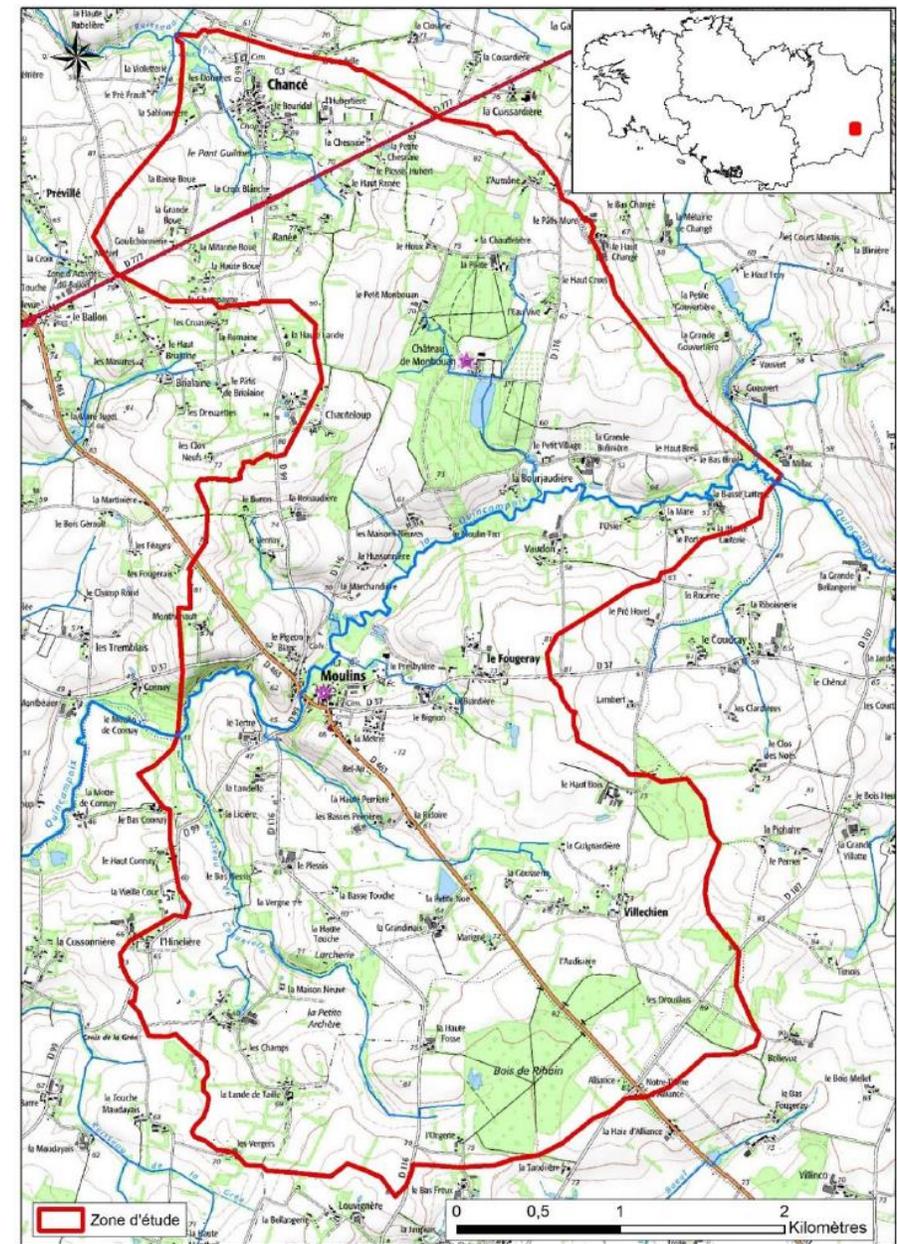
Secteur d'étude

ANAFORE – Identifier les contextes géologiques les plus favorables à la présence d'eau souterraine (Schroëtter et al., 2020)

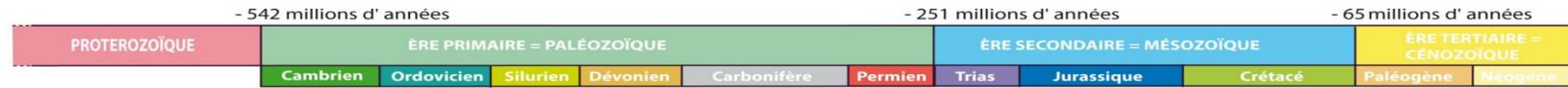
2 zones potentielles sur le bassin versant de la Seiche

Zone d'étude de 19 km² sur la Quincampoix et 6 affluents

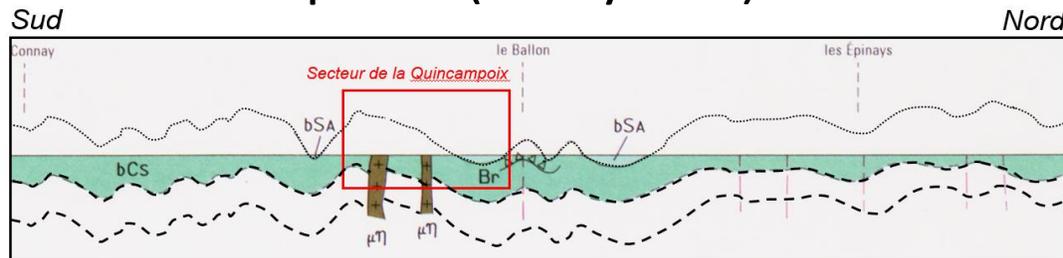
- Masse d'eau Quincampoix classée en ZSCE (enjeux intéressants et jeux de données disponibles)
- Prospection de terrain (géologie, recensement des ouvrages...)



Contexte géologique

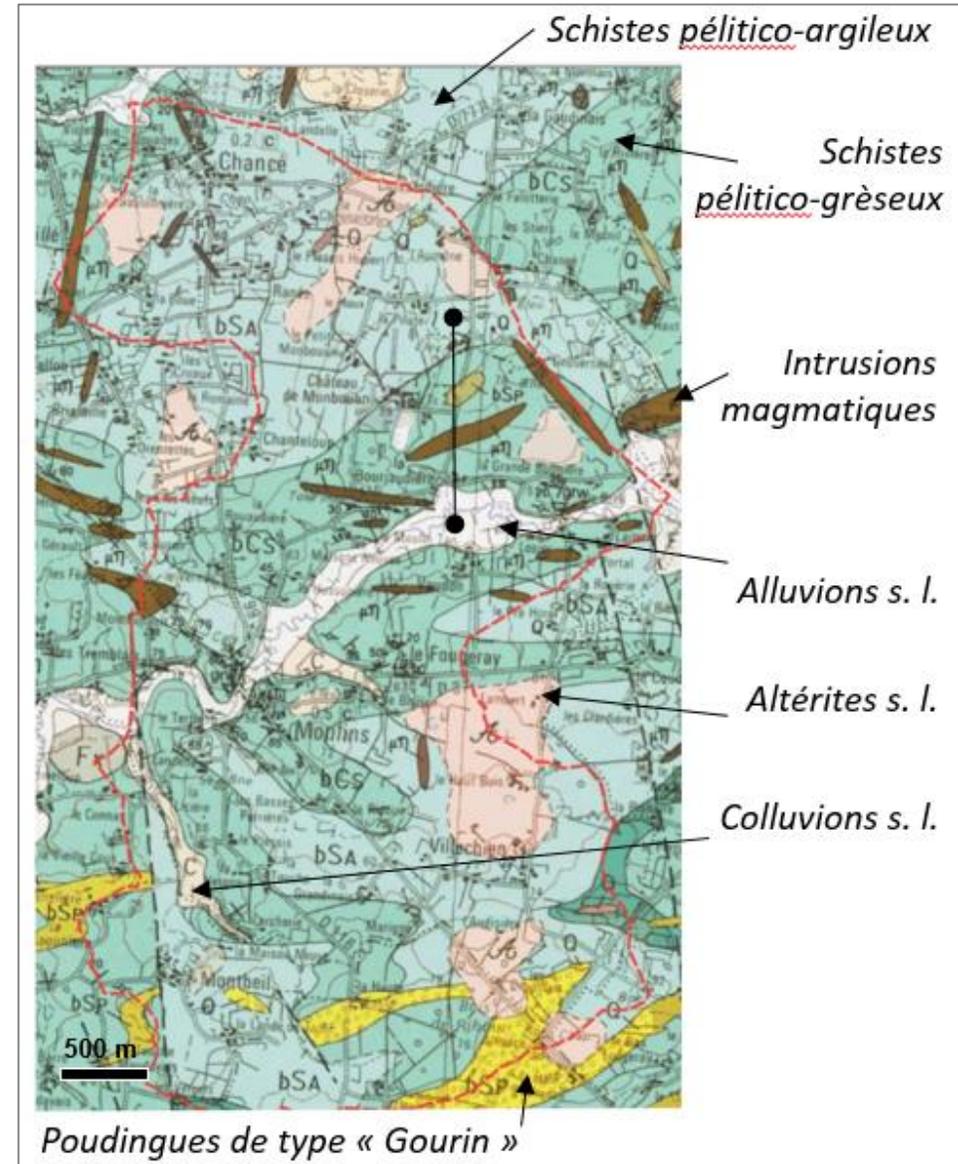


- Schistes briovériens (alternance de grès, pélites et argilites)
- Intrusions magmatiques
- Ensemble plissé (hercynien)

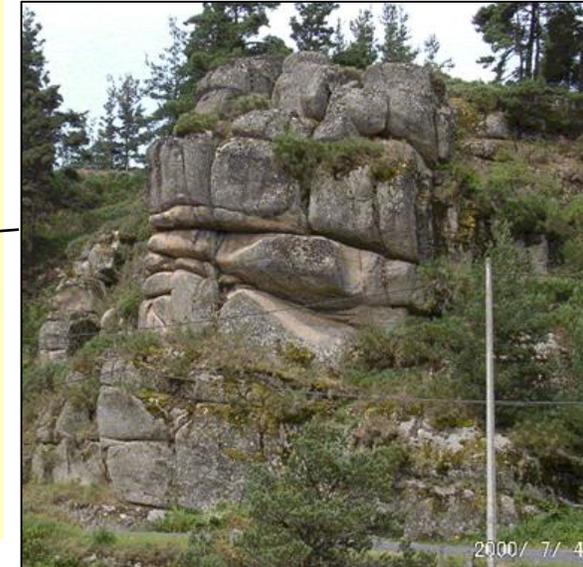


- Puis recoupé par des failles et des fractures orientées NS à N150
- Altération

Extrait de la Carte géologique au 1/50 000
Feuille 354, La Guerche de Bretagne
1997, Trautmann & Clément



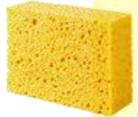
Contexte hydrogéologique



Pluies efficaces



Fonction capacitive
→ stock, réserve



Fonction capacitive
et transmissive
→ circulation de l'eau

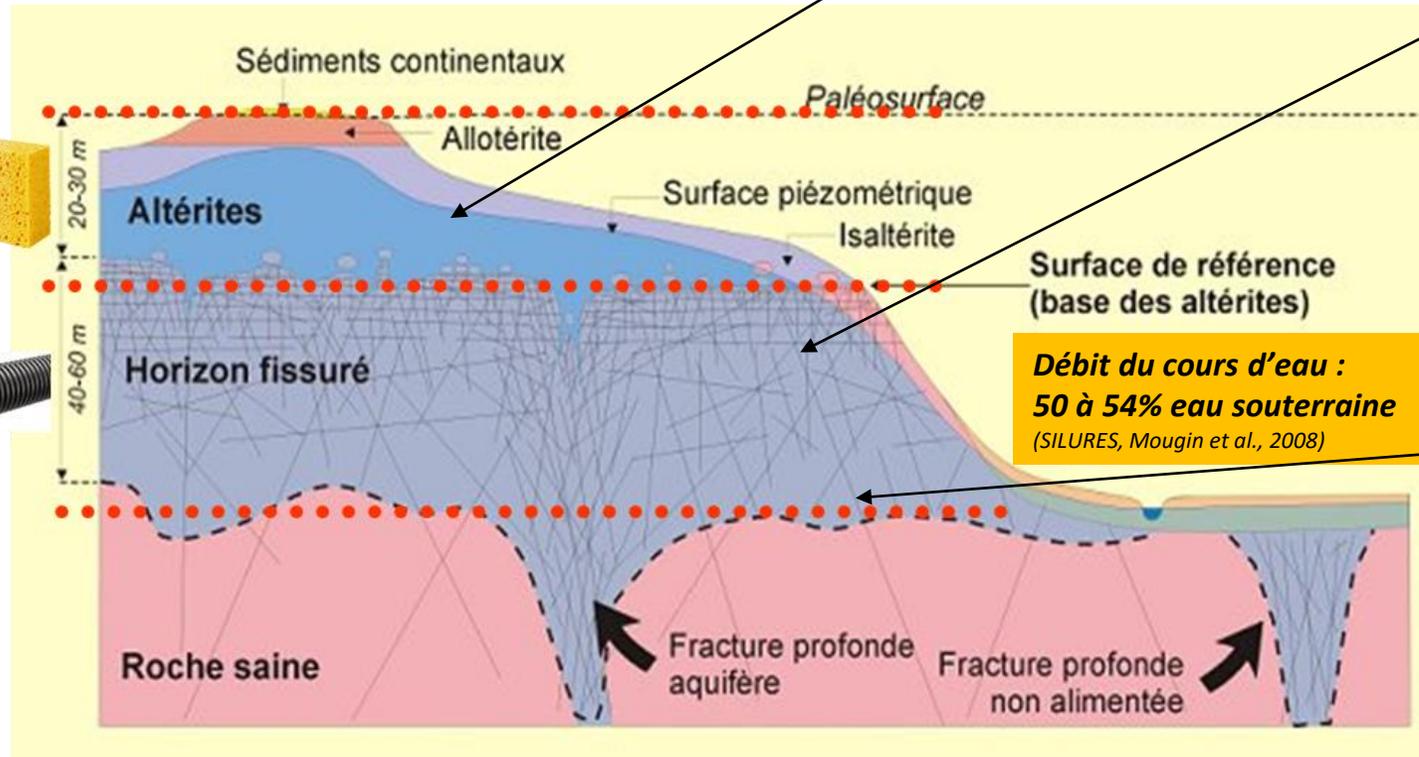
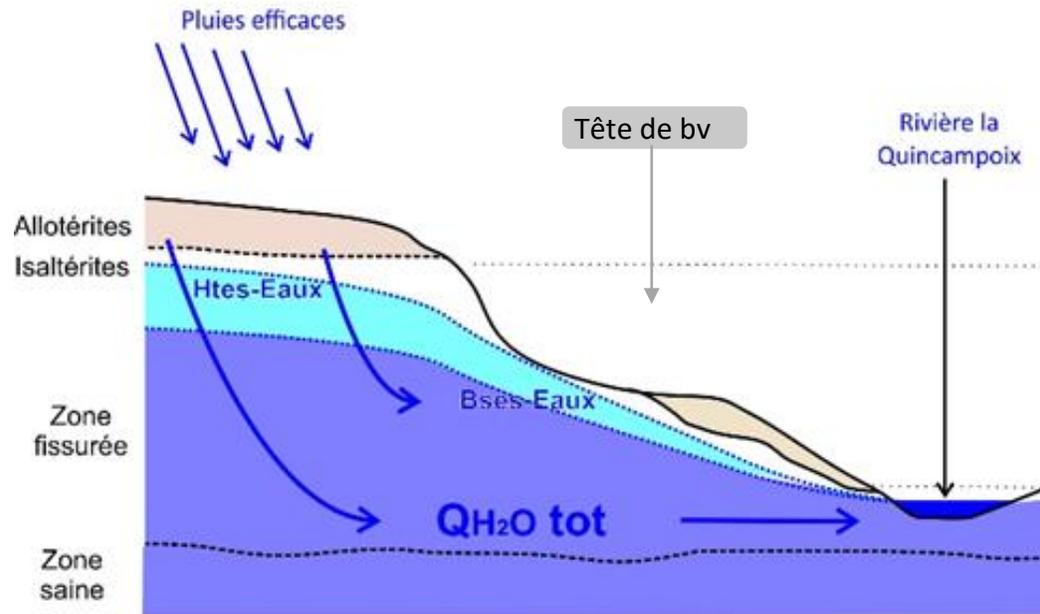


Schéma conceptuel des aquifères de socle
(Wyns, 1998)

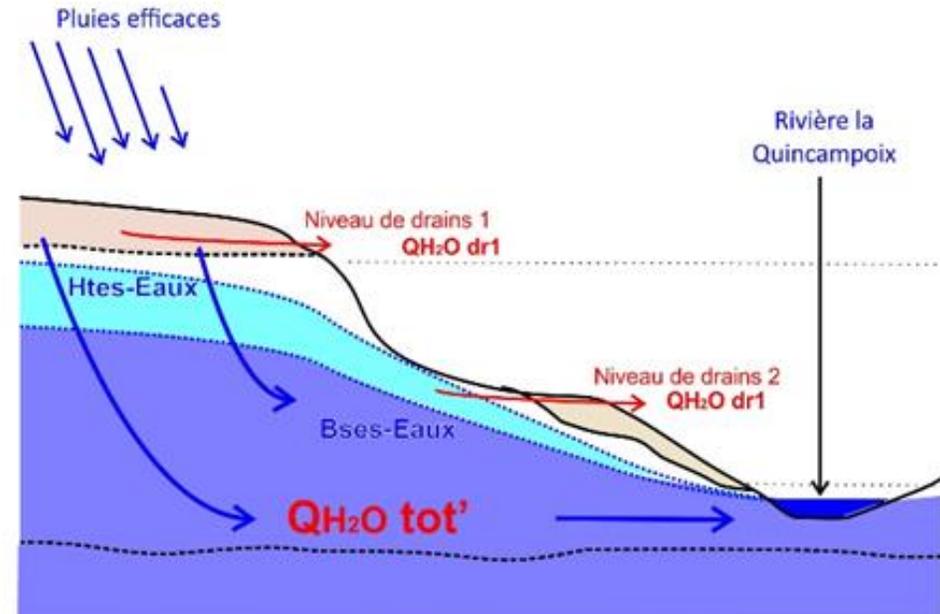
Contexte hydrogéologique

Cycle de l'eau schématique

Fonctionnement normal



Circulation de l'eau avec drains agricoles

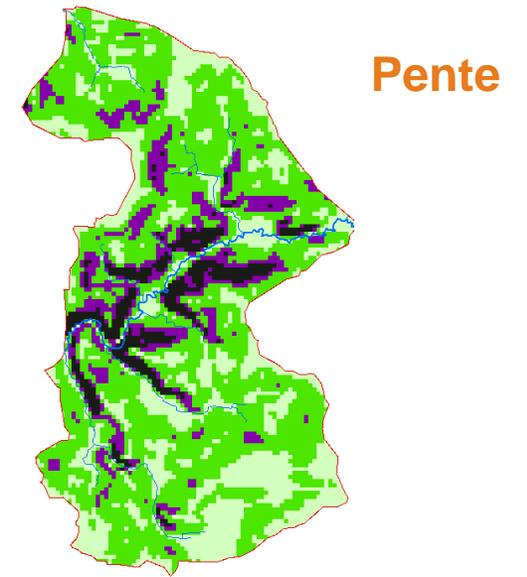
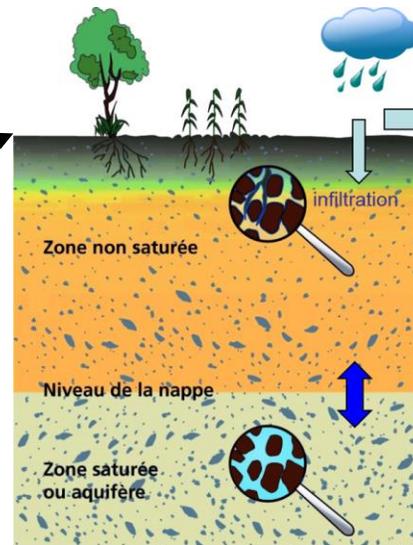
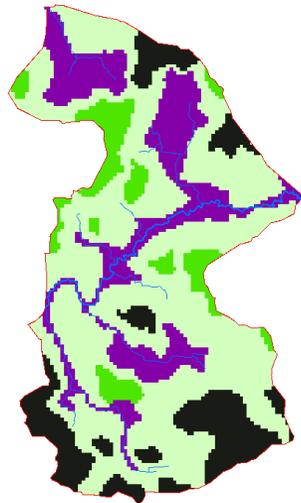


$$QH_2O \text{ tot}' = QH_2O \text{ tot} - \sum QH_2O \text{ dr1/dr2}$$

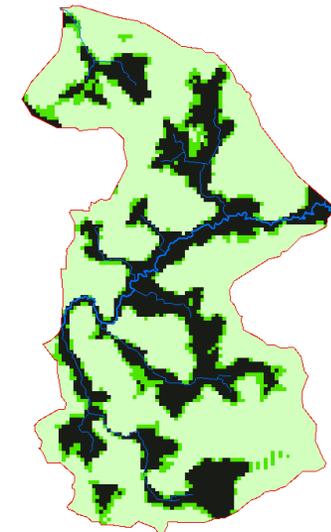
Méthodologie

ANALYSE MULTICRITERES

Nature des formations géologiques
(+/- argileuses)



Epaisseur zone non saturée



Méthode simplifiée pour produire
une carte de l'aptitude à l'infiltration au 1/10 000

Acquisition des données

Géologie

- Cartographie détaillée des formations géologiques superficielles
- Altération
- Fracturation

Hydrogéologie

- Piézométrie basses eaux
- Piézométrie hautes eaux

Hydrologie

- Jaugeages synchrones

Caractérisation de la géologie de sub-surface

LES DONNEES EN ENTREE - Altérites

LA CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE DE TERRAIN AU 1/10 000

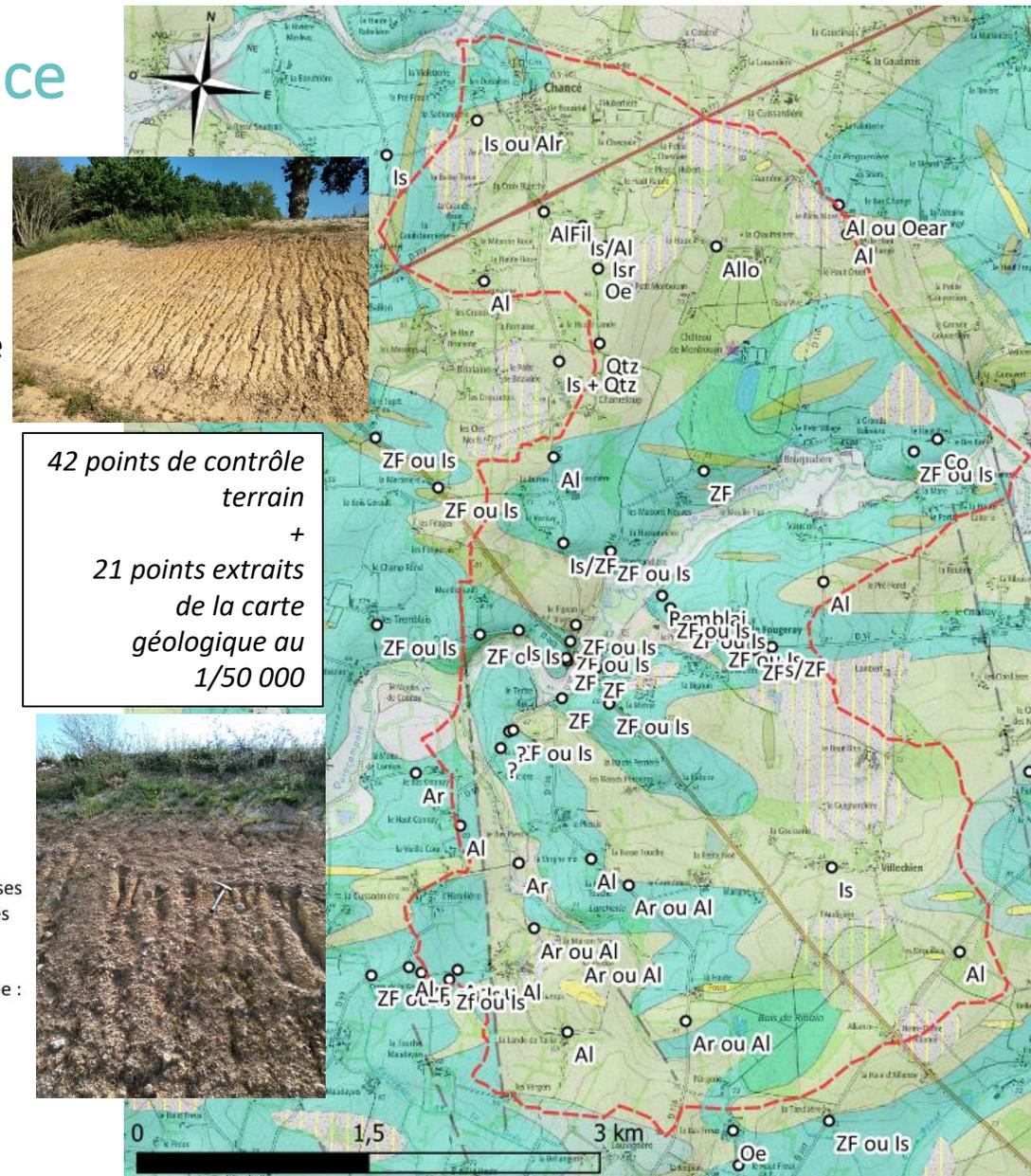
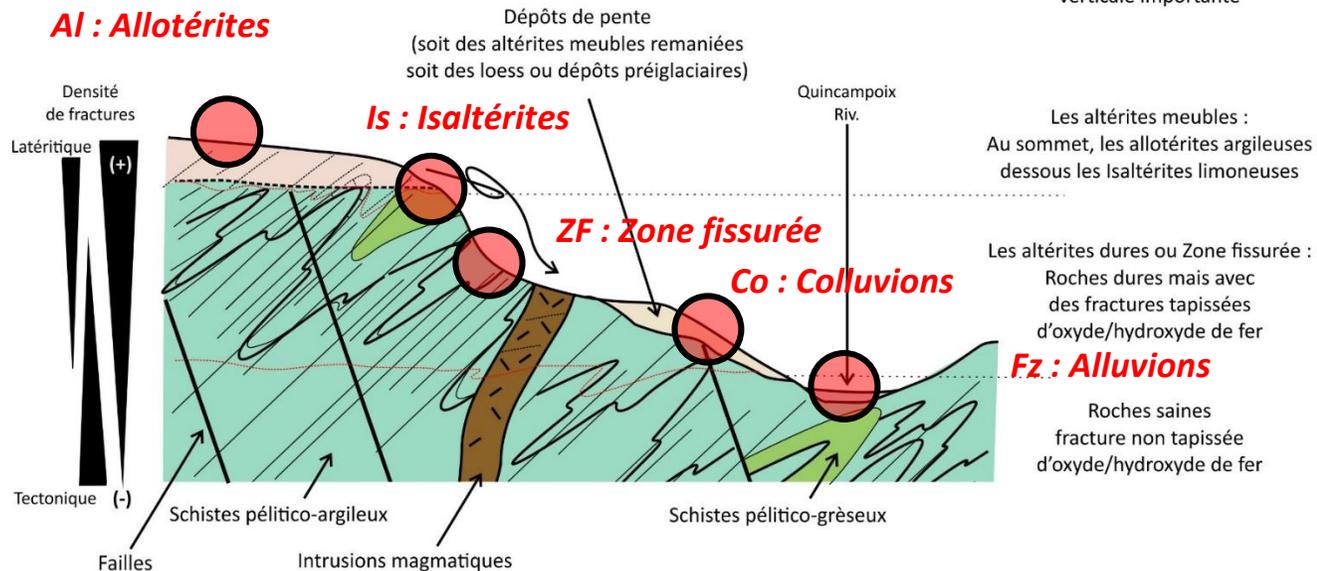
- Des formations géologiques superficielles : altérites, dépôts de pente
- Relevés de fracturation

LES DONNEES DE LA BSS (Banque du Sous-Sol : forages, sondages)

- Nombre : 21
- Description des premières tranches de terrain dans les forages

Cartographie pour un calage sur le profil théorique d'altération (Wyns, 1998)

Exagération
verticale importante



Caractérisation de la géologie de sub-surface

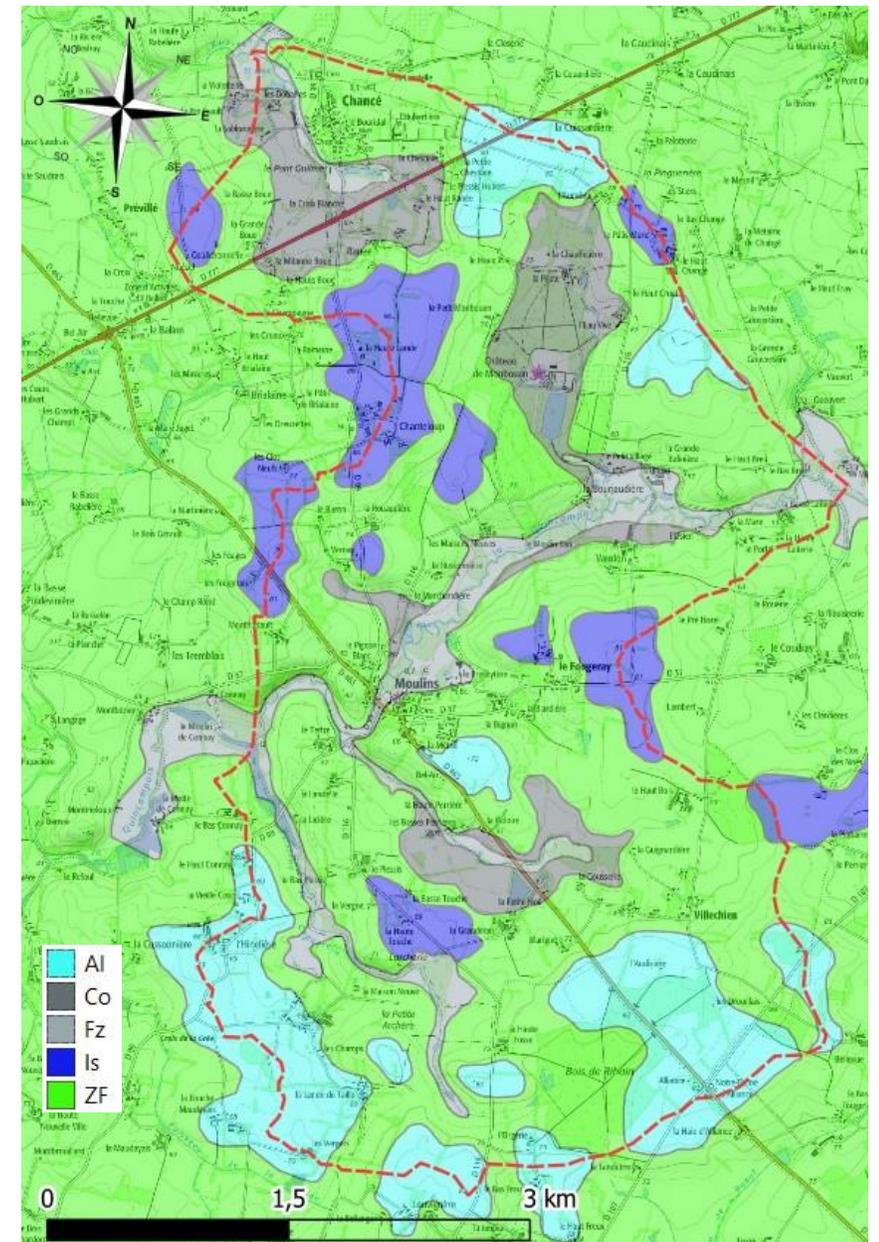
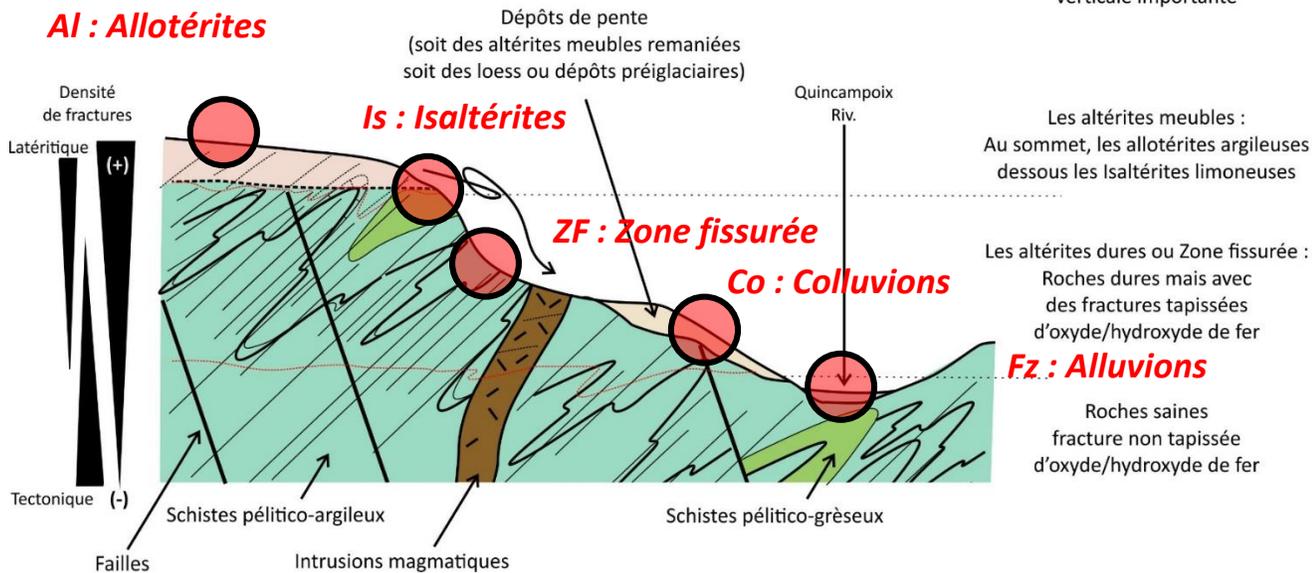
LES DONNEES EN ENTREE - Altérites

LA CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE DE TERRAIN AU 1/10 000

LES DONNEES DE LA BSS (forages, sondages)

Cartographie pour un calage sur le profil théorique d'altération (Wyns, 1998)

Exagération
verticale importante



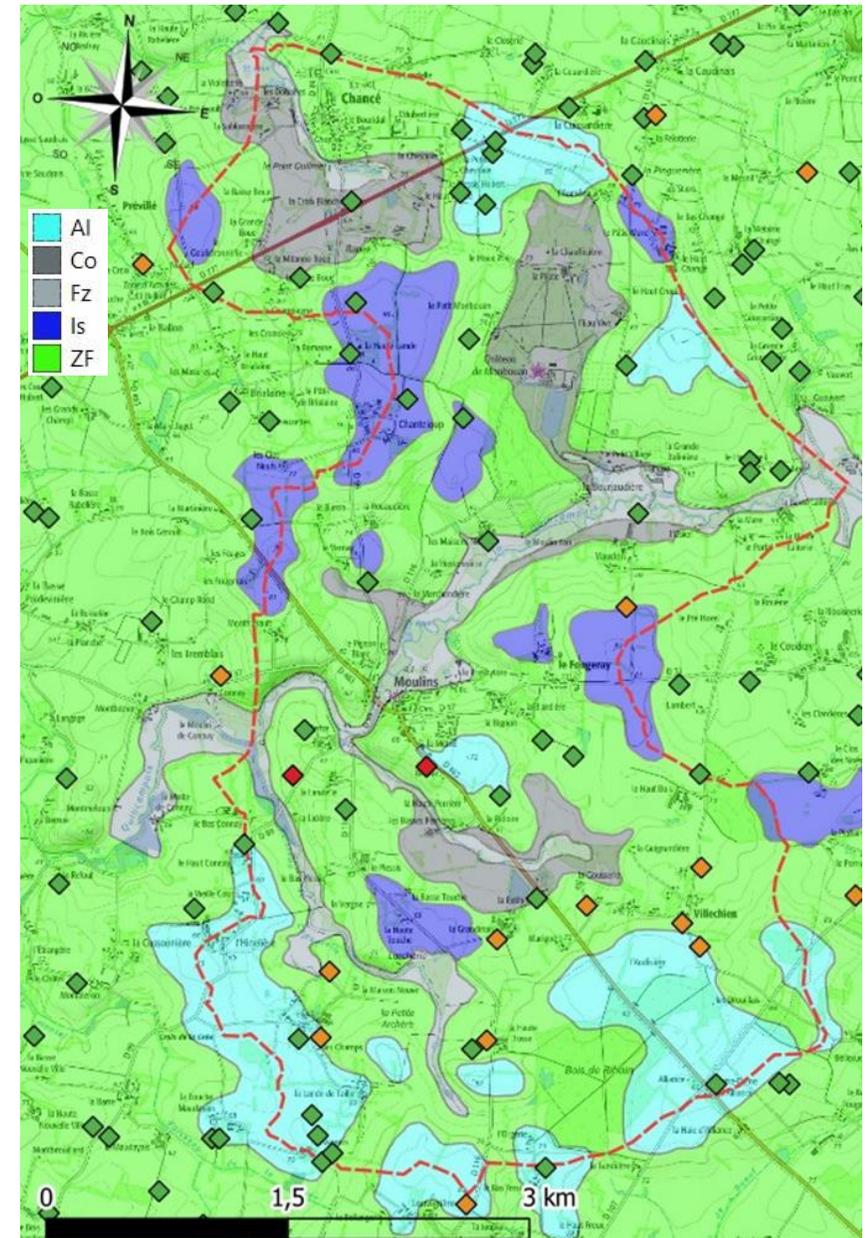
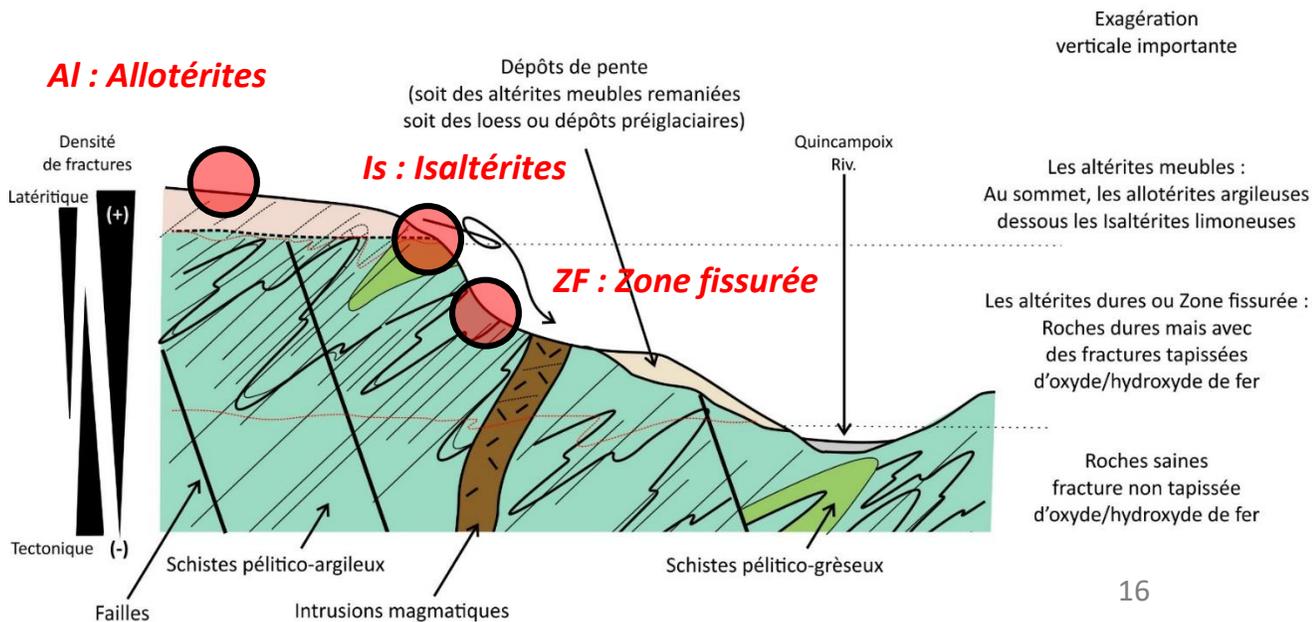
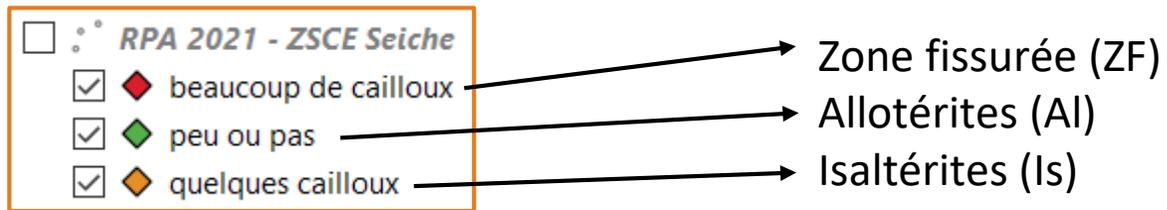
Carte géologique au 1/10 000

Caractérisation de la géologie de sub-surface

LES DONNEES EN ENTREE - Argilosité

LES DONNEES ISSUES DES SONDAGES RPA 2021 – ZSCE Seiche

- Nombre : 66 sondages pédologiques
- Informations contenues : plus ou moins caillouteux.



Carte géologique au 1/10 000
avec points complémentaires sur argilosité

Caractérisation de la géologie de sub-surface

LES DONNEES EN ENTREE - Argilosité

LA RADIOMETRIE SPECTRALE GAMMA (1998)

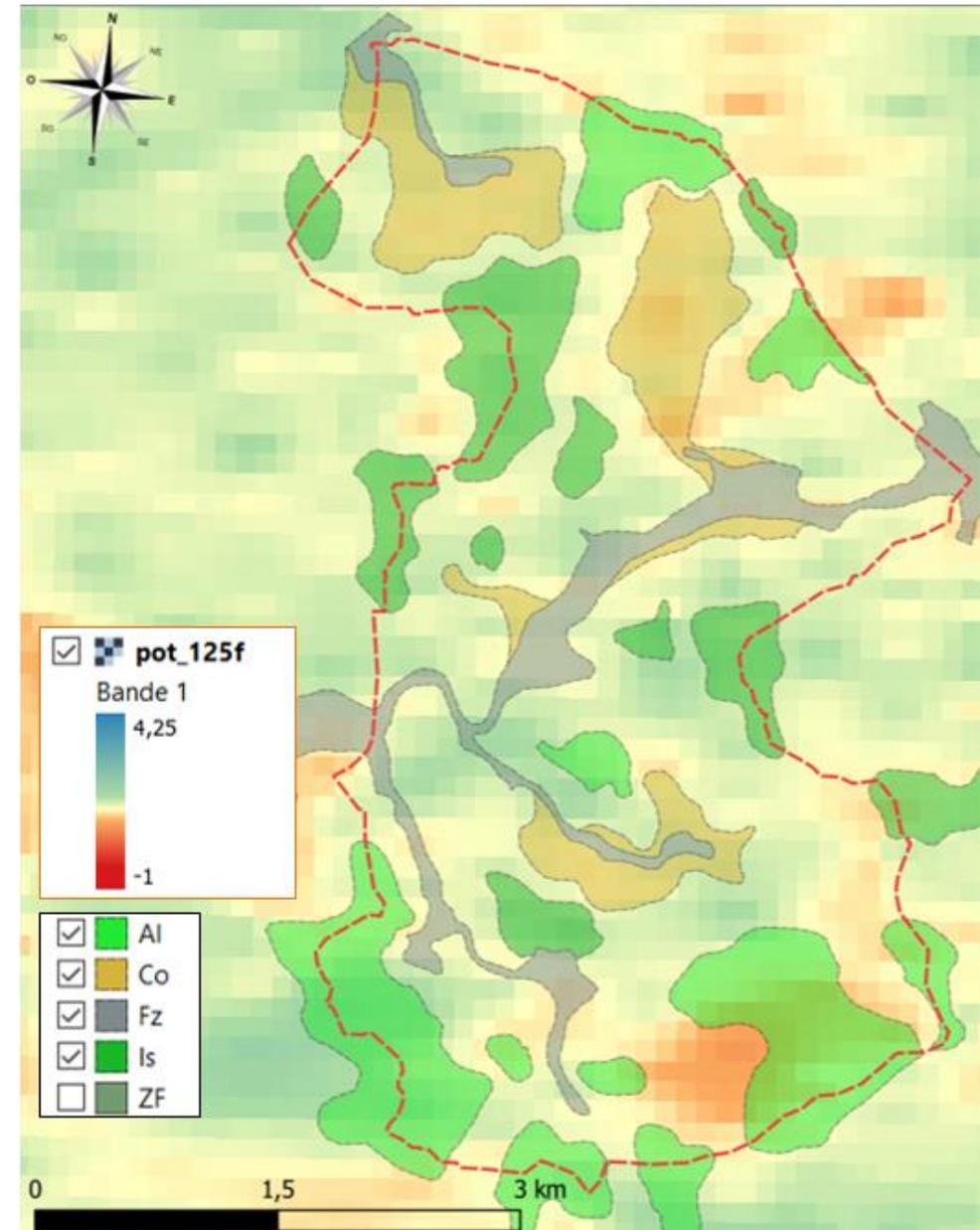
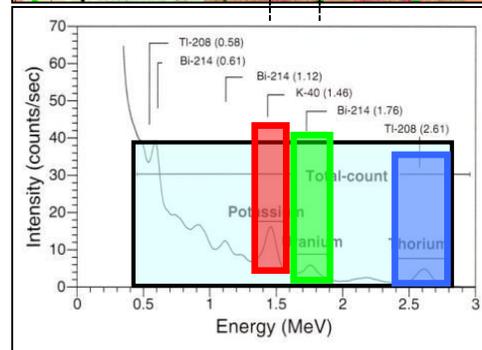
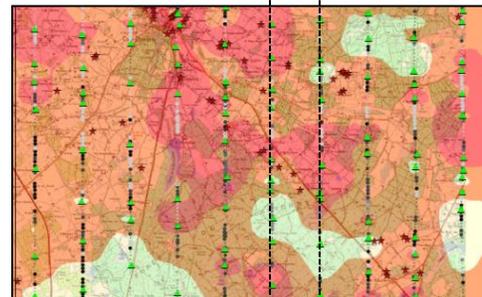
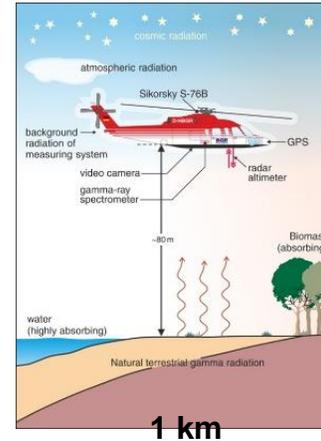
- Radioactivité naturelle des roches,
- Notamment les teneurs en potassium (K)

Méthodologie d'acquisition :

- Mesures des teneurs de 3 éléments : potassium (K), uranium (U) et thorium (Th)
- Sur une profondeur de 50 cm

Teneur en radioéléments modifiée par l'altération :

- Transport du potassium, très soluble, par l'eau entraîne des concentrations faibles, caractéristiques de la présence de profils d'altération
- Faible [K] = zone argileuse



Superposition de la radiométrie spectrale gamma (teneurs en potassium) et de la cartographie des altérites

Acquisition des données

Géologie

- Cartographie détaillée des formations géologiques superficielles
- Altération
- Fracturation

Hydrogéologie

- Piézométrie basses eaux
- Piézométrie hautes eaux

Hydrologie

- Jaugeages synchrones

Acquisition de données hydrogéologiques : campagnes piézométriques

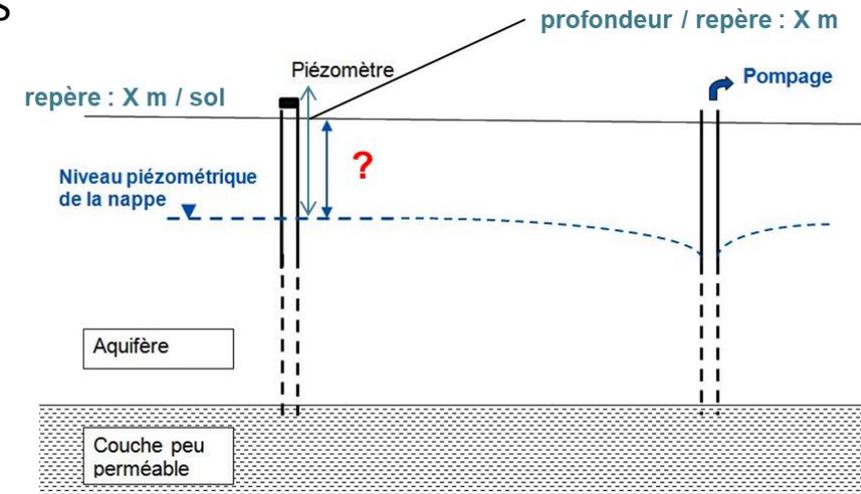
LES DONNEES EN ENTREE

BSS

- 11 points d'eau en BSS sur le secteur d'étude (sur les 38 ouvrages recensés) → insuffisant

CAMPAGNES TERRAIN

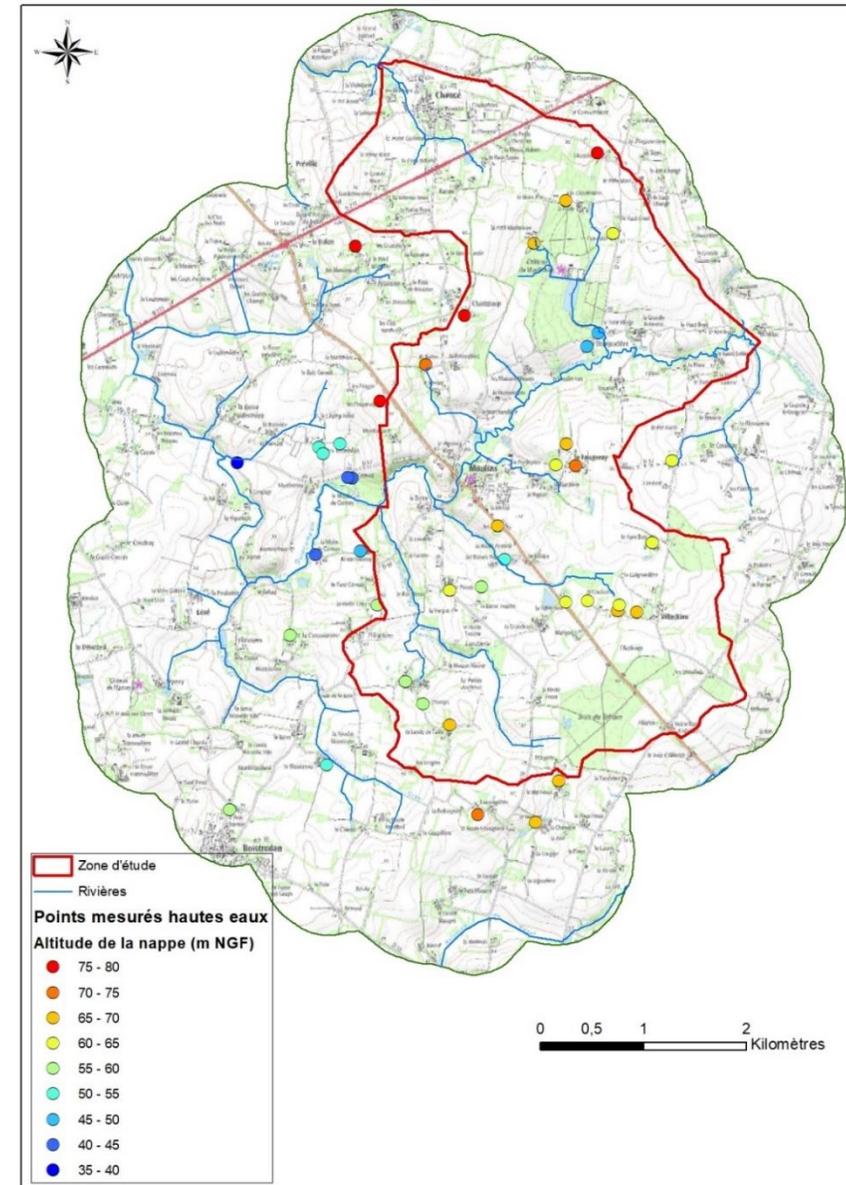
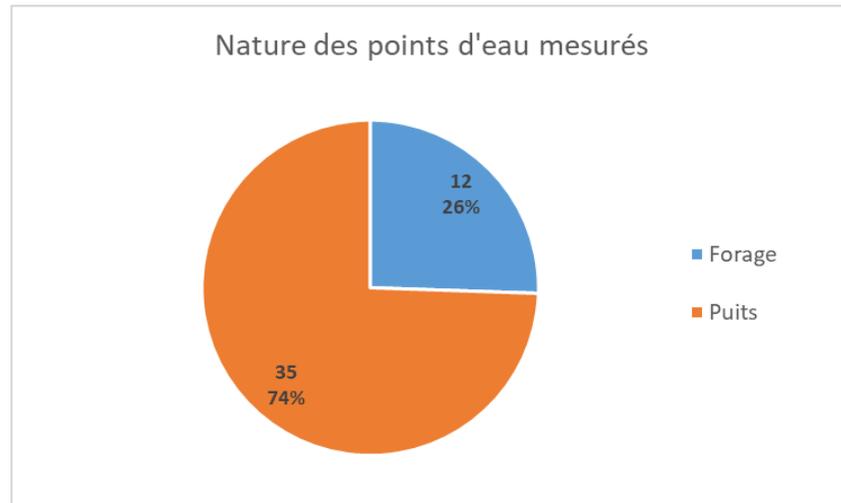
- **Campagne préparatoire** (juillet 2020) pour recenser les points d'eau existants sur le terrain non influencés par des pompages (zone d'étude élargie)
- **Campagne basses eaux (novembre 2020) :**
 - 43 points mesurés dont 24 dans le secteur d'étude... et seulement 3 en BSS
 - 1 point / 0,8 km² dans le secteur d'étude
- **Campagne hautes eaux (mars 2021) :**
 - Début de vidange
 - 43 points mesurés (-4 +4 par rapport aux BE)
 - 39 points nivelés (GPS différentiel, précision < 3 cm)



Acquisition de données hydrogéologiques : campagnes piézométriques

LES DONNEES EN ENTREE

CAMPAGNES TERRAIN



Acquisition des données

Géologie

- Cartographie détaillée des formations géologiques superficielles
- Altération
- Fracturation

Hydrogéologie

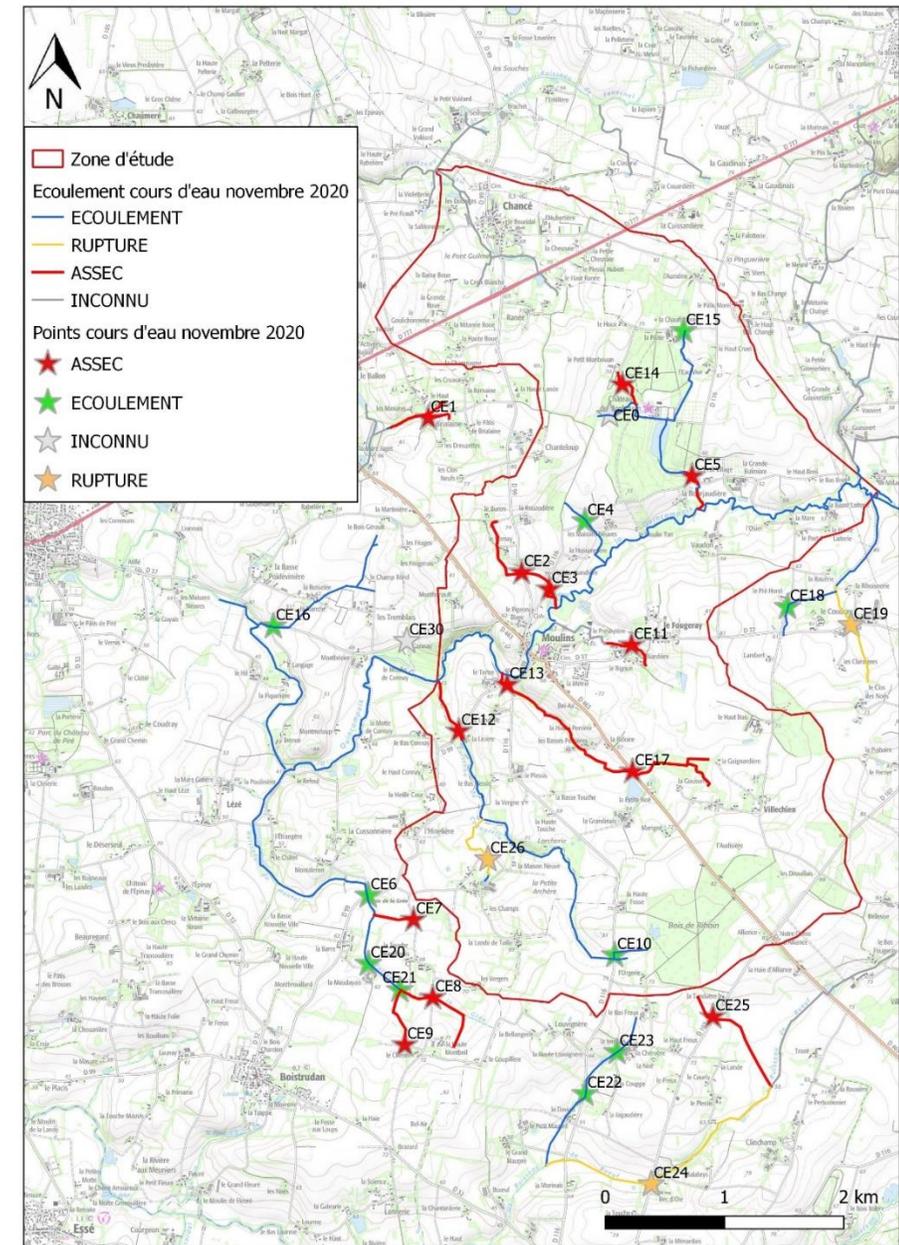
- Piézométrie basses eaux
- Piézométrie hautes eaux

Hydrologie

- Jaugeages synchrones

Acquisition de données hydrologiques

- Evaluation des écoulements superficiels pendant les campagnes piézométriques hautes et basses eaux (visuel ou jaugeage)
 - Permet de prendre en compte ou non les cours d'eau comme exutoires des nappes

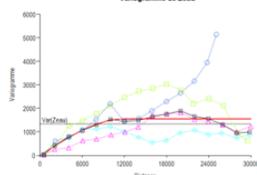
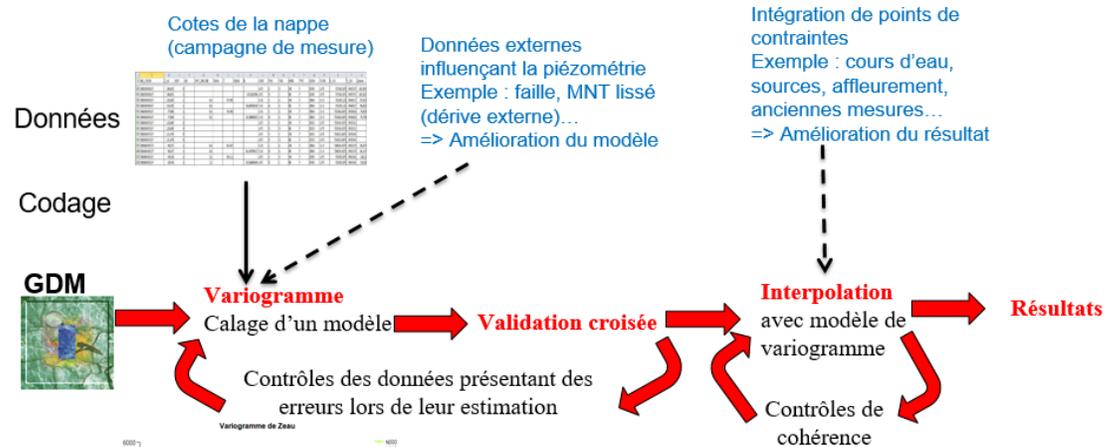
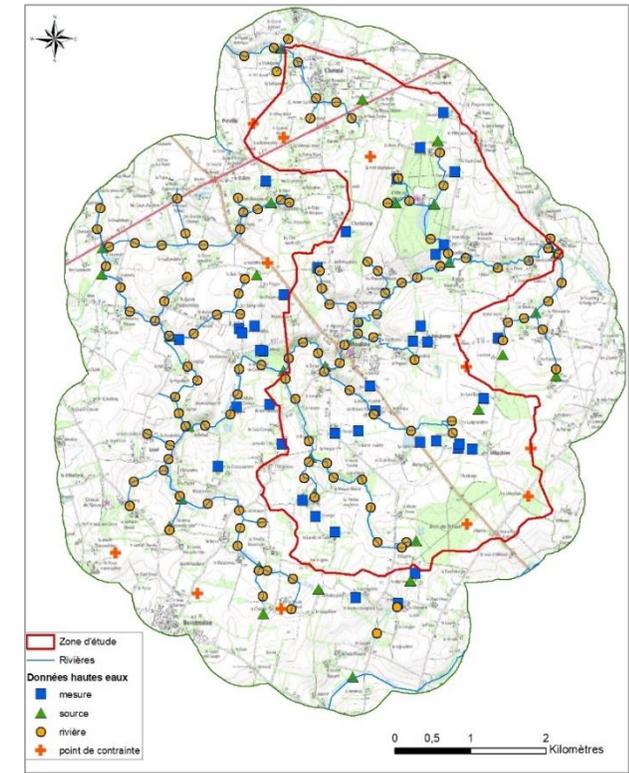


Réalisation de cartes piézométriques

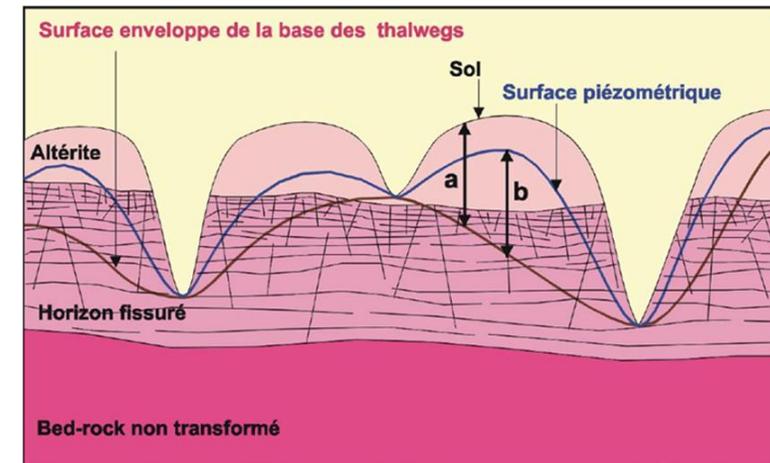
LES DONNEES EN ENTREE

HAUTES EAUX (MARS 2021)

- 41 mesures piézométriques
- 30 sources IGN (BD Topo®)
- 124 points cours d'eau, échantillonnés tous les 500 m, avec altitude du MNT 5 m (BD Carthage + MNT 5 m)
- Grille des cours d'eau en dérivation externe (source BD Carthage)
- Grille du MNT 5 m



Principe de modélisation hydrogéologique sous GDM)

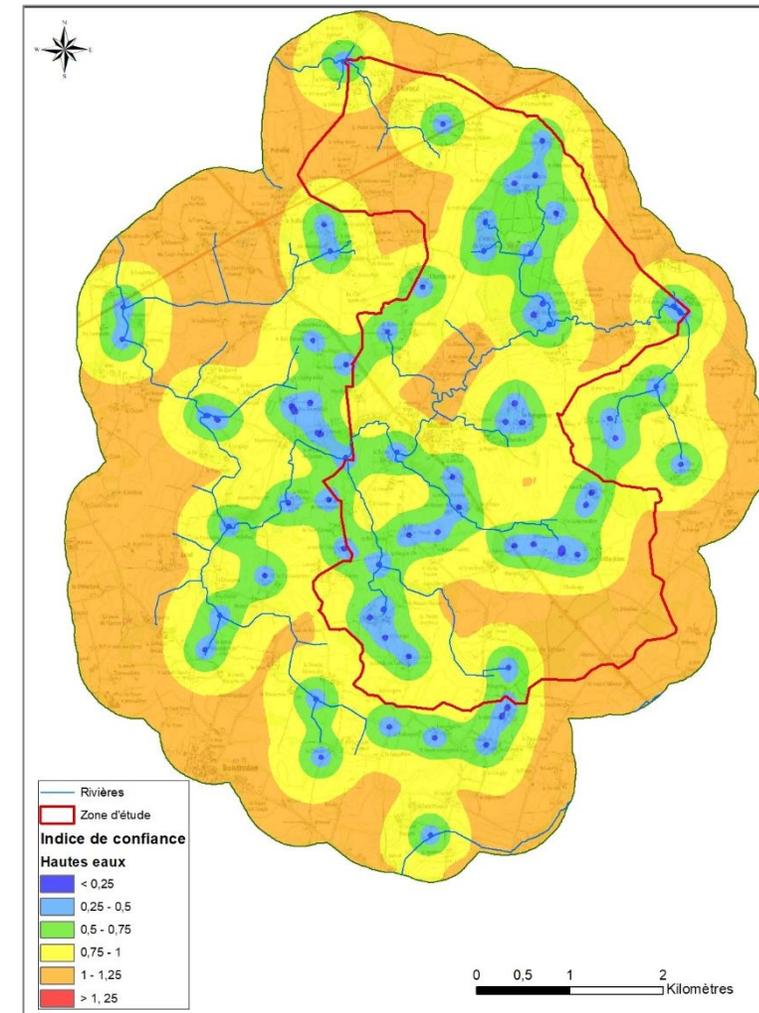
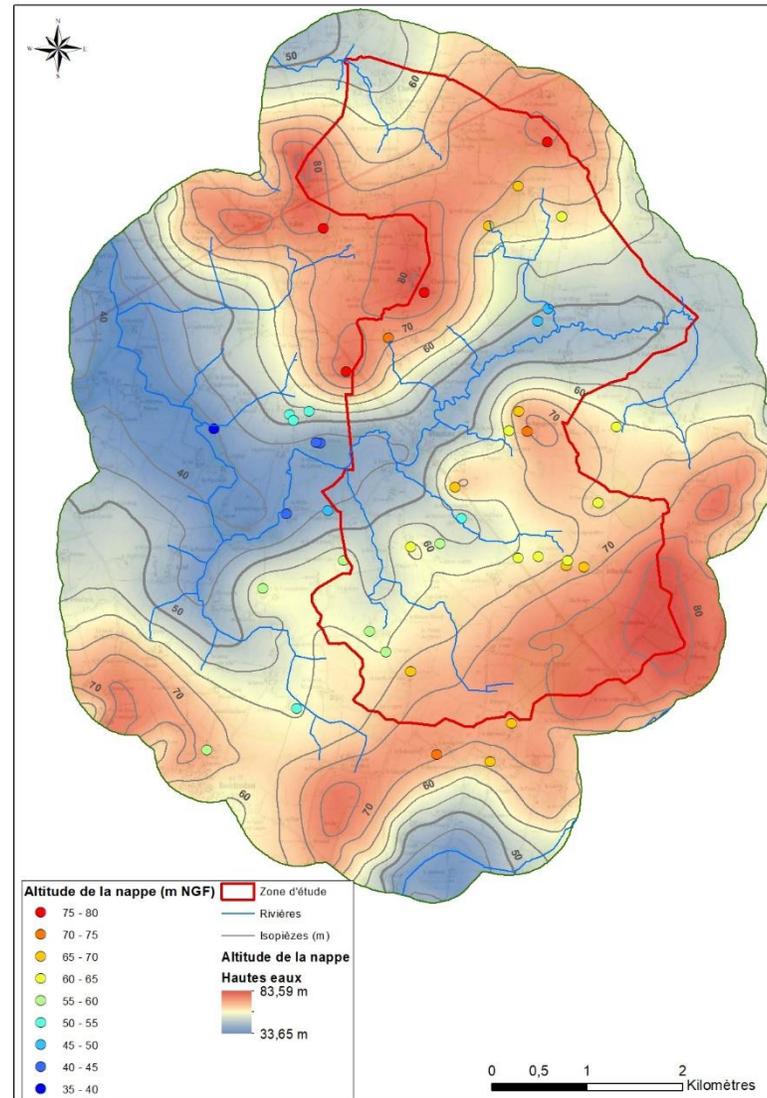


Principe de modélisation de la surface piézométrique en domaine de socle (Wyns et al., 2004)

Réalisation de cartes piézométriques

RESULTATS

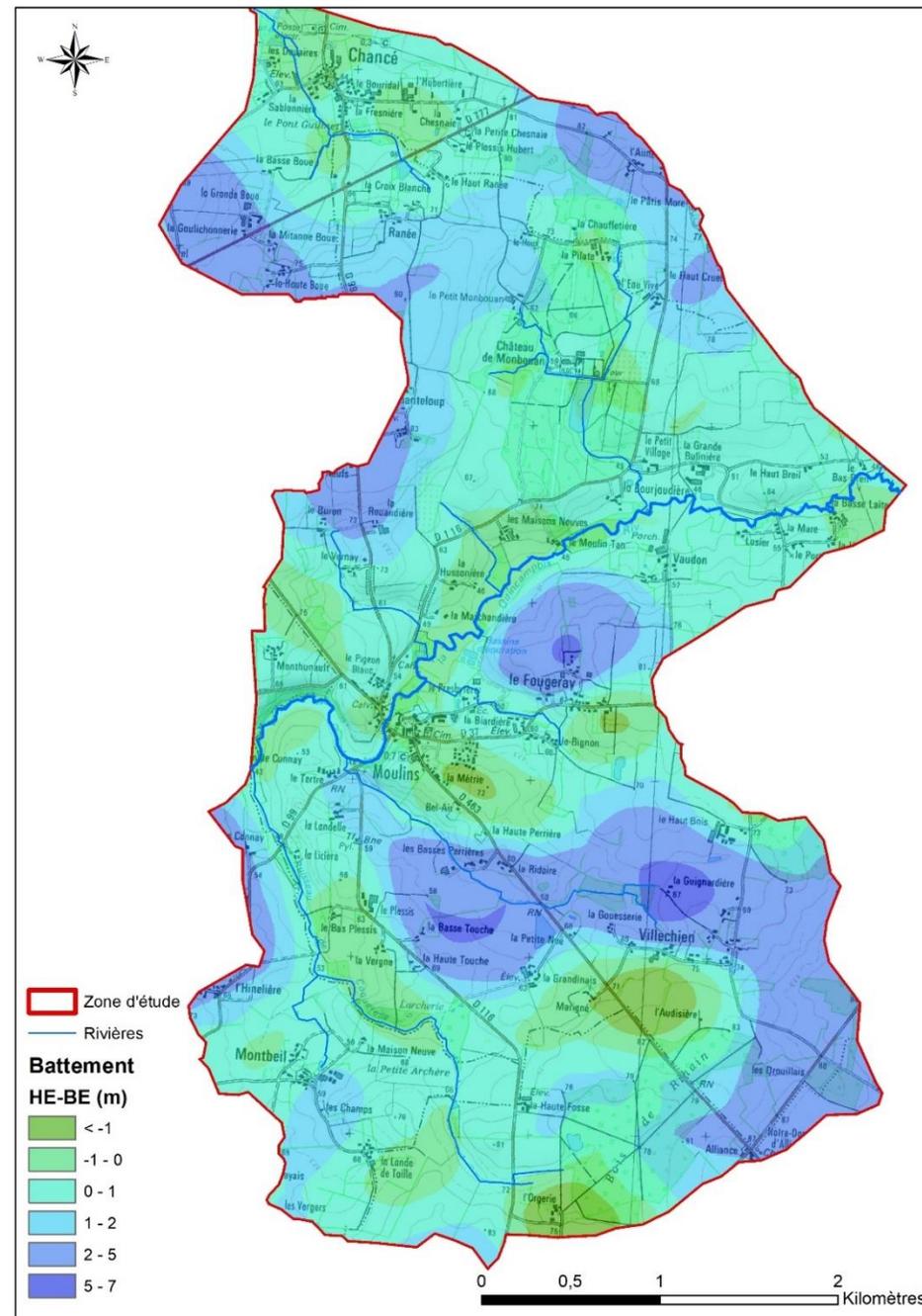
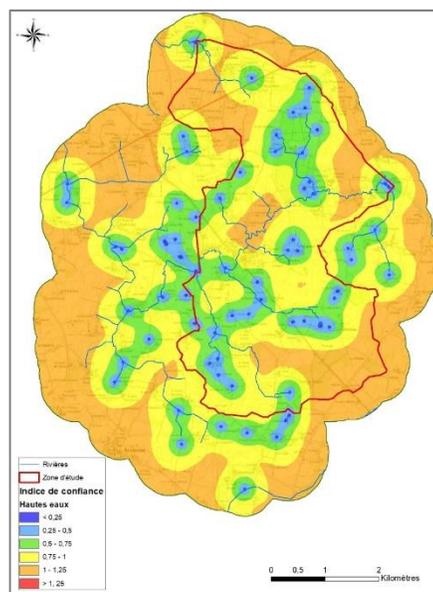
Hautes eaux



Réalisation de cartes piézométriques

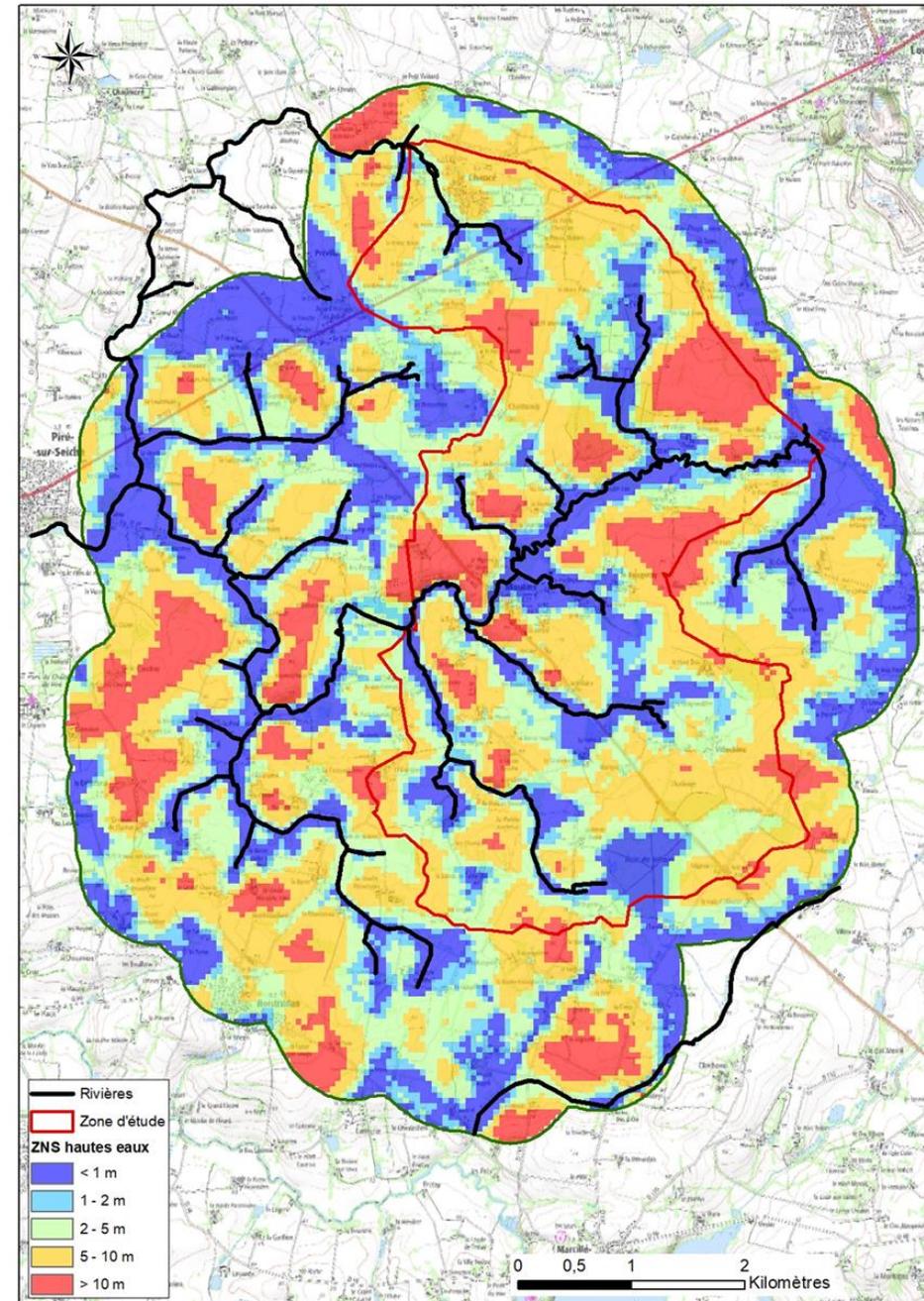
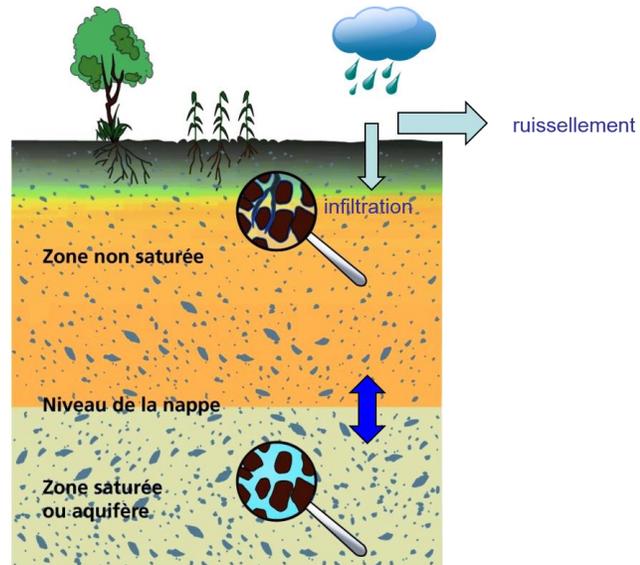
RESULTATS – Battement

	Profondeur de la nappe (m)		Battement (m)
	Basses eaux (novembre 2020)	Hautes eaux (mars 2021)	Hautes eaux - Basses eaux
Minimum	1.3	0.77	-0.32
Maximum	10.5	7.98	5.98
Moyenne	4.79	3.02	1.87



Réalisation de cartes piézométriques

RESULTATS – Epaisseur de la zone non saturée

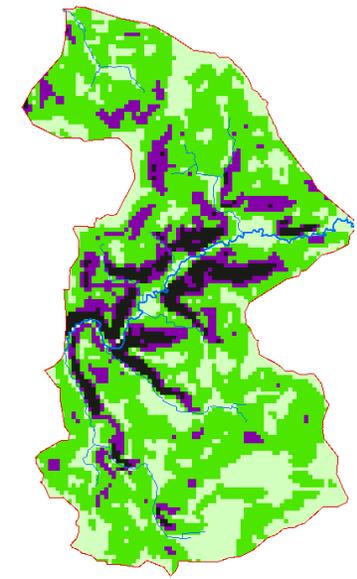
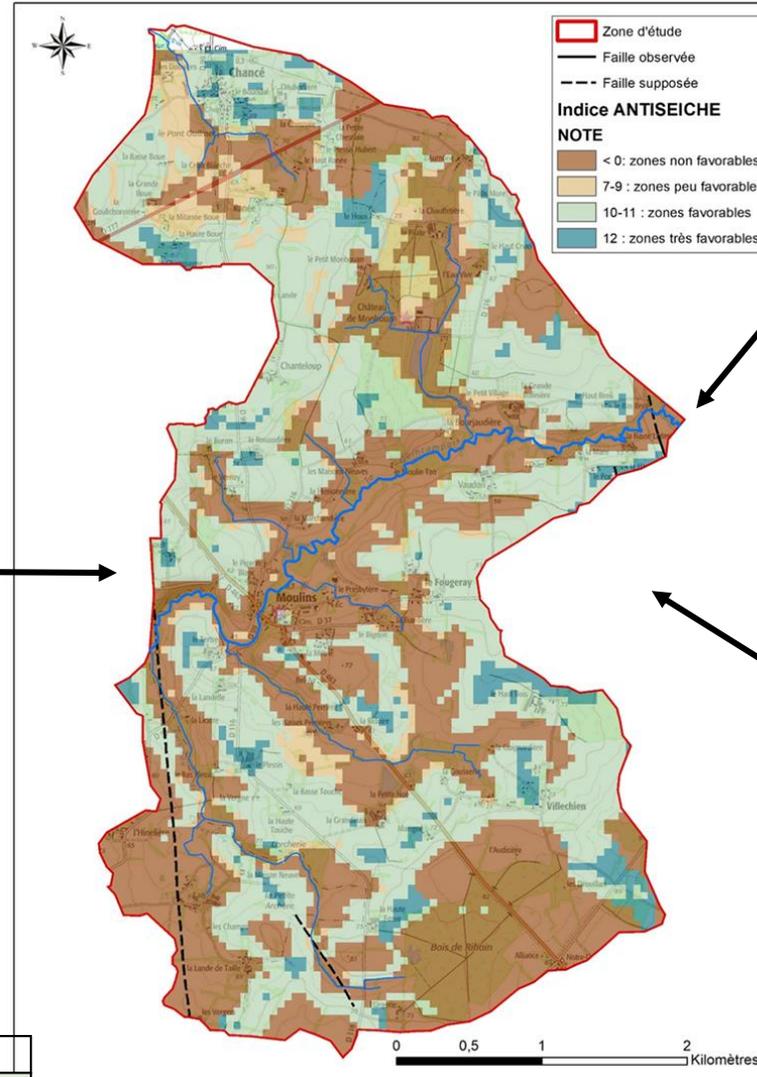
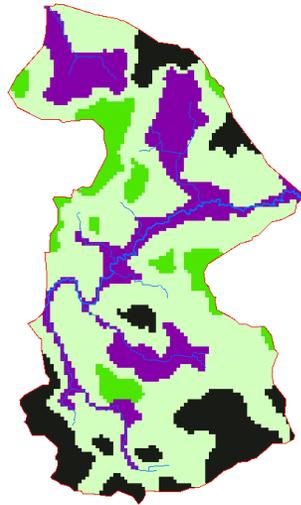


Croisement des données

$$I_{\text{ANTISEICHE}} = [\text{pente}] + [\text{géologie}] + [\text{ZNS}]$$

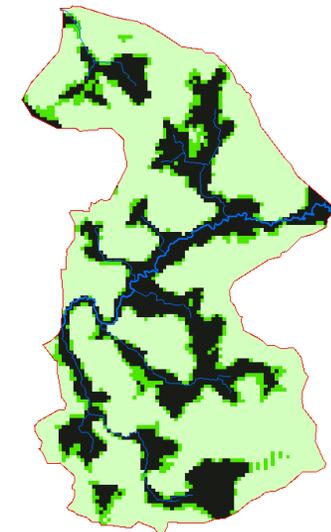
Nature des formations géologiques (+/- argileuses)

Prospection géologique, spectrométrie gamma, pierrosité RPA



Pente
MNT 50m

Epaisseur zone non saturée hautes eaux
Carte piézométrique hautes eaux



		Note			
		-99	2	3	4
Critères	Epaisseur ZNS (m)	0 - 2	/	2 - 3	> 3
	Pente (%)	> 7	> 5 et ≤ 7	> 2 et ≤ 5	≤ 2
	Géologie	Allotérites	Colluvions, alluvions	Isaltérites	Zone fissurée

Croisement des données

PENTE

Note :

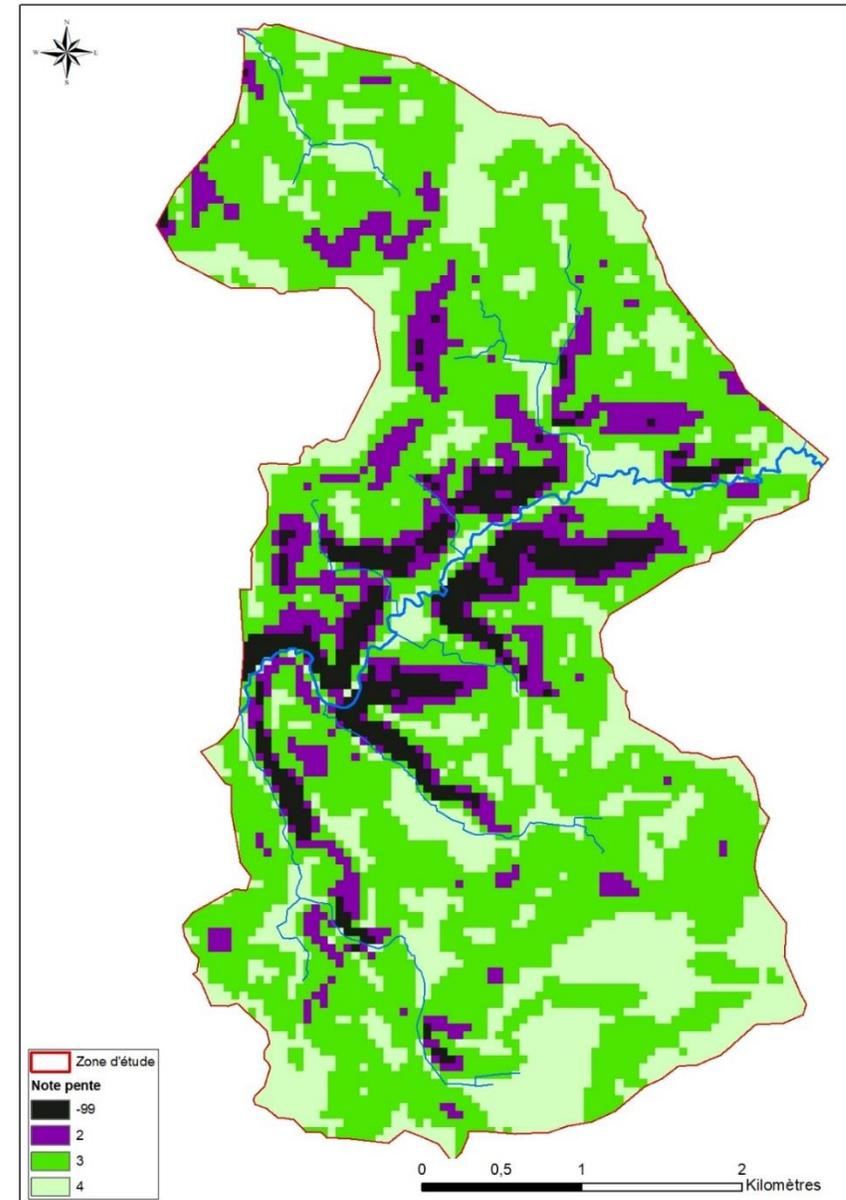
- Pente moyenne $> 7\%$: défavorable (note = -99)
- Pente moyenne >5 et $\leq 7\%$: peu favorable (note =2)
- Pente moyenne > 2 et $\leq 5\%$: assez favorable (note = 3)
- Pente moyenne $\leq 2\%$: très favorable (note =4)

Critère rédhibitoire : Pente $> 7\%$

Bibliographie :

*Etudes BRGM sur infiltration : Nantes - Conil et al., 2015;
Rennes - Pinson et al., 2019)*

*Recommandations géotechniques pour l'infiltration des
eaux pluviales (Graie, 2014)*



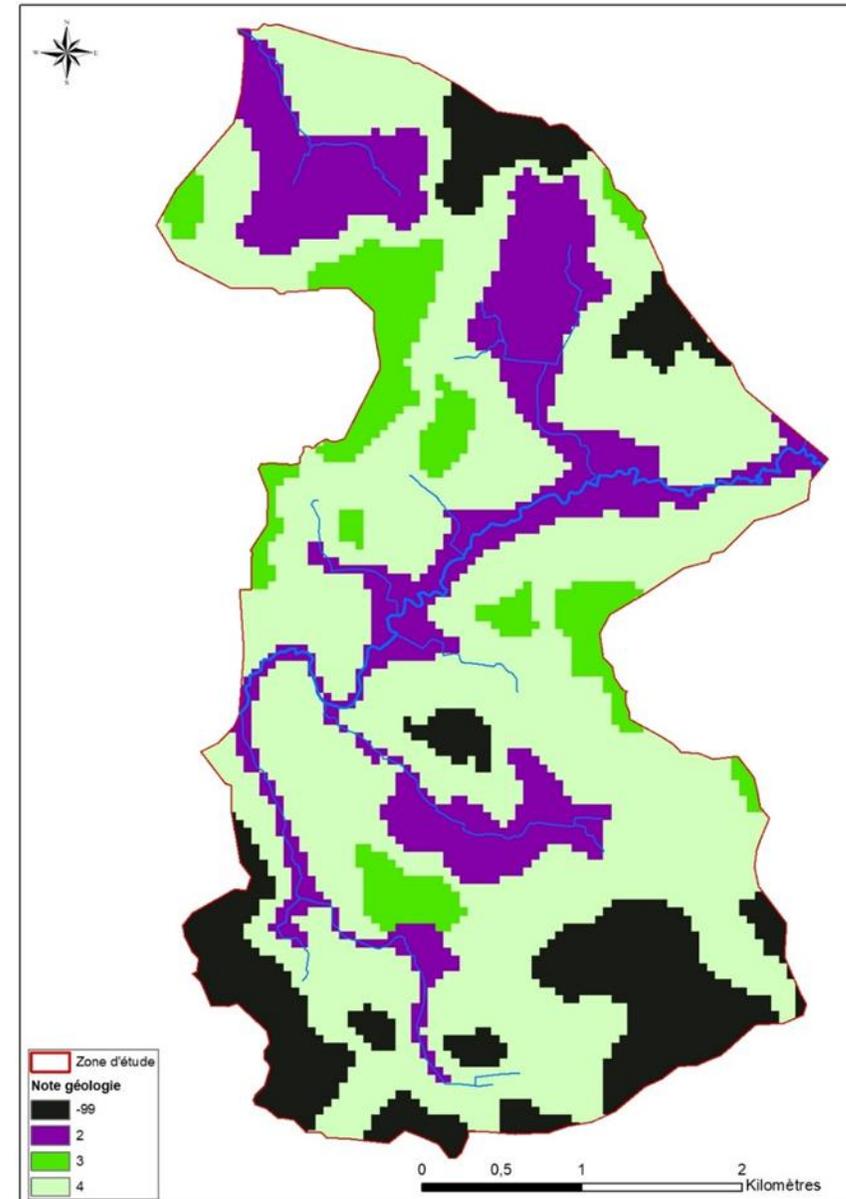
Croisement des données

FORMATIONS GEOLOGIQUES ET PRESENCE D'ARGILE

Note :

- Allotérites : défavorable (note = -99)
- Colluvions / Alluvions : peu favorable (note = 2)
- Isaltérites : assez favorable (note = 3)
- Zone fissurée : très favorable (note = 4)

Critère rédhibitoire : Allotérites



Croisement des données

EPAISSEUR DE LA ZONE NON SATUREE HAUTES EAUX

Prise en compte de la ZNS en hautes eaux
(conditions les plus défavorables)

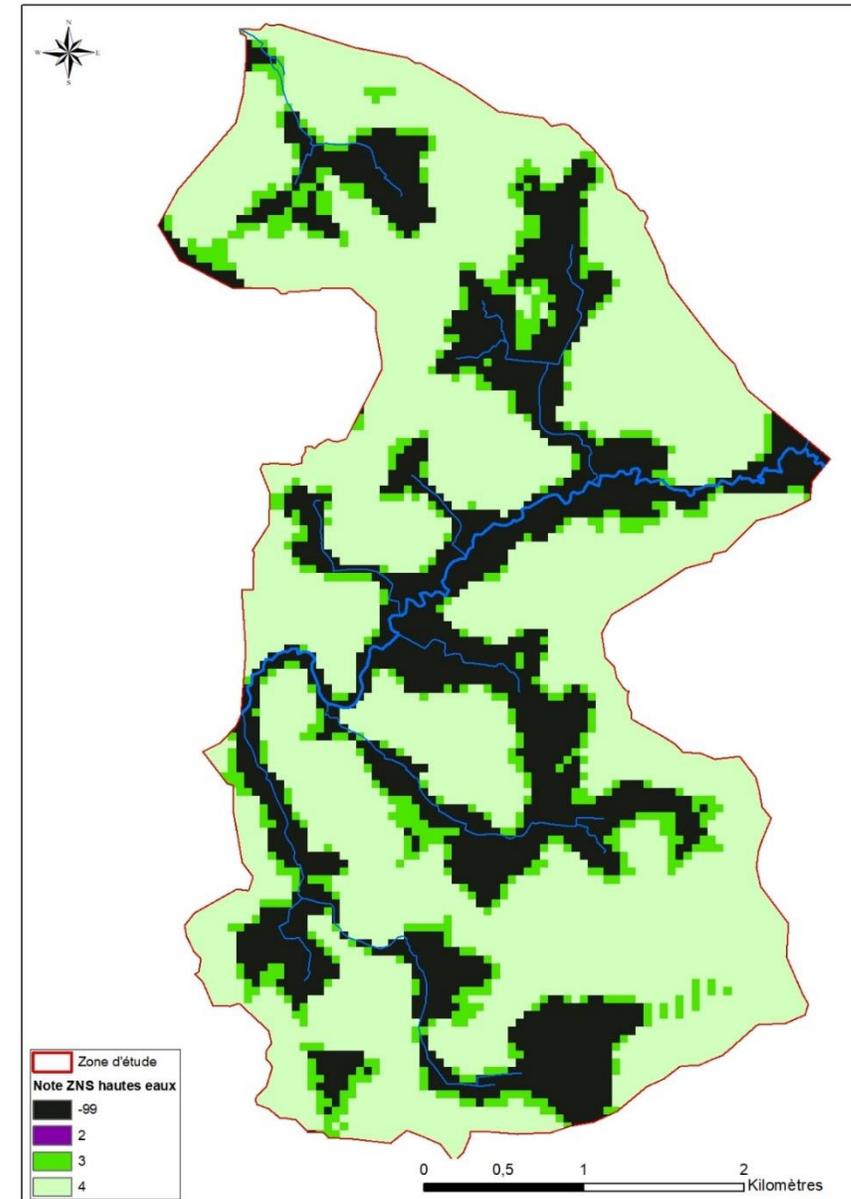
Note :

- Entre 0 et 2 m : infiltration défavorable (note = -99)
- Entre 2 et 3 m : assez favorable (note = 3)
- Supérieur à 3 m : très favorable (note = 4)

Critère rédhibitoire : ZNS < 2 m (maintien des possibilités d'exploitation des parcelles agricoles)

Bibliographie :

*Les ouvrages d'infiltration et la fonction filtration -
Programme GESSOL (2015)*



Croisement des données

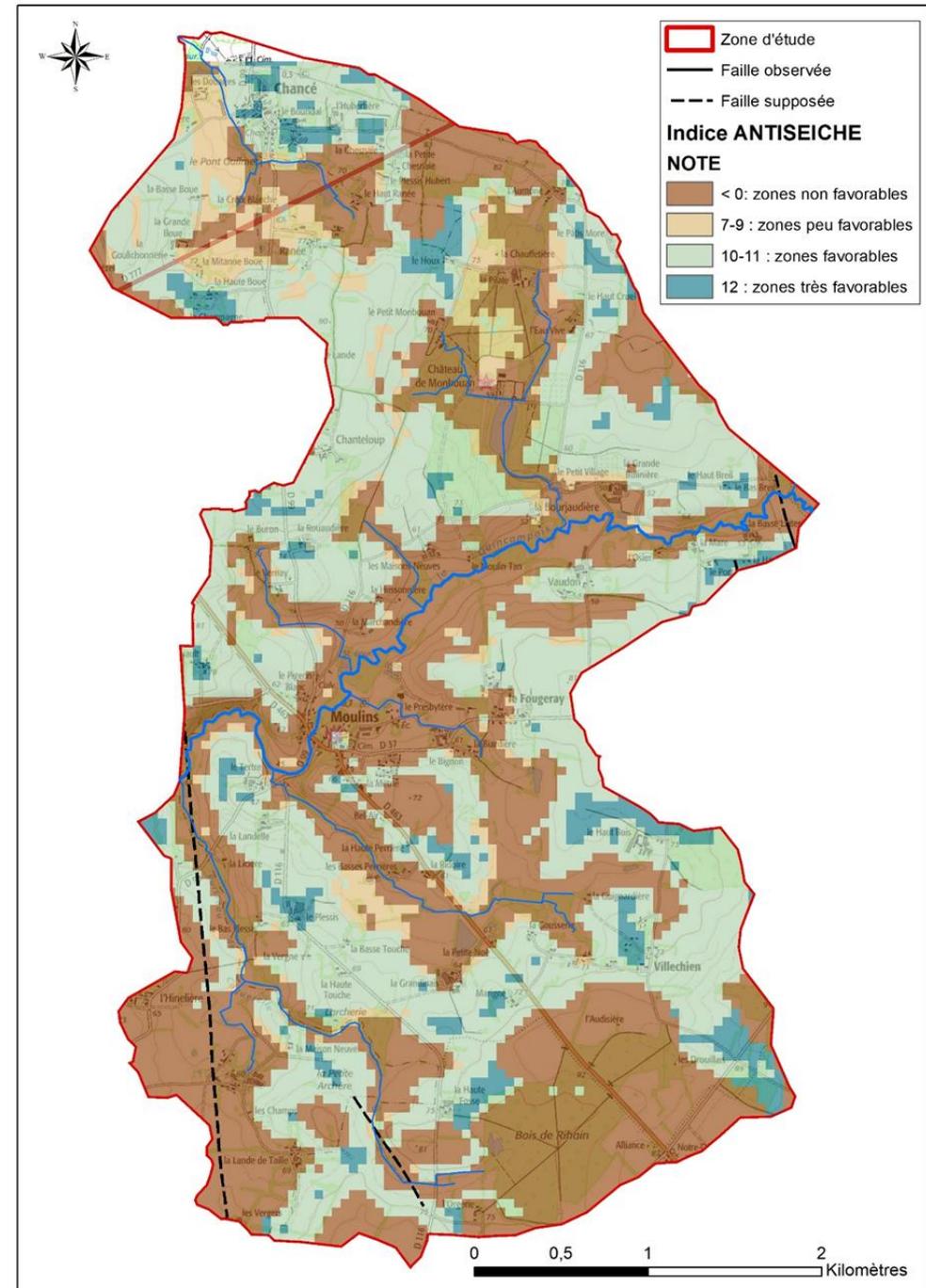
RESULTATS

		Note			
		-99	2	3	4
Critères	Epaisseur ZNS (m)	0 - 2	/	2 - 3	> 3
	Pente (%)	> 7	> 5 et ≤ 7	> 2 et ≤ 5	≤ 2
	Géologie	Allotérites	Colluvions, alluvions	Isaltérites	Zone fissurée

Indice ANTISEICHE : possibilité d'infiltration
Echelle 1/10 000

Note :

- < 0 : défavorable
(au moins 1 critère défavorable)
- 8-9 : peu favorable
- 10-11 : assez favorable
- 12 : très favorable



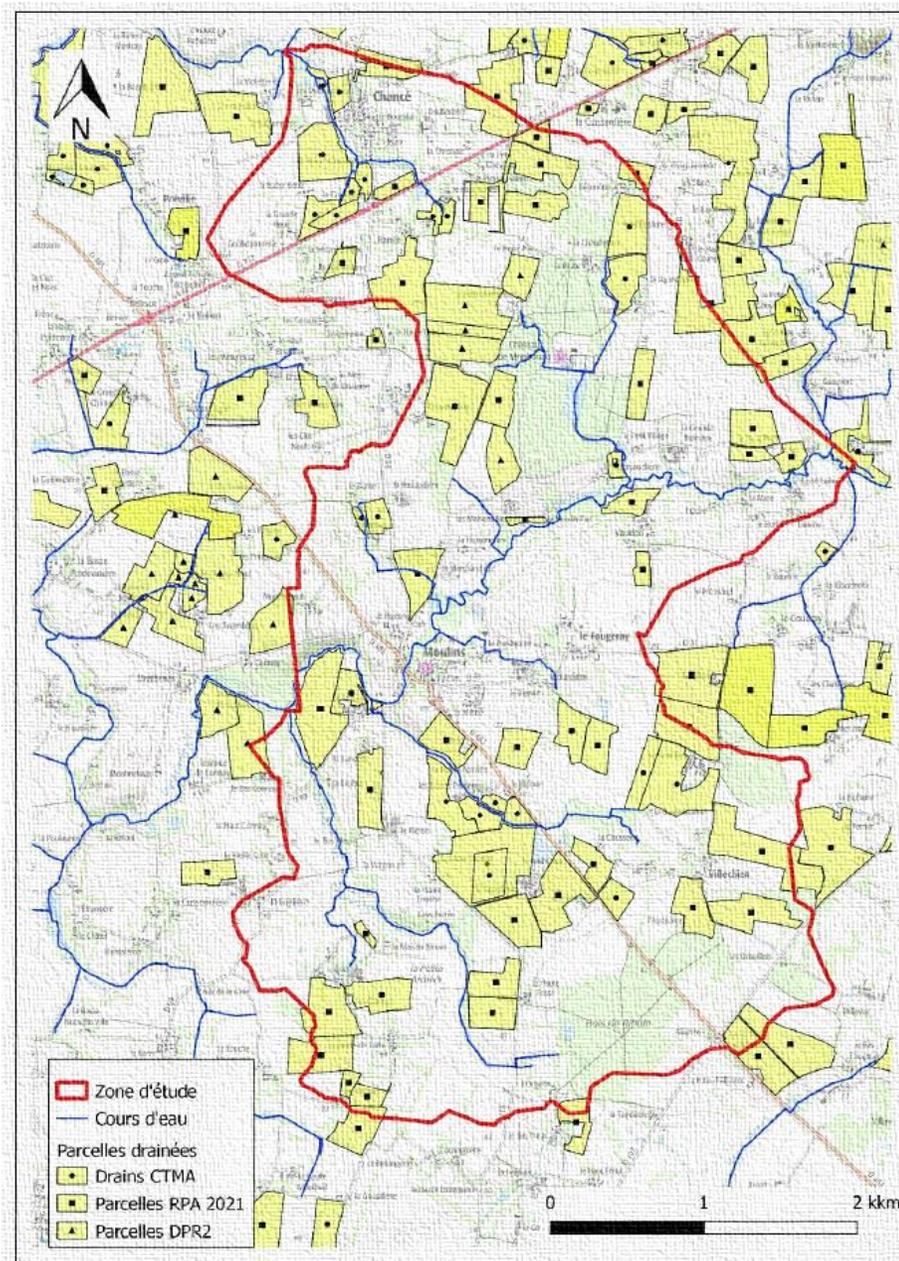
Pré localisation des parcelles drainées

Travail de synthèse des données disponibles

- **Photos aériennes historiques** (photo-interprétation des parcelles drainées)
- Inventaire zones humides (parcelles non drainées)
- **Diagnostic REH** du Contrat territorial (points)
- **ZSCE** : RPA 2021 (points) - 80 % des points RPA sont sur des parcelles drainées
- **ZSCE**: Parcelles DPR2 (CRAB)

Croisement avec les parcelles du RPG 2020

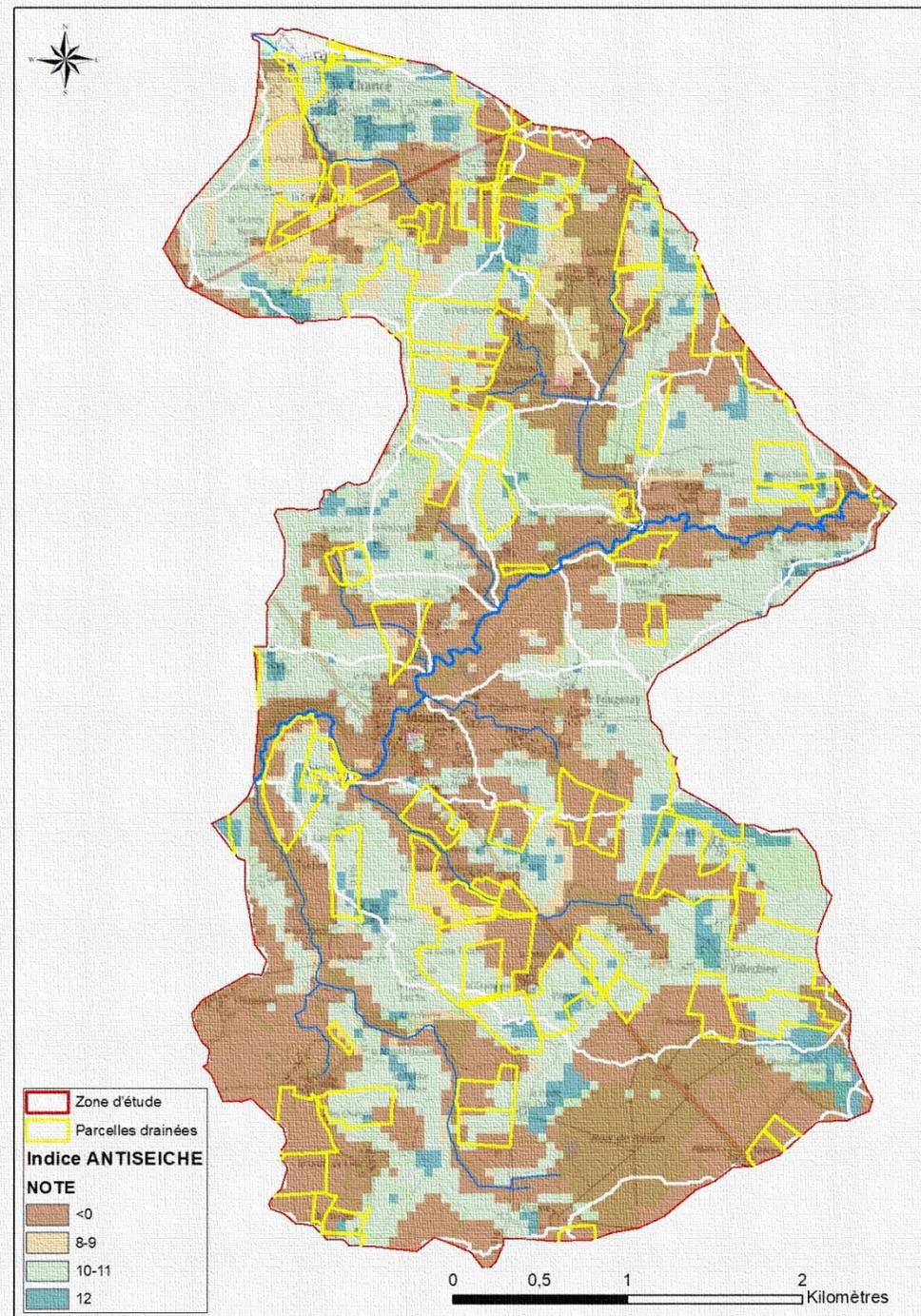
➔ *Risque de surestimation des surfaces drainées à l'échelle de la parcelle (point bas topographique de la parcelle drainé)*



Superposition aux parcelles drainées

1/3 des parcelles drainées sont situées dans une zone favorable à l'infiltration (indice ≥ 10)

Attention: surestimation possible!



Méthodologie simplifiée reproductible

		DONNEES	INTERET
Acquisition de terrain	Hydrogéologie	Mesures piézométriques hautes eaux	Indispensable
		Mesures piézométriques basses eaux	Fortement recommandées pour vérifier cohérence piézométrie hautes eaux et ajouter points de contrôle
		Analyses qualité eau souterraine	Utile pour connaissance du territoire et lien eau de surface/eau souterraine
	Hydrologie	Evaluation écoulement cours d'eau hautes eaux	Utile si présence d'assec même en hautes eaux
		Evaluation écoulement cours d'eau basses eaux	Indispensable
		Campagnes jaugeages micromoulinet	Utile pour vérifier cohérence des débits d'amont en aval, présence de pertes, plus forte contribution de certains secteurs, ...
		Analyses qualité eau de surface	Utile pour connaissance du territoire et lien eau de surface/eau souterraine
	Géologie	Cartographie des altérites	Indispensable
		Relevé des directions de fracturation	Utile
Analyses de sol avec argilosité		Fortement recommandées pour préciser la cartographie des formations superficielles	
Autres données	Argilosité	RPA (présence de cailloux), radiométrie spectrale gamma, coupes de forage, ...	Fortement recommandées
	Prélèvements	Inventaire prélèvements eau (eau de surface et eau souterraine)	Utile pour évaluer la pression de prélèvements
Analyse multicritère	Piézométrie	Carte piézométrique hautes eaux	Indispensable
		Carte piézométrique basses eaux	Utile
		Epaisseur de la zone non saturée hautes eaux	Indispensable
		Epaisseur de la zone non saturée basses eaux	Utile
	Géologie	Altérites / argilosité	Indispensable
	Topographie	Pente	Indispensable

Résultats annexes

Drainage agricole très présent et qui semble être au-delà de la zone saturée

Amélioration des connaissances des formations altérées et fissurées en socle schisteux (briovérien)

Difficulté de recenser de manière exhaustive les prélèvements d'eau (volumes non déclarés supérieurs aux volumes déclarés (BNPE))

ANTISEICHE

Prélèvements d'eau

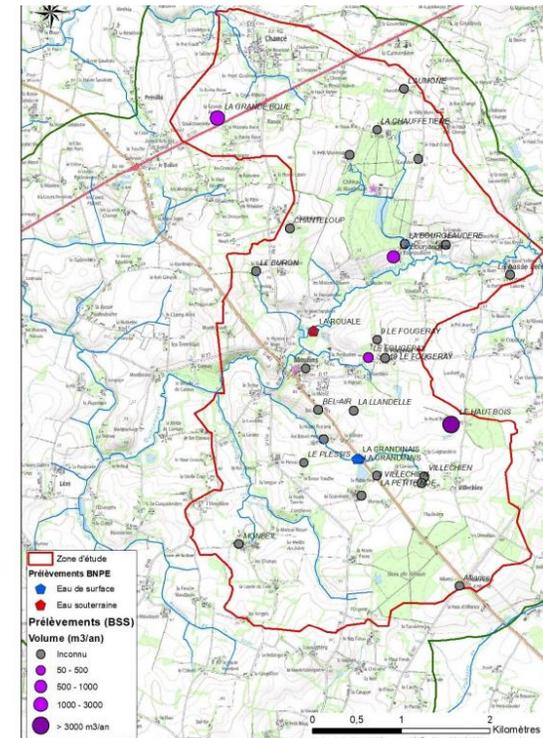
En 2019 :

- Eau de surface : pas de prélèvement
- Eau souterraine :
 - BSS : 24 075 m³
 - BNPE : 17 684 m³

41 759 m³

Soit un prélèvement équivalent à 2,2 mm/an sur le secteur d'étude

Prélèvements probablement sous-estimés



Limites du protocole ANTISEICHE

Méconnaissance de l'impact hydrologique des réseaux de drainage

Absence de quantification du gain des opérations sur le débit des cours d'eau

Pas de caractérisation des temps de transfert des eaux infiltrées (géomorphologie du versant, hétérogénéité des aquifères...)

Perspectives

Améliorer les connaissances sur l'impact hydrologique des collecteurs des drains agricoles à l'échelle parcellaire et du bassin versant

Connaissances sur le drainage des années 1960 à aujourd'hui à l'échelle de l'UGVE

- études de conception (hydrauliques, topographiques, techniques)
- pré-localisation : partenariat en cours avec les archives départementales d'Ille et Vilaine (BD Drainage)

Caractérisation de l'impact du drainage sur les interactions aquifères-eaux de surfaces sur 3 sites pilotes à l'état initial et après travaux (instrumentation des sites, suivis des mesures et interprétations des résultats...)

Modélisation de l'impact du drainage sur les débits des cours d'eau (sur la base des résultats de l'étude précédente) **et modélisation de plusieurs scénarii de dé-drainage** (localisation du dé-drainage à l'échelle du bassin versant, en fonction du contexte géomorphologique et géologique, rapport surfaces dé-drainées/impacts hydrologiques...).



Les webinaires Creseb



Replays et prochains rendez-vous

www.creseb.fr/les-webinaires-du-creseb

www.creseb.fr



Quoi de neuf ?

Abonnez-vous à notre Newsletter afin de rester informé sur l'avancée des travaux du Creseb et sur les parutions et actualités dans le domaine de l'eau.

RESTEZ CONNECTÉ

 twitter.com/Creseb_Bretagne

 CRESEB Vidéotheque



283 avenue du Général Patton
CS 21101 - 35711 RENNES Cedex 7

• Contact Cellule d'animation

Tél. : 02 99 27 11 62
Email : creseb@bretagne.bzh