

WEBINAIRE CRESEB

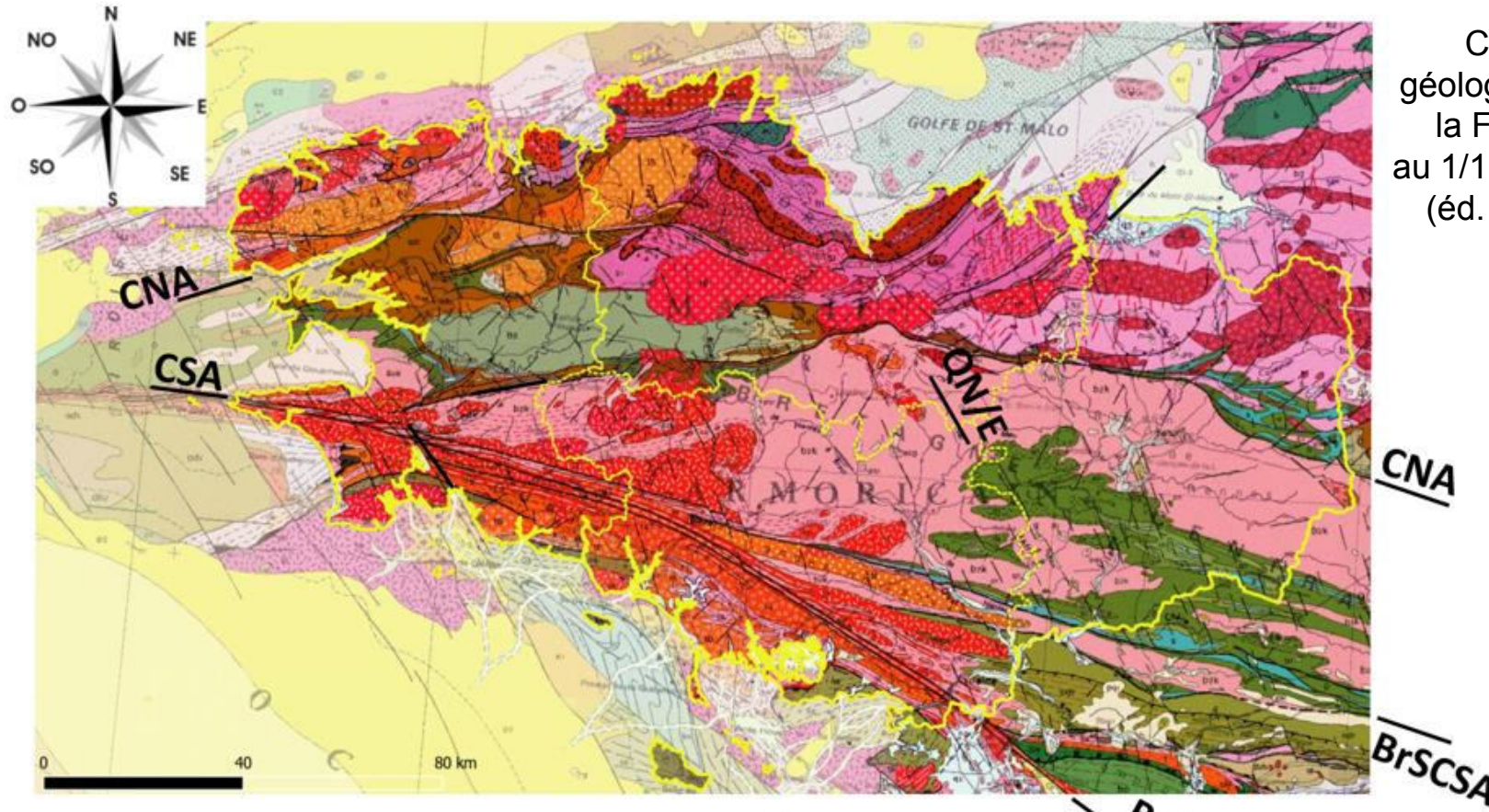
PROJETS DU BRGM SUR LES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE : PRÉSENTATION DES PROJETS ANAFORE ET ICARE

BASES SCIENTIFIQUES POUR LE TRACE DES NAEP

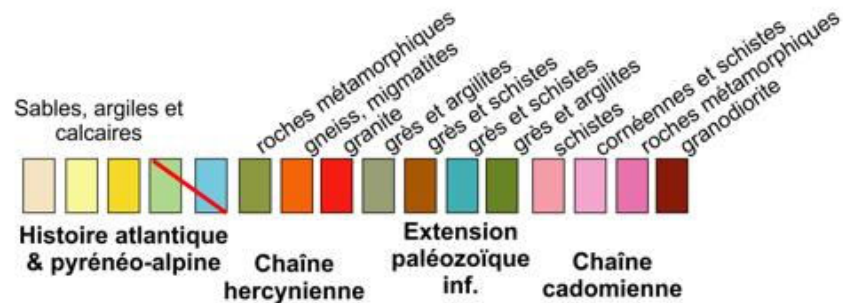
27 NOVEMBRE 2020



Connaissances actuelles du sous-sol breton

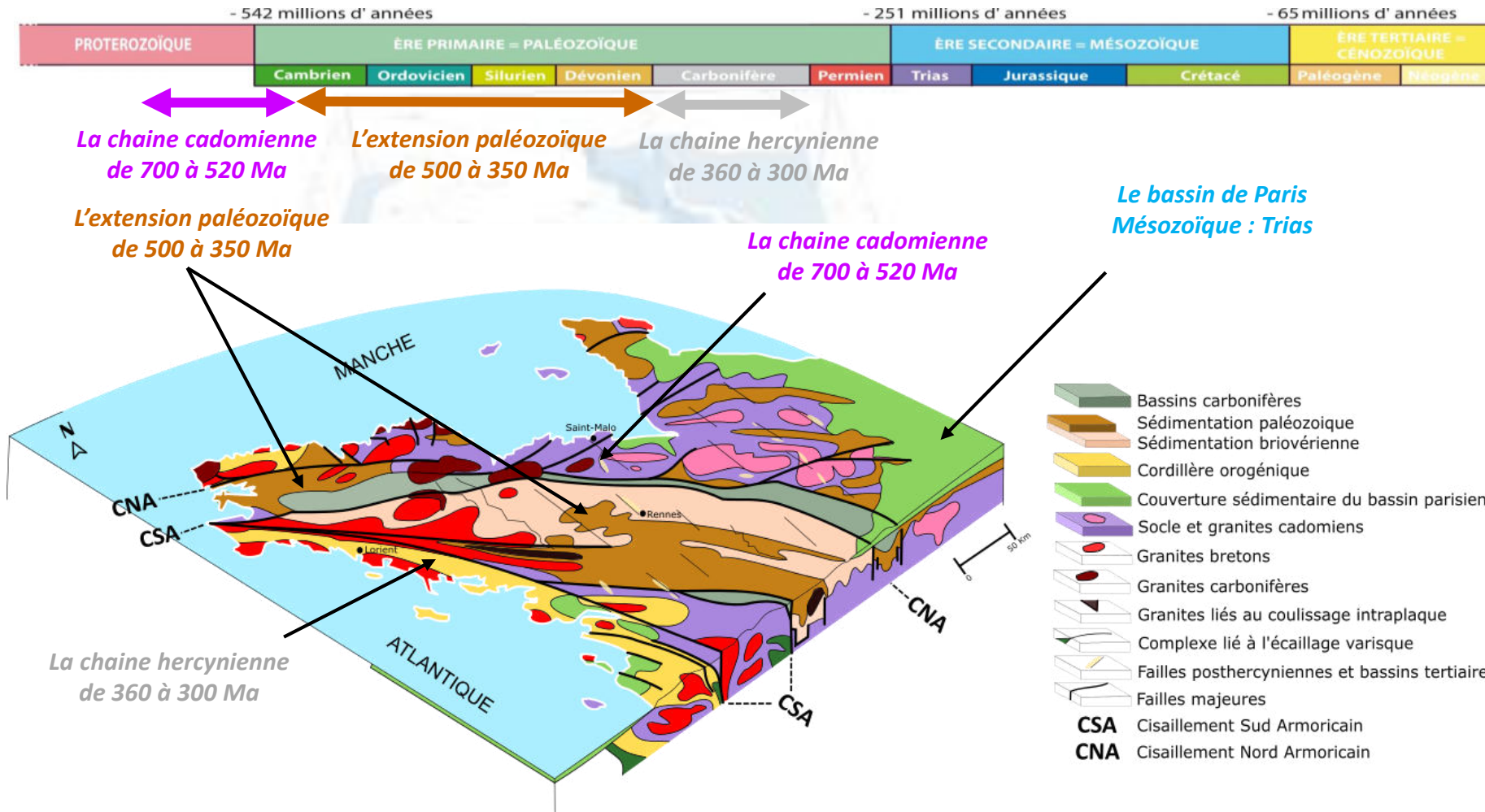


Carte géologique de la France au 1/1 000 000 (éd. Brgm)



Petits rappels de géologie bretonne

Connaissances actuelles du sous-sol breton

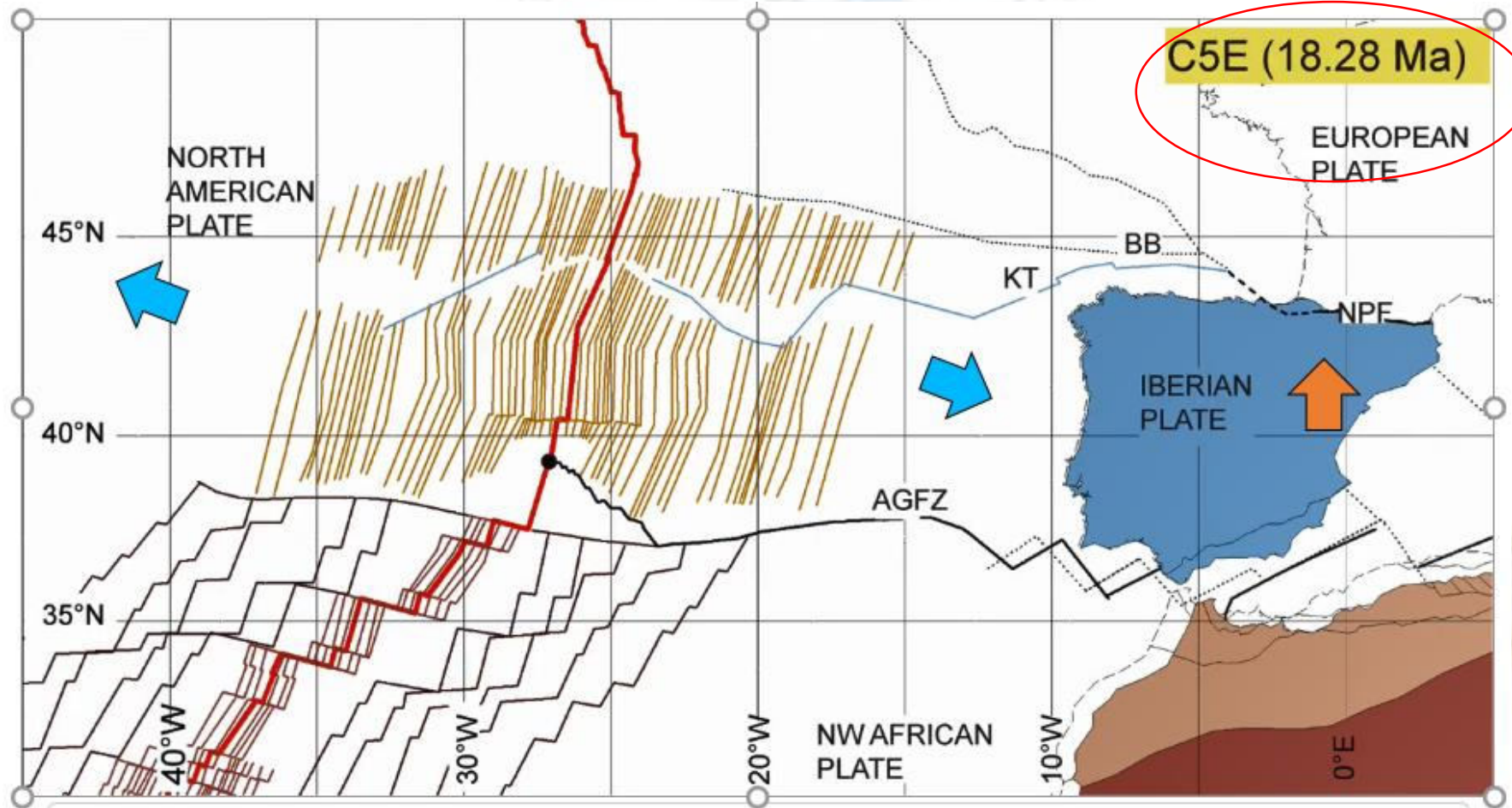


Petits rappels de géologie bretonne

Connaissances actuelles du sous-sol breton



← Ouverture de l'Océan Atlantique →
 ← Remontée de la plaque africaine →

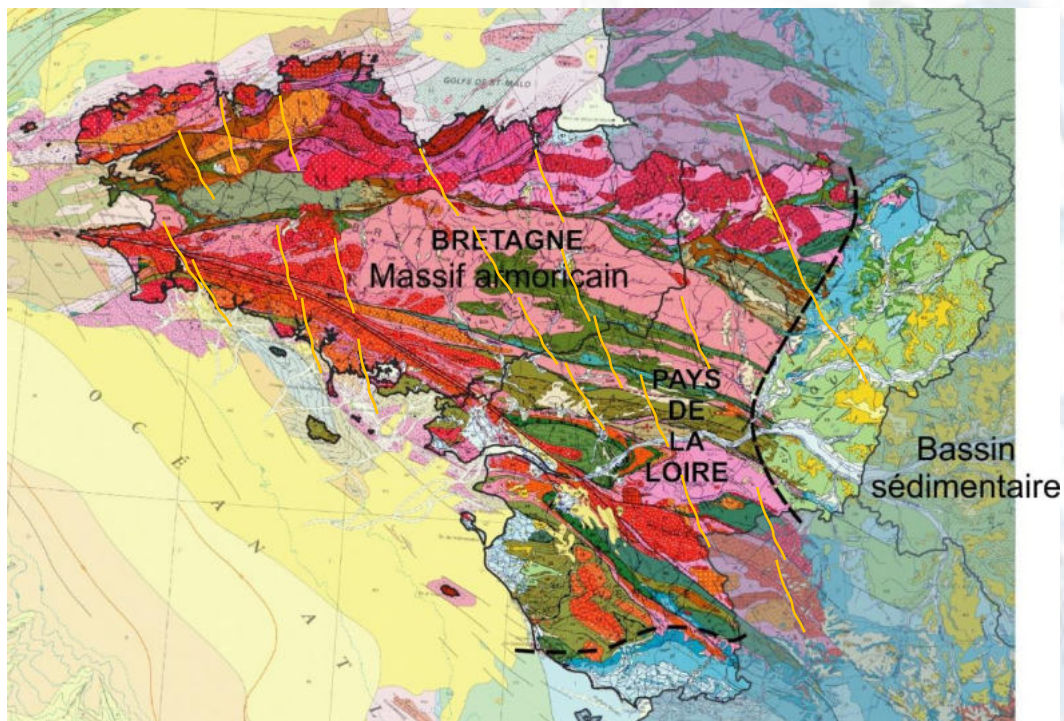


**Petits rappels
 de
 géologie
 bretonne**

Toutes mes excuses à l'auteur, je n'ai pas retrouvé la source !

Connaissances actuelles du sous-sol breton

Fracturation, altération et érosion ...



Intrusion de dolérite (Nord-Sud)
(JM Schroetter)



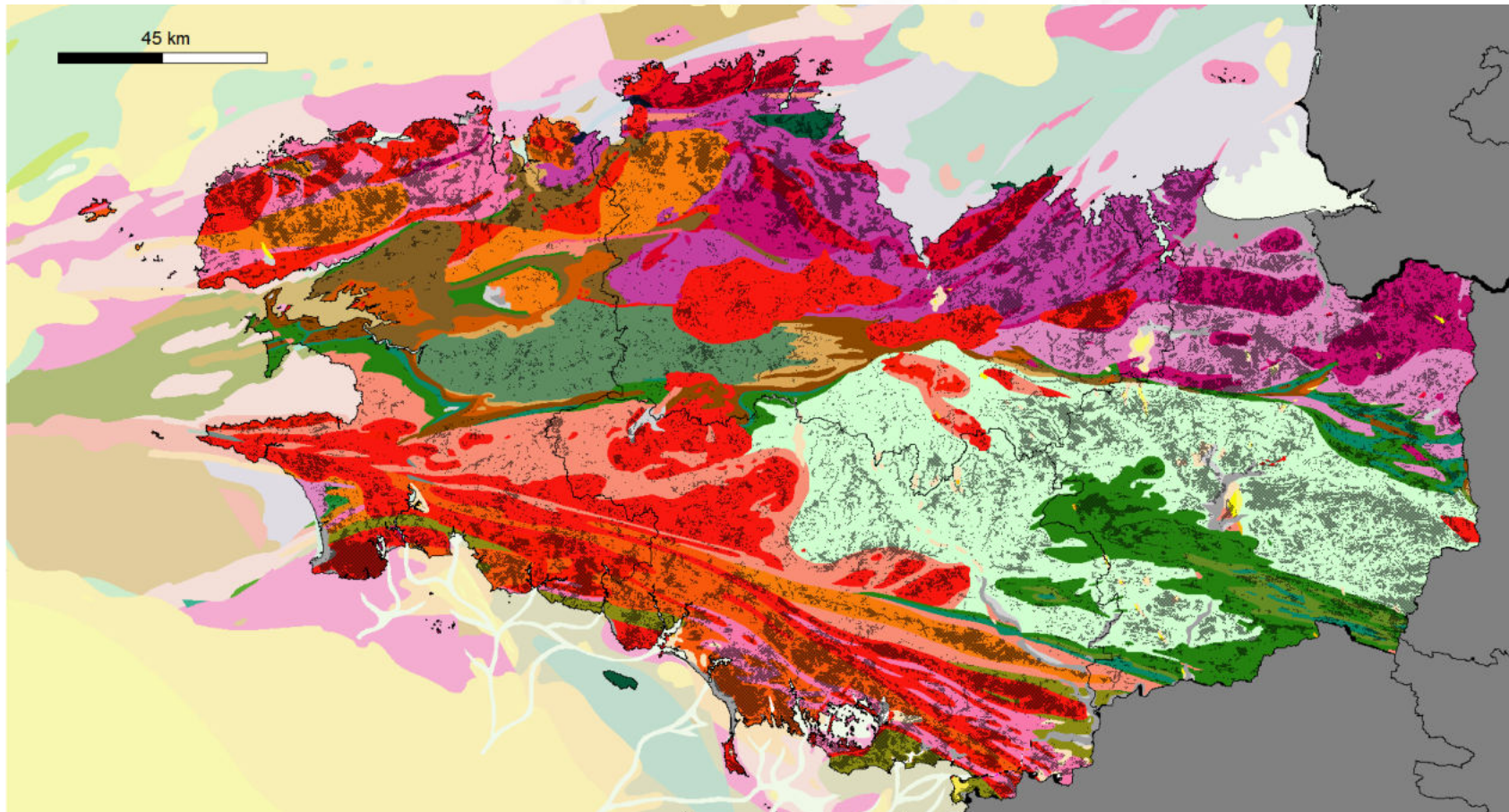
Superposition de l'altération sur les dolérites
(JM Schroetter)



Superposition de l'altération sur les granites
(JM Schroetter)

Connaissances actuelles du sous-sol breton

La maladie tertiaire de Y. Milon, 1932

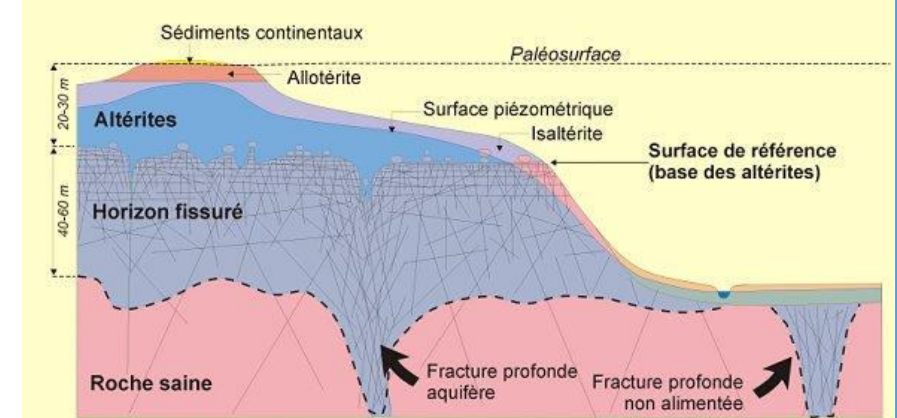
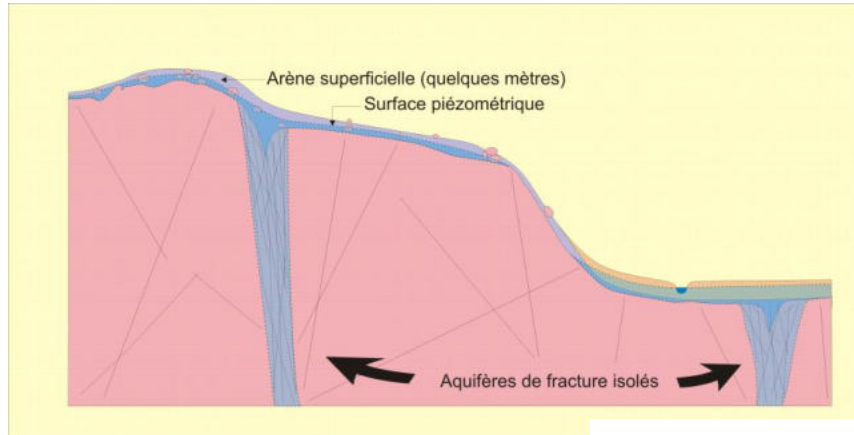


*Reconstruction du manteau d'altérites (en grisé) sur le Massif Armoricain
(Programme SILURES BRETAGNE, Mougin et al. 2008)*

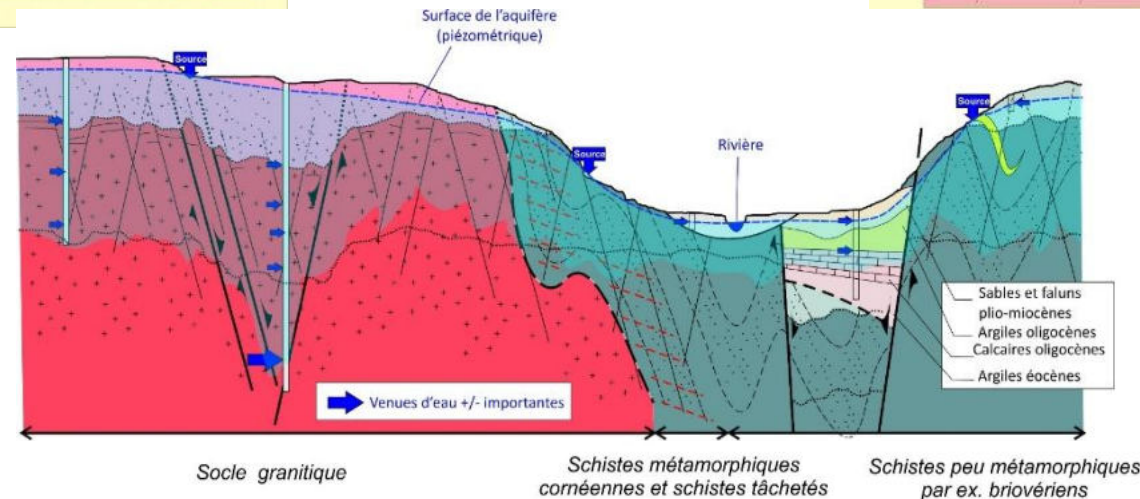
*Modélisation de la
répartition des altérites
(roches altérées) en
Bretagne
(SILURES Bretagne, Mougin
et al., 2008)*

Les eaux souterraines de Bretagne : une compréhension tardive et des recherches toujours en cours ...

Evolution des concepts



Wyns et al., 2004

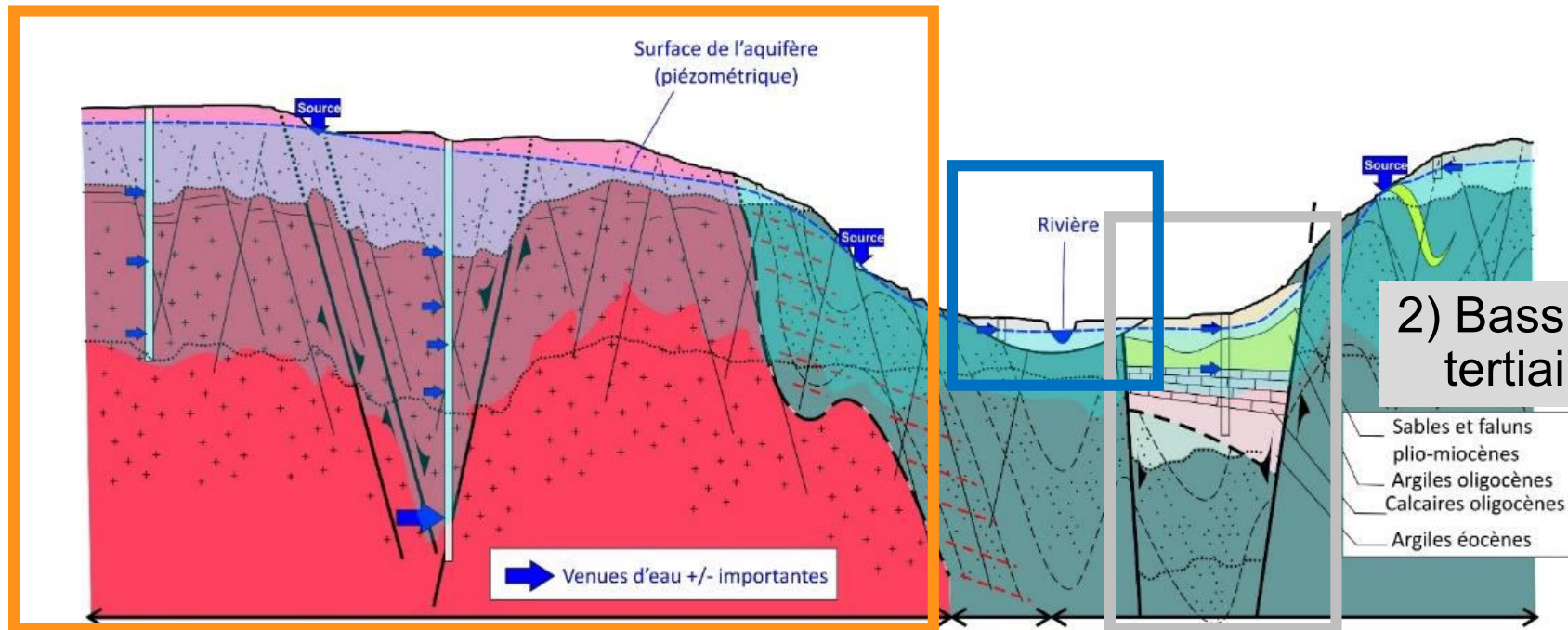


Schroëtter et al., 2020

Les différents types d'aquifères en Bretagne

1) Aquifères de socle

3) Aquifères alluviaux (rivières)



2) Bassins sédimentaires tertiaires

Schroëtter et al., 2020

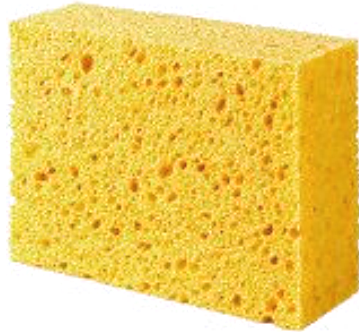
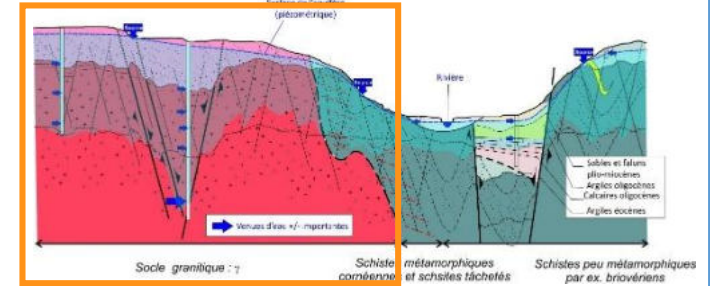
Socle granitique

Schistes métamorphiques
cornéennes et schistes tâchetés

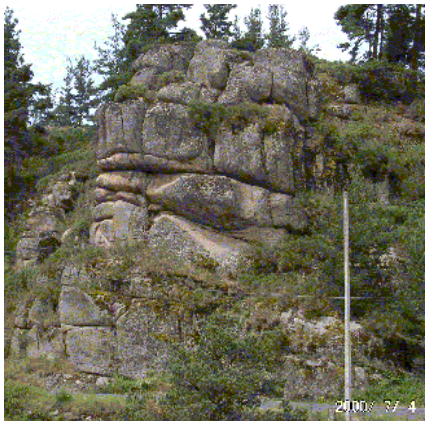
Schistes peu métamorphiques
par ex. briovériens

Les aquifères de socle

- Roches dures anciennes (# sédimentaires)
- Pas de grands aquifères -> mais multitudes de petits systèmes
- Petite taille

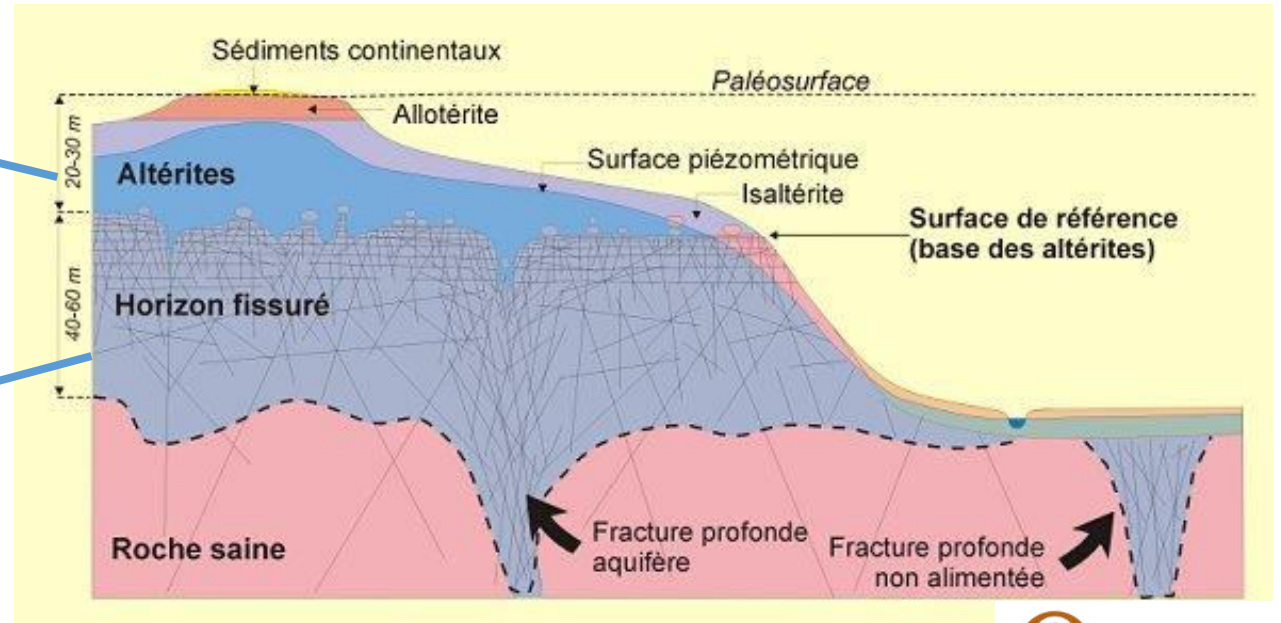


Fonction capacitive -> stock, réserve

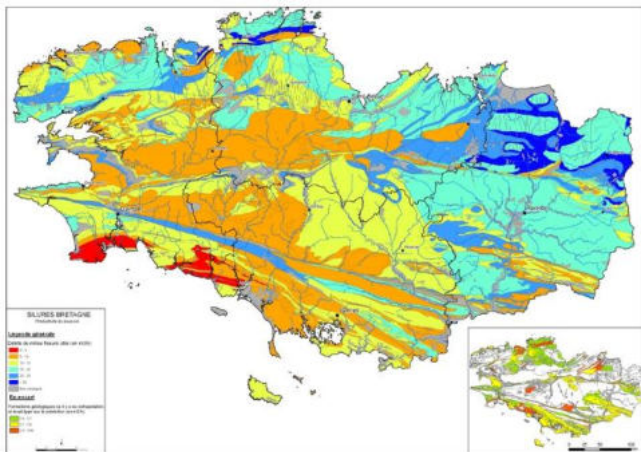


Fonction capacitive et transmissive -> circulation de l'eau

Schéma conceptuel des aquifères de socle (R.Wyns, 1998 et 2004)



Les aquifères de socle : altération vs failles



Projet SILURES (Mougin et al., 2008)

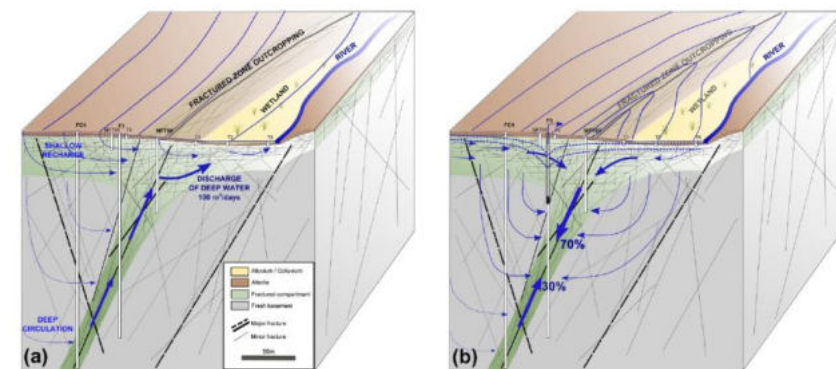
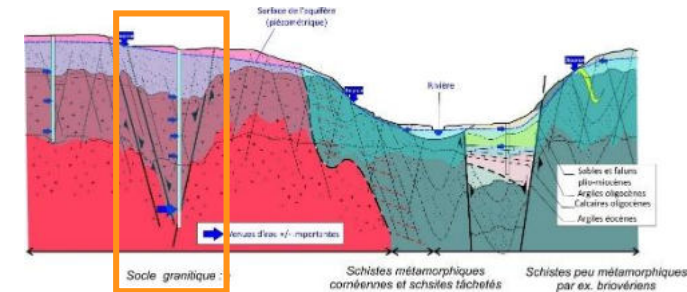
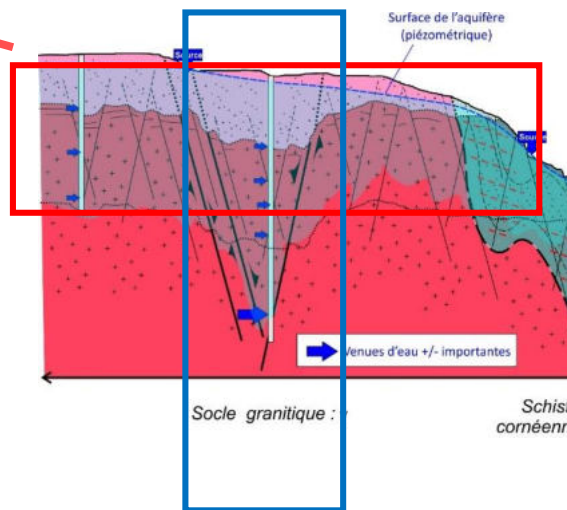
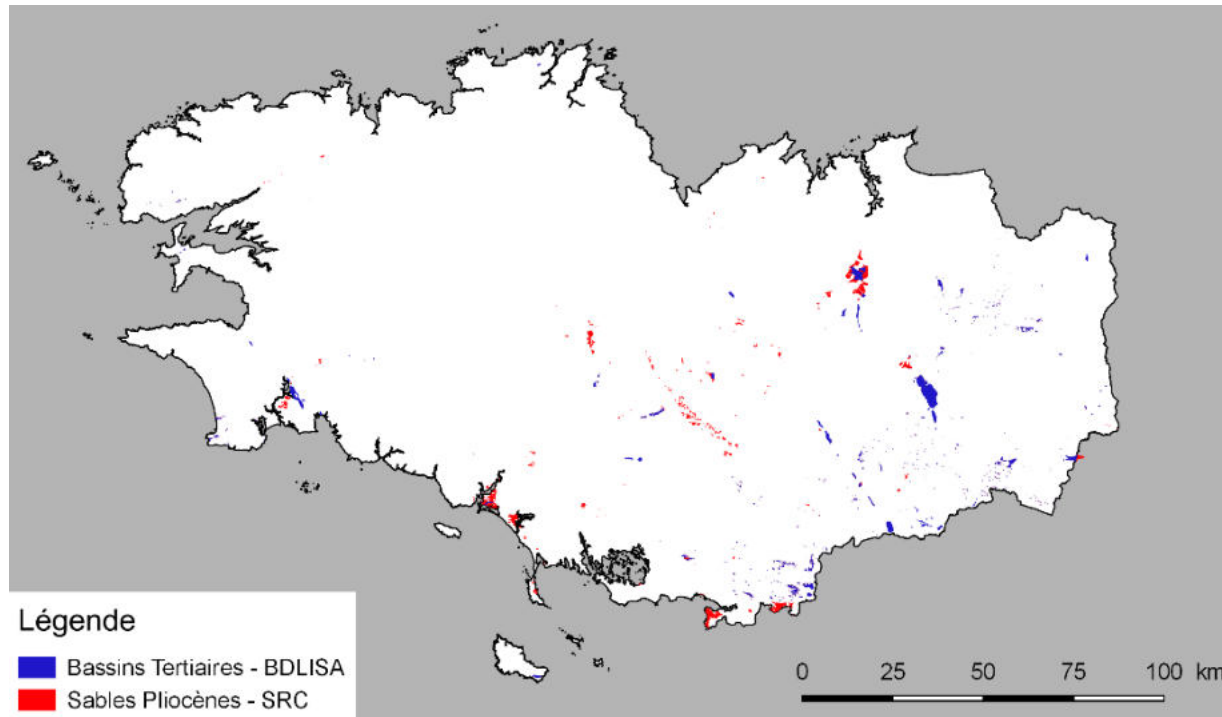


Fig. 11. Conceptual model of groundwater flow at the St-Brice en Coglès site under (a) ambient conditions and (b) pumping conditions.

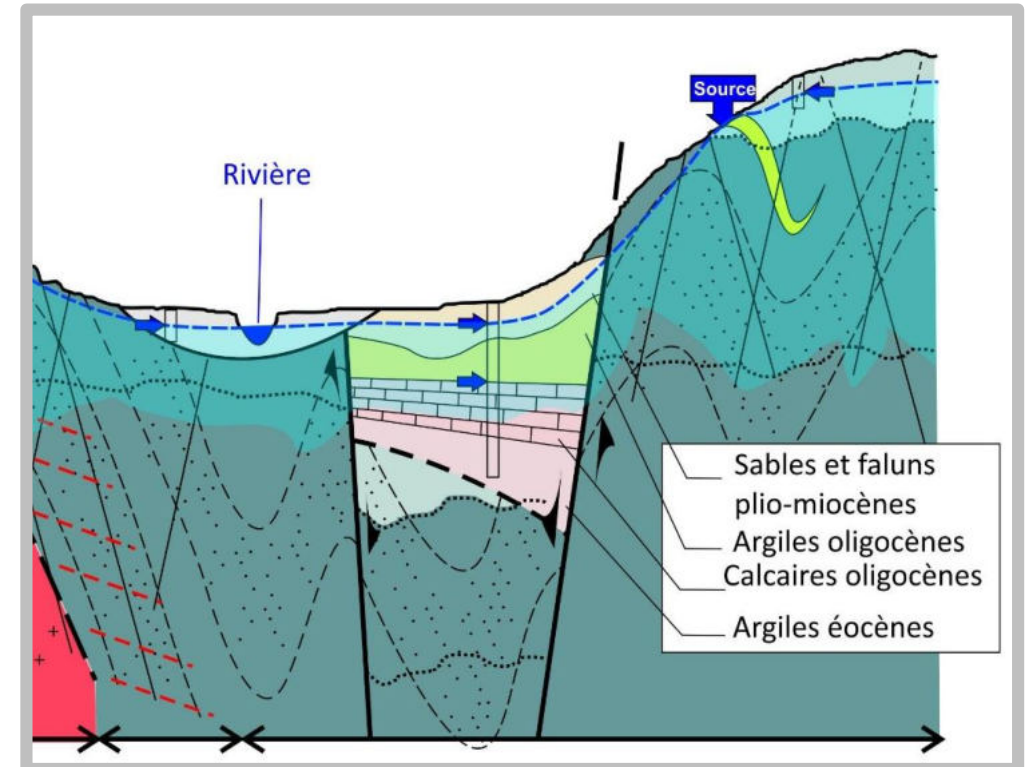
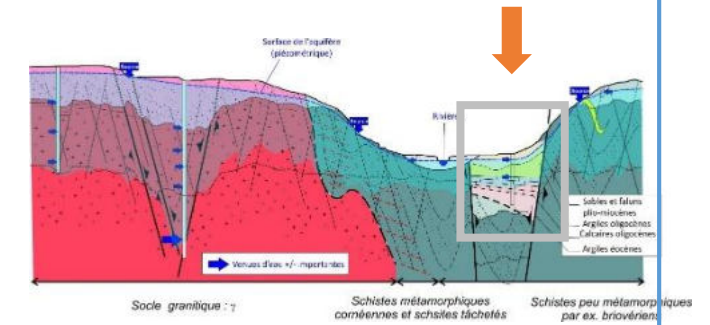
Projet CASPAR (BRGM-OSUR, Roques et al., 2014)

Les aquifères sédimentaires

- Très localisés
- Meilleure productivité que les aquifères de socle



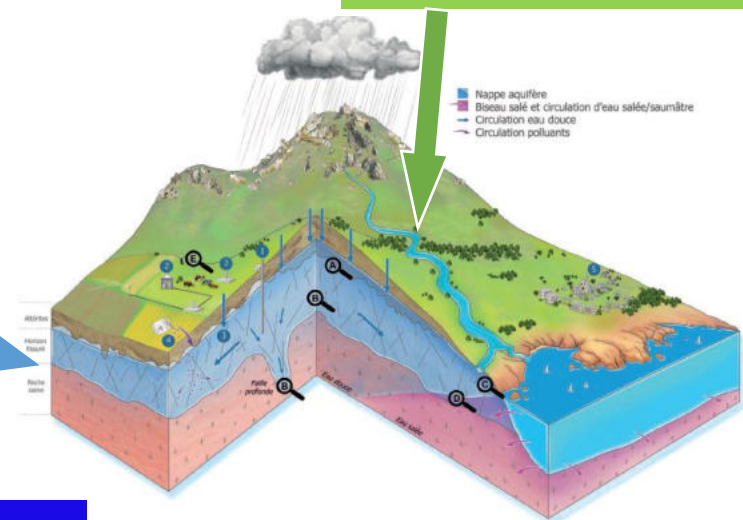
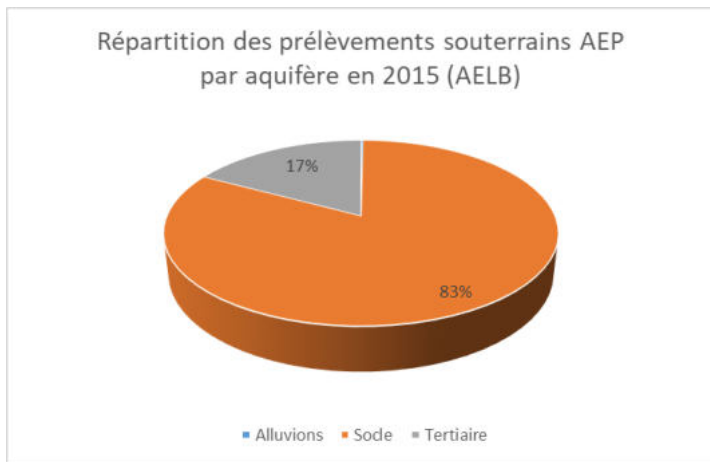
Bassins sédimentaires tertiaires répertoriés dans la BDLISA (en bleu) et sables pliocènes répertoriés dans le Schéma régional des carrières (en rouge)



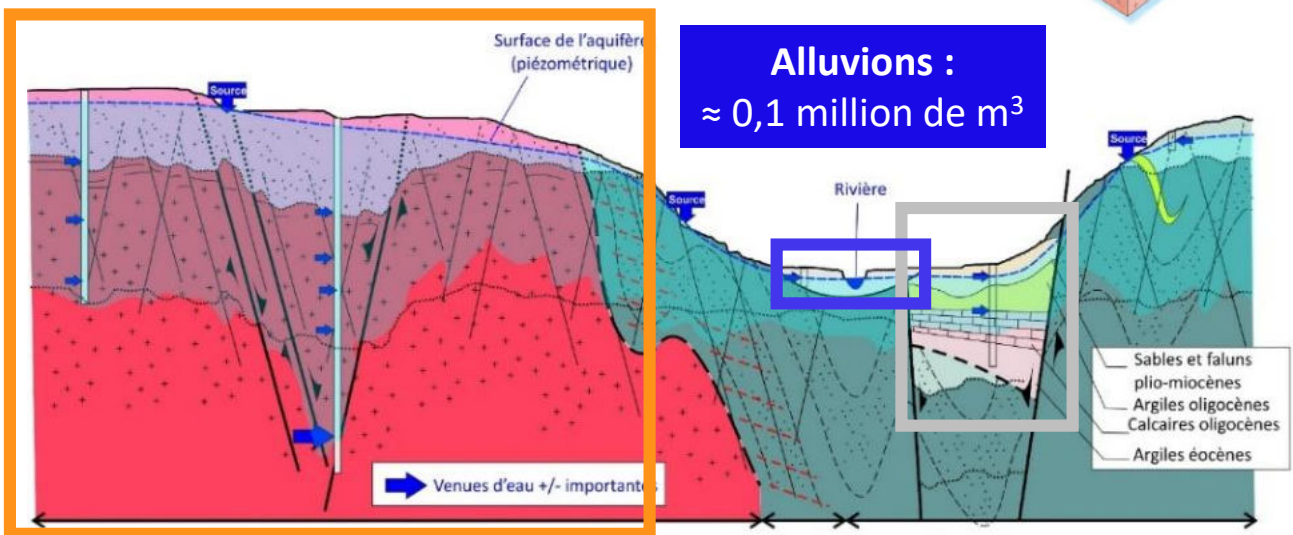
Quelles eaux souterraines utilisées en Bretagne pour l'eau potable ?

75 %
eaux superficielles

25 %
eaux souterraines



Socle :
≈ 53 millions de m³
83 %



Alluvions :
≈ 0,1 million de m³

Bassins tertiaires :
≈ 11 millions de m³
17 %

Socle granitique : γ

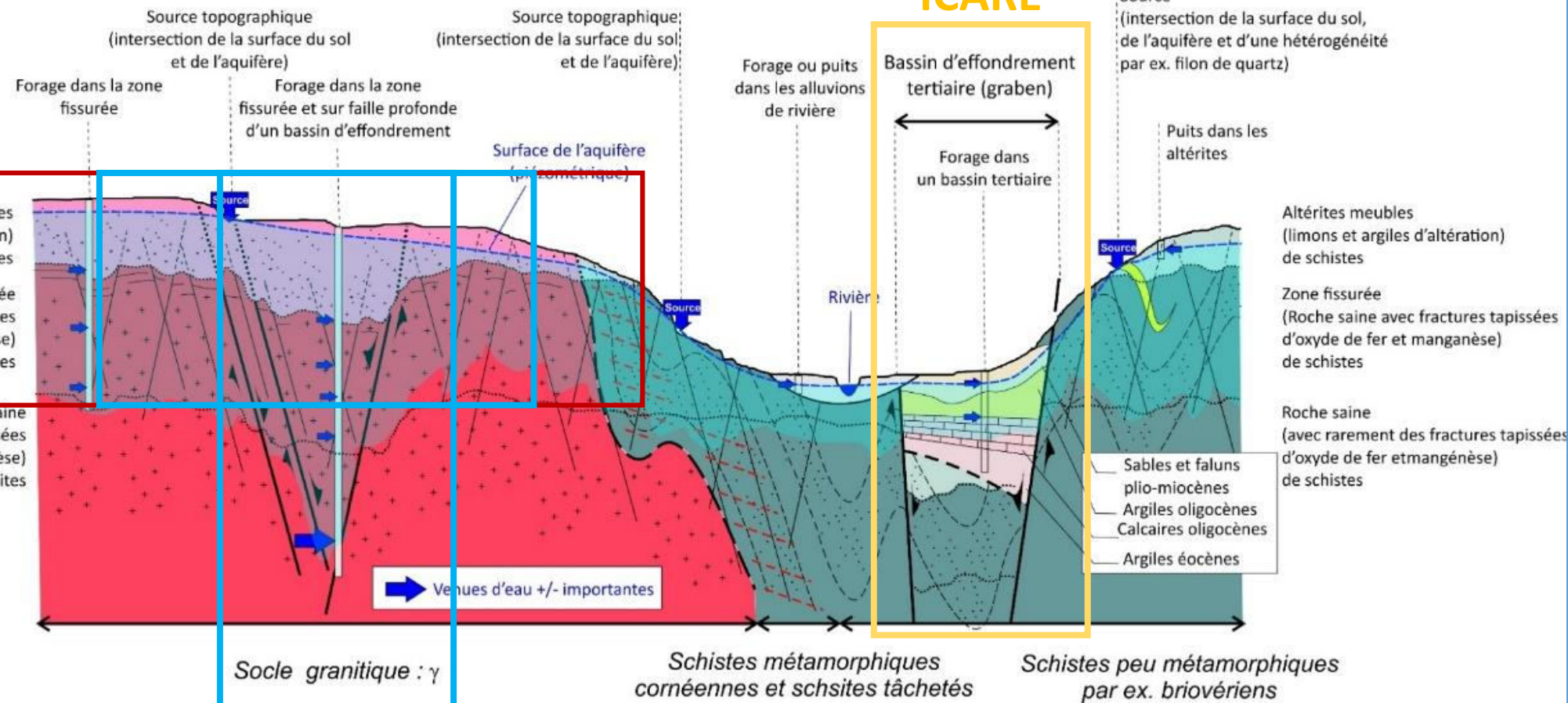
Schistes métamorphiques cornéennes et schistes tâchetés

Schistes peu métamorphiques par ex. briovériens

Projets ICARE et ANAFORE

SILURES

ICARE



ANAFORE

ICARE : Identification et Caractérisation des Aquifères tertiaires et quaternaires stratégiques de Bretagne

Alexandre BOISSON, Flora LUCASSOU
avec la collaboration de Jean-Michel SCHROËTTER et Bruno MOUGIN
(BRGM Bretagne)

Partenaires financiers :



Partenaires techniques :



ICARE

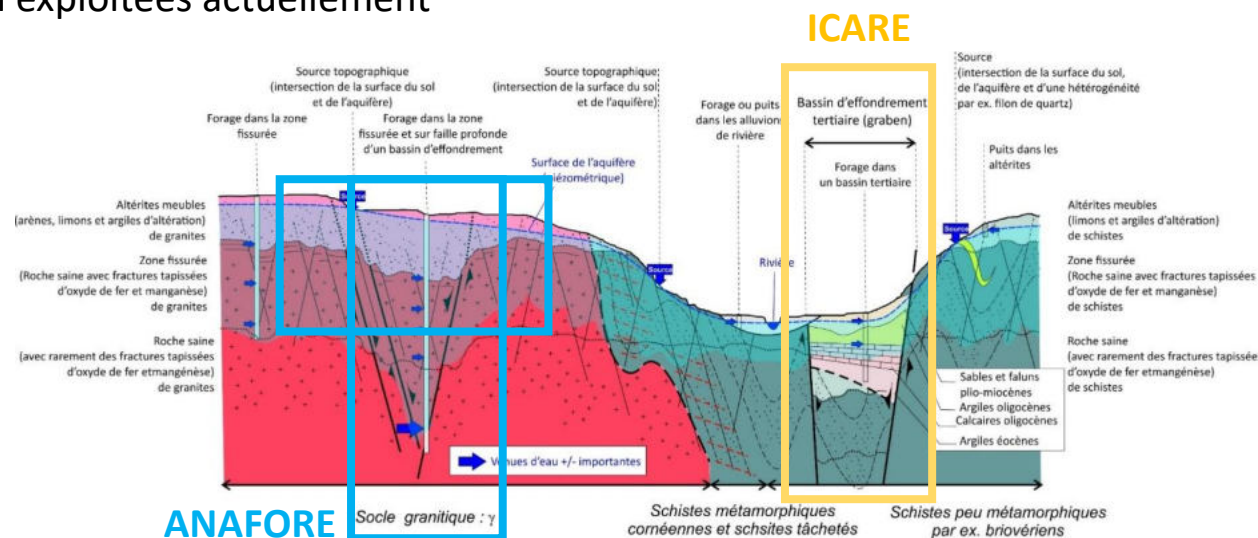
IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES AQUIFÈRES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES STRATÉGIQUES DE BRETAGNE

Contexte

Demande de l'AELB et de l'ARS en complément du projet ANAFORE (aquifères de socle)

Objectifs

- 1 – Identifier les principaux bassins tertiaires exploités et non exploités (mais exploitables) pour l'AEP.
- 2 – Quantifier leur potentiel aquifère.
- 3 – Evaluer leurs exploitations et leurs pressions.
- 4 – Identifier de possibles nouvelles ressources.
- 5 – Fournir des éléments quantifiés utiles pour la future sélection des NAEP et des Zones de Sauvegarde pour le Futur (ZSF) exploitées ou non exploitées actuellement

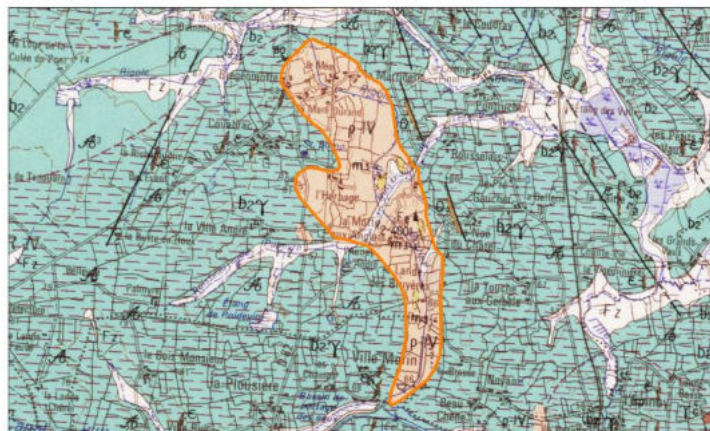
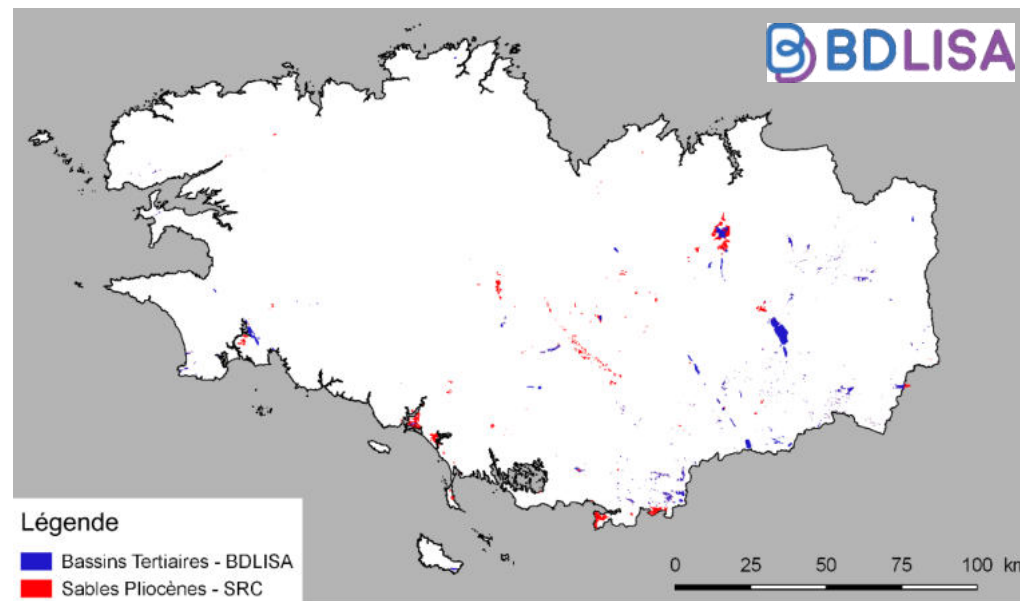


ICARE

Compilation des données

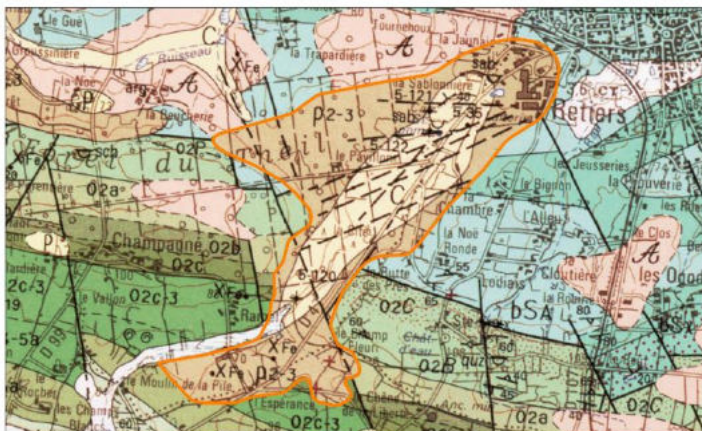
Données existantes

Cartes géologiques au 1/50 000 du BRGM,
BD Lisa - Bassins exploités à l'échelle régionale,
Base SMG35 – Bassins exploités dans l'Ille-et-Vilaine,
Evaluation de la ressource minérale pour le schéma
des carrières (Volet 3 sur les sables tertiaires) (2017),
Données locales : SDAEP22, EDM.



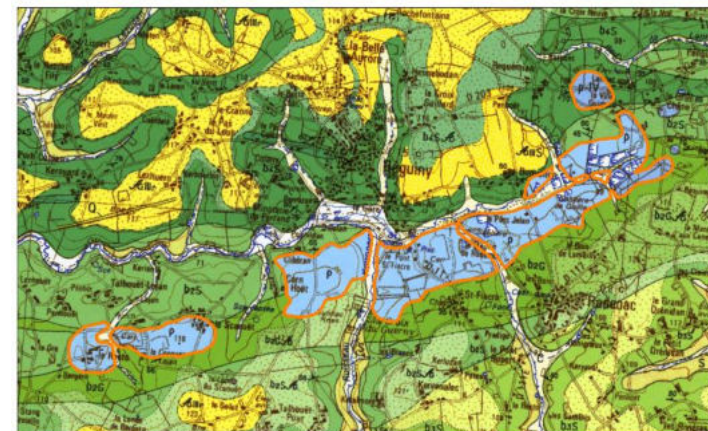
■ Bassins tertiaires ICARE

0 1 2 km



■ Bassins tertiaires ICARE

0 0,5 1,5 km



■ Bassins tertiaires ICARE

0 1 2 km

Compilation des données

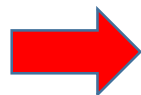
Données existantes

68 bassins sédimentaires identifiés dont 21 exploités pour l'AEP

Création d'une base commune :

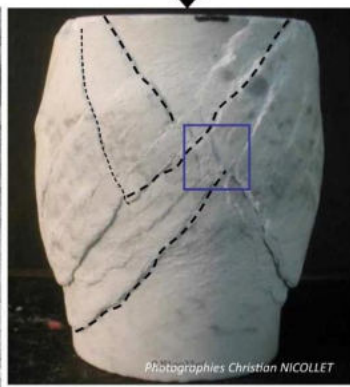
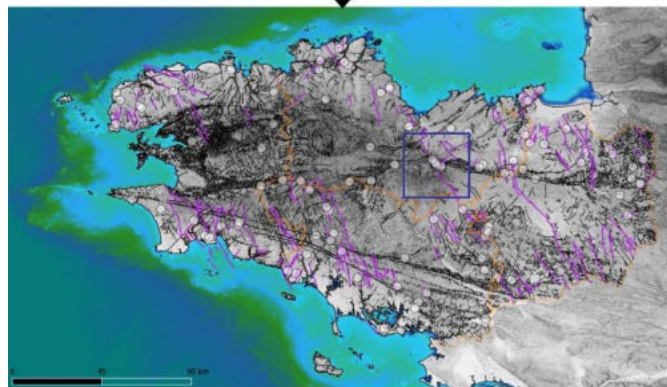
- Identification des forages AEP sur chaque bassin,
- Surfaces,
- Géologie,
- Production annuelle (m³/an),
- Estimation du taux de renouvellement,
- Bibliographie associée.

N°	Nom du bassin	Commune	Nom Site	Etat	Dépt	Surface BD	Surface LIS	Nb Capatages	Peff (mm)	194	Renouvellement en m3/an	Production 2016 (m3/an)	Production 2017 (m3/an)	Production 2018 (m3/an)	% Exploitation
1	Le Oulou-Tréfumel (22) - Evran (35)	Tréfumel - Evran	Vile Bezy - Bleuquen	Exploité	22	885,6	885,6	4	188		1664928	864 843	927 361	928 661	51,94476878
2	Penéran	Penéran		Non exploitable - Impermeable argiles	22	37,2	37,2		268		99996				
3	Saint-Jacut-du-Méné	Saint-Jacut-du-Méné		Non exploitable - Impermeable argiles	22	-	-		347	#VALEURI					
4	Crozon Goulers, Aber-Ildut	Crozon Goulers, Aber-Ildut		Non exploitable - Impermeable argiles	29	-	-		443	#VALEURI					
5	Quimper Touven	Quimper	Les Feux Chalignes	Non exploitable - Impermeable argiles	29	797,8	797,8		659		5257502				
6	Argentré-du-Plessis (Les Feux Chalignes)	Argentré-du-Plessis	Les Feux Chalignes	Abandonné	35	26,27	26,27	1	171		44921,7				
7	Pont Pless	Pont Pless		Non exploitable - Impermeable argiles	35	274	274								
8	Chartres-de-Bretagne/Bruz/Saint-Jacques-de-La-Lande	Chartres-de-Bretagne/Bruz/Saint-Jacques-de-La-Lande	Fenicat Marionnais Pavés B	Exploité	35	2252,9	2252,9	6	206		4640150	2 592 267	1 996 656	2 314 832	55,86601726
9	Chaigné-sur-Illet	Chaigné-sur-Illet		Non exploitable - Impermeable argiles	35	-	-		220	#VALEURI					
10	Colzemes / Theil de Bretagne	Colzemes / Theil de Bretagne		Non exploitable - étude BRGM	35	-	-		205	#VALEURI					
11	Dirze (La Motte aux Anglais)	Dirze	La Motte aux Anglais	Exploité	35	201,03	201,03	2	187		375026,1	210 919	146 937	144 643	56,1005004
12	Ferzé (La Chaumière)	Ferzé	La Chaumière	Exploité	35	71,36	71,36	2	231		164841,6	189 243	181 474	198 882	114,8029381
13	Gahard (La Toumerie)	Gahard	La Toumerie	Abandonné (1/4)	35	3,28	3,28	4	231		7576,8	514 163	437 242	408 941	6786,017844
14	Gaoné	Gaoné		Non exploitable - Taille	35	-	-		277		5940				
15	Grand-Fougeray	Grand-Fougeray		Non exploité	35	300	300		294		792000				
16	Gugihen	Gugihen		Non exploité	35	-	-		229	#VALEURI					
17	Guipé	Guipé		Non exploitable - Taille	35	3,4	3,4		188		6392				
18	Janzé Sainte-Colombe	Janzé Sainte-Colombe		Non exploité	35	-	-		176	#VALEURI					
19	La Chapelle-Bouëxic	La Chapelle-Bouëxic		Non exploité	35	-	-		231	#VALEURI					
20	Landéan	Landéan		Non exploitable - Impermeable argiles	35	92,8	92,8		322		298916				
21	Landujan / La-Chapelle-du-Lou (prod inclut medrac)	Landujan / La-Chapelle-du-Lou	Izozi / Saudrais / Bouteiller	Exploité	35	73,24	73,24	3	220		161128	2 100 449	2 177 522	2 217 072	1359,446527
22	Lançon	Lançon	Illette - Eter - Briquerie	Exploité	35	376,87	376,87	3	295		1111786,5	1455 862	941 428	1 193 363	130,9503389
23	Lassy (La Chapinais)	Lassy	La Chapinais	Exploité	35	-	-	1	229	#VALEURI		35 540	29 011	27 756	
24	Les Brulais	Les Brulais		Non exploité	35	-	-		229	#VALEURI					
25	Le-Theil-de-Bretagne (La Groussinière)	Le-Theil-de-Bretagne	La Groussinière	Exploité	35	71,38	71,38	2	235		146329	286 838	326 616	318 619	196,0226613
26	Lohac	Lohac		Abandonné	35	25,83	25,83	1	194		50110,2				0
27	Louéhal	Louéhal		Non exploité	35	-	-		229	#VALEURI					
28	Médébac (La Bouexière)	Médébac	La Bouexière	Exploité	35	35,8	35,8	1	222		79076	comptabilisé avec Landujan	comptabilisé avec Landujan	comptabilisé avec Landujan	
29	Ménet	Ménet		Exploité	35	64,11	64,11	1	226		146811,6		163 743		112,702
30	Ploptac (Bouëssic)	Ploptac	Bouëssic	Non exploité	35	38,32	38,32		196		75107,2				
31	Ploptac (La Cohais)	Ploptac	La Cohais	Non exploité	35	69	69		196		135240				
32	Ploptac (La Méne)	Ploptac	La Méne	Exploité	35	32,45	32,45	1	196		63603		137 400		
33	Rannée (La Gaumonerie)	Rannée	La Gaumonerie	Abandonné	35	302,49	302,49	2	162		490033,8	223 400		196 129	351,246811
34	Retiers (Le-Theil-de-Bretagne)	Retiers / Le-Theil-de-Bretagne	La Cité	Exploité	35	264,11	264,11	3	205		541426,5	686 584	804 441	798 847	126,8104291
35	Saint-Aubin-d'Aubigné (Beauregard/La Douette)	Saint-Aubin-d'Aubigné	La Douette - Beauregard	Exploité	35	19,8	19,8	1	231		45738	397 905	228 386	226 469	869,9658927
36	Saint-Aubin-du-Cormier	Saint-Aubin-du-Cormier		Non exploité	35	212,27	212,27	1	196		616049,2				0
37	Saint-Georges-du-Chesné	Saint-Georges-du-Chesné	Les Aunays	Exploité	35	44,54	44,54	1	277		123375,8	113 340	101 832	82 177	91,86566571
38	Saint-Grégoire (La Noë)	Saint-Grégoire	La Noë	Exploité	35	62,23	62,23	2	207		128816,1	397 634	318 618	324 893	308,6834643
39	Saint-Jean-sur-Couesnon (Le Rocher)	Saint-Jean-sur-Couesnon	Le Rocher	Exploité	35	-	7,15	1	277		19025,5	100 720	81 840	91 798	508,545606
40	Saint-Just	Saint-Just		Non exploitable - Taille	35	-	8,23		224		19435,2				
41	Saint-Malo-de-Phily	Saint-Malo-de-Phily		Non exploité	35	-	81,4		194		157916				
42	Saint-Médard-sur-Ille	Saint-Médard-sur-Ille		Non exploitable - Taille	35	-	-		232	#VALEURI					
43	Saint-Sauveur-des-Landes (La Boyère)	Saint-Sauveur-des-Landes	La Boyère	Non exploitable - Taille	35	9,51	9,51		316		30051,6				
44	Ploptac (Saint-Sélin)	Ploptac	Saint-Sélin	Non exploité	35	-	-		229	#VALEURI					
45	Saint-Senoux (Bourhan)	Saint-Senoux	Bourhan	Exploité	35	-	-	3	226	#VALEURI		112 069	81 254	79 192	
46	Tellay	Tellay		Non exploité	35	39,04	39,04		207		80812,8				
47	Méhon (Castelsauc)	Méhon	Castelsauc	Abandonné	35	122,48	122,48	3	258		31699,4				
48	Port-Louis Lorient / Riantec	Riantec	Kerdurand / Pont-Air-Roch	Exploité	56	84,07	84,07	3	321		301984,7	129 684	144 683	143 995	42,94674179
49	Radenac (Le Pertu Rouge)	Radenac	Le Pertu Rouge	Exploité	56	82,71	82,71	1	346		286176,6	158 685	142 588	125 834	55,45002631
50	Ploptac	Ploptac	Pont Mouton	Exploité (Arreté en 2014 2015 pour duron)	56	-	-	1	207		143 644	148 802	159 619		
51	Quinnec	Quinnec		Abandonné	35	-	-		202	#VALEURI					
52	Guipry-Messac	Guipry-Messac		Abandonné	35	-	50,89	1	209		106360,1				0
53	Moustoir-Ac - Bignan	Moustoir-Ac - Bignan		Non exploité	56	184	184		363		667920				#VALEURI
54	Saint-Thuriau	Saint-Thuriau		Non exploité	56	83	83		361		296030				
55	La-Roche-Bernard - Beganne Saint-Dolay	La-Roche-Bernard - Beganne Saint-Dolay		Non exploité	56	<<1000 ha	1000		256		266000				
56	La-Trinité-Surzur	La-Trinité-Surzur		Non exploité	56	154	154		361		655940				
57	Penestin	Penestin		Non exploité	56	915,22	915,22		255		233381,1				
58	La Gascilly	La Gascilly		Non exploité	56	-	30		258		77400				
59	Josselin	Josselin		Non exploité	56	-	-		229	#VALEURI					
60	Neulliac	Neulliac		Abandonné	56	536,46	536,46		434		2328236,4				
61	Caulras - Gutté	Caulras		Non exploité	22	-	164								
62	Ploptac	Ploptac		Non exploitable - risque intrusions	56	-	449								
63	Plumergat	Plumergat		Non exploité	56	-	99		320		1436900				
64	Quimper - Gouesnach	Quimper - Gouesnach		Non exploité	29	-	250		606		1512500				
65	Plac'h Ithemilage	Plac'h Ithemilage		Non exploitable - Epaisseur	35	271,45	271,45		167		453231,6				
66	Merdrignac	Merdrignac		Non exploité	22	81	81		348		281880				
67	Saint-Grégoire nord	Saint-Grégoire nord		Non exploité	35	49	49		207		101430				
68	Thourie	Thourie		Non exploité	35	-	-								

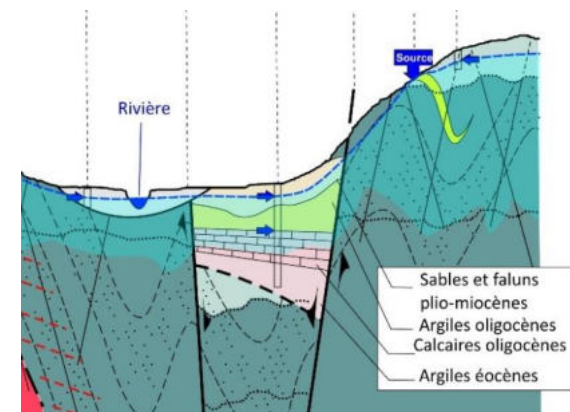


Identification de nouveaux bassins

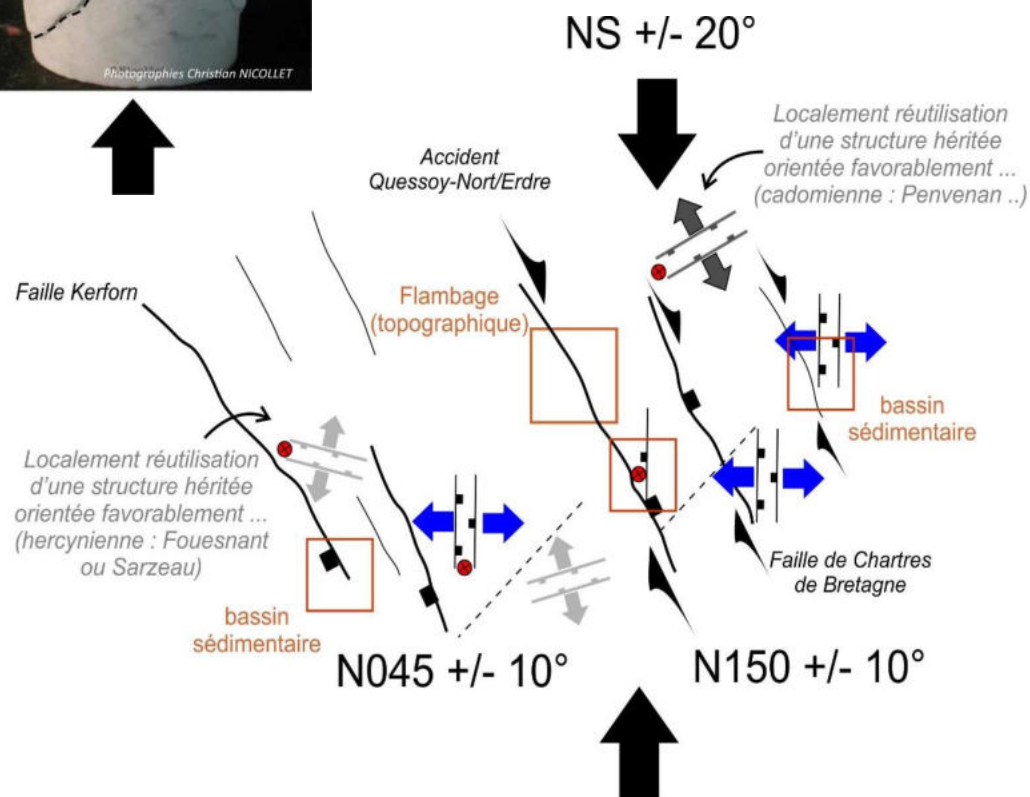
ICARE



Localisation et formation des bassins



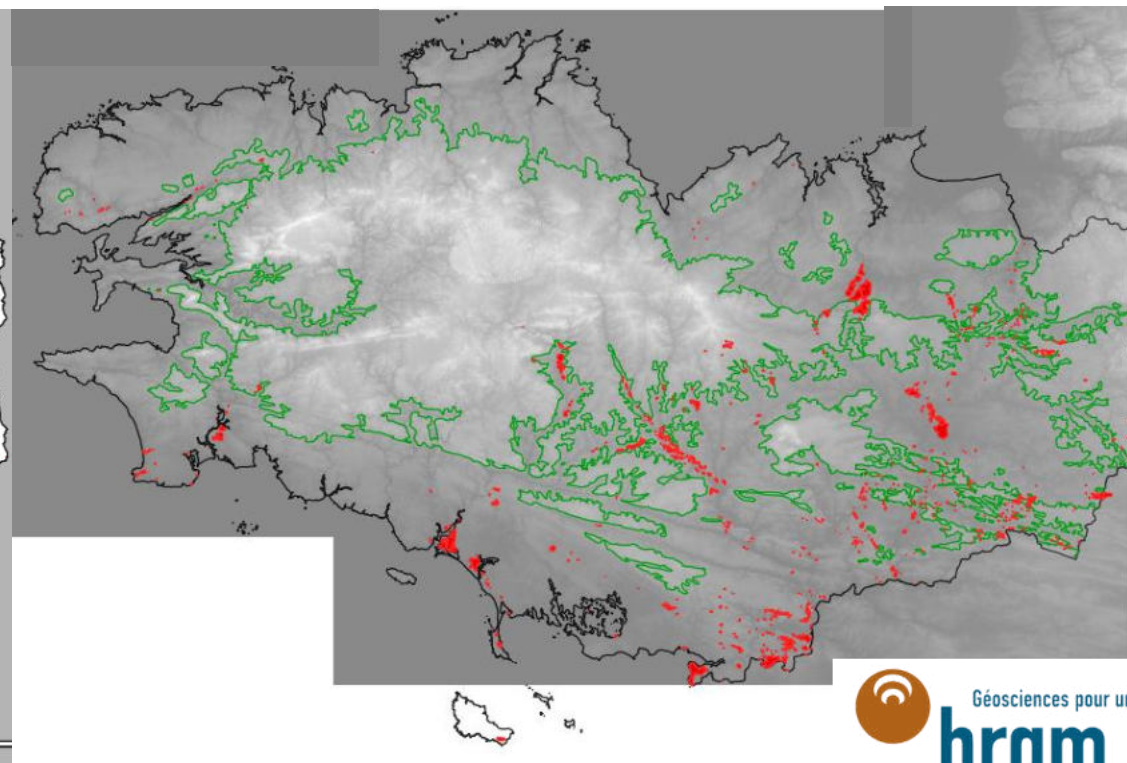
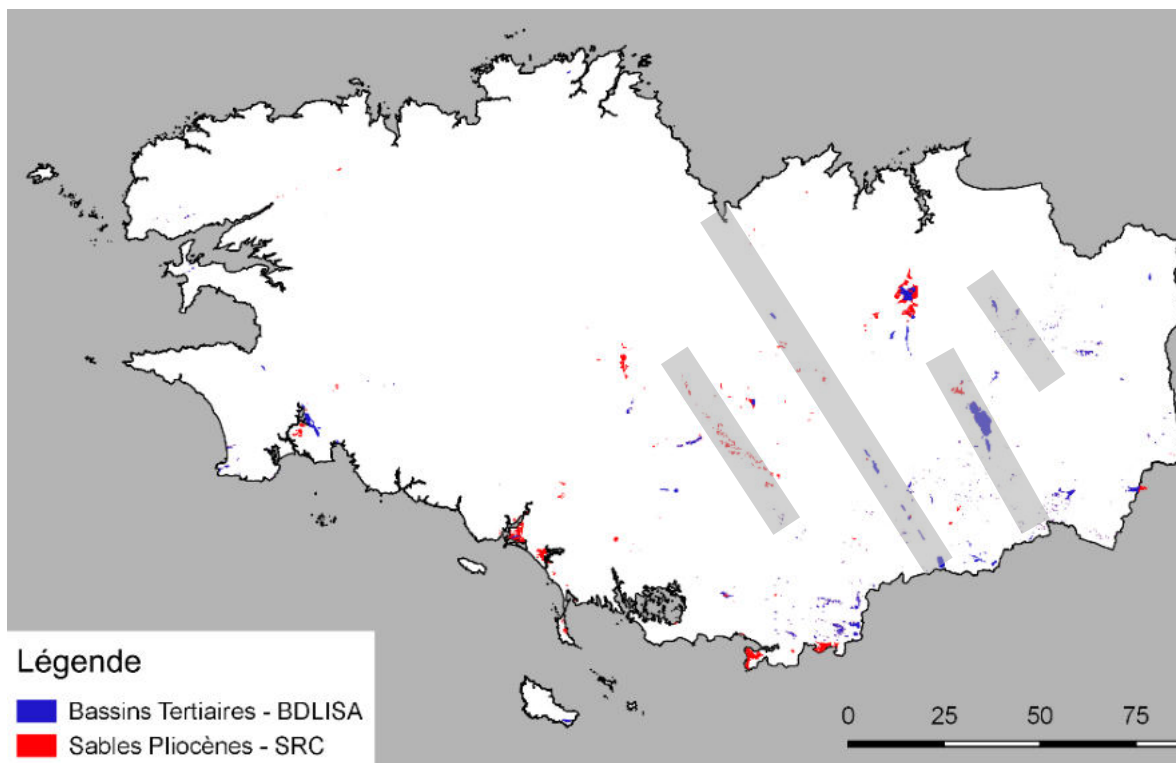
Modèle tectonique établi dans ANAFORE (Schroëtter et al., 2020) interprétatif de la création des structures tectoniques post hercyniennes : Flambage du massif armoricain avec localement des hauts topographiques et plusieurs surfaces d'altération et des bassins sédimentaires.

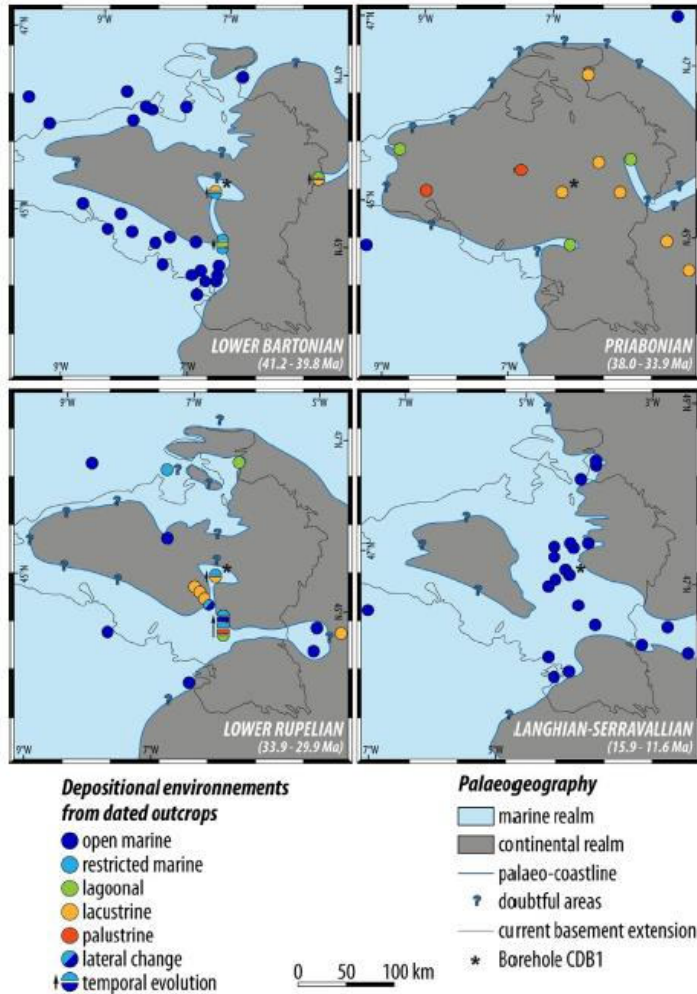


Bassins tertiaires répertoriés dans la BDLISA (en bleu) et sables pliocènes répertoriés dans l'évaluation de la ressource minérale pour le schéma des carrières (SRC - en rouge).

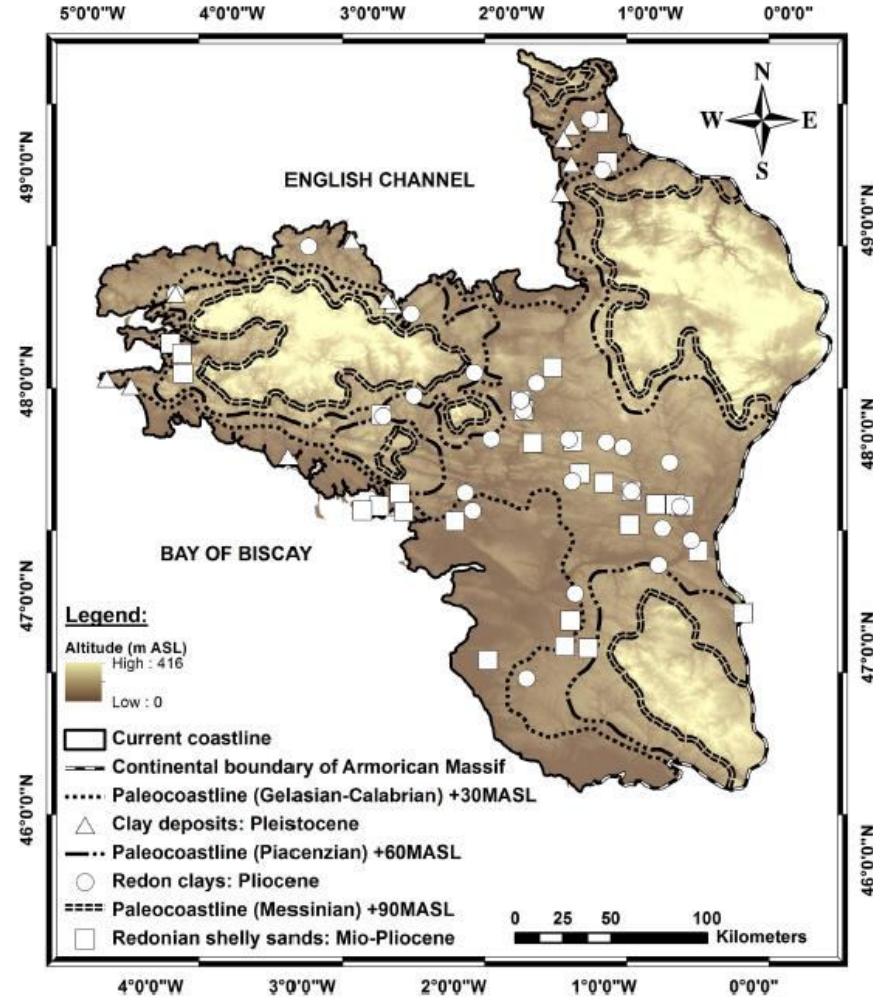


Position des sables plio-quaternaires (en rouge) sous la limite altimétrique de 100/110 m NGF (en vert)





A gauche - Evolution paléogéographique du Bartonien au Langhien-Serravillien (modifié de Thomas par Bauer et al., 2016)
 A droite - Localisation des paléocôtes sur la topographie actuelle lors des transgressions marines depuis le Pliocène moyen (Armandines les Landes et al., 2015)



Conditions
d'enneiement et de
dépôts différentes

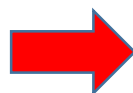
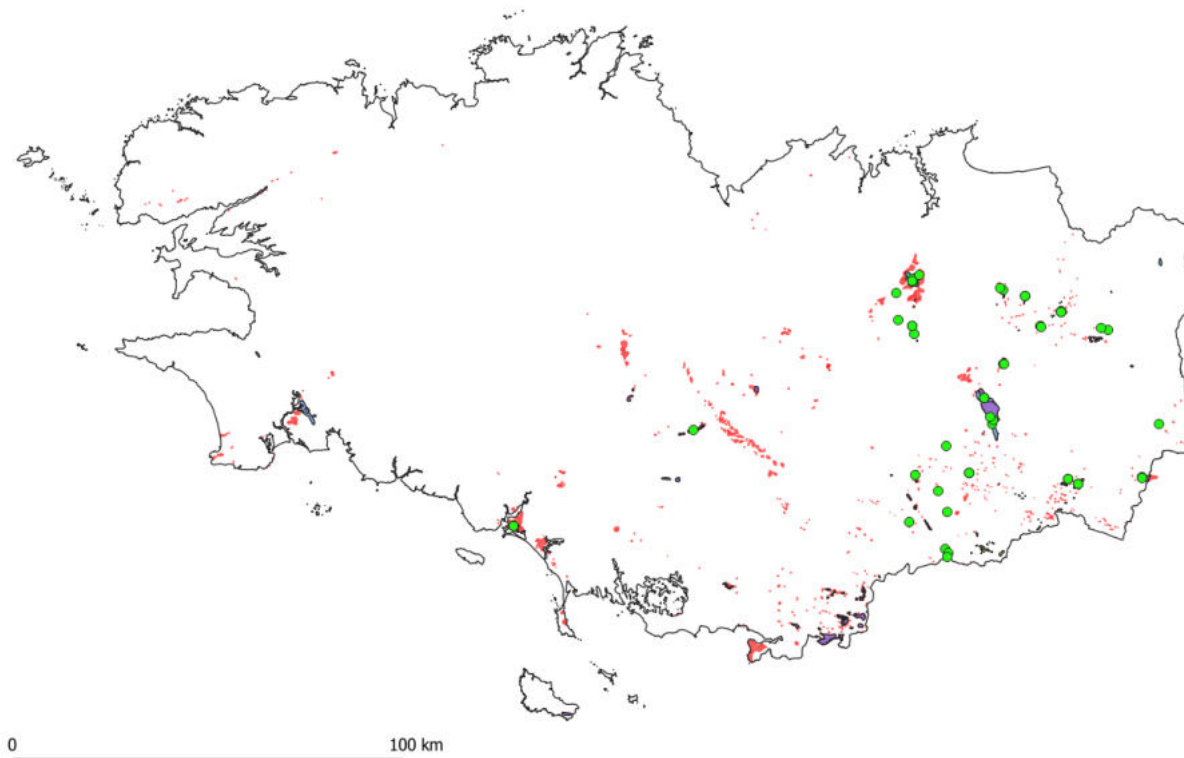
Propriétés
hydrodynamiques
différentes

21 bassins exploités pour l'eau potable :

- 18 en Ille-et-Vilaine
- 3 dans le Morbihan
- 1 dans les Côtes d'Armor
(Le Quiou-Tréfumel exploité dans le 22 et le 35)

Volumes prélevés (2018) :

- Ille-et-Vilaine : 9 074 694 m³/an (- Bleuquen 338 209 m³/an)
- Côtes-d'Armor : 590 452 m³/an (+ Bleuquen 338 209 m³/an)
- Morbihan : 429 428 m³/an
- **TOTAL 10 094 574 m³ en 2018**



<0,5% de la surface régionale
17% volume AEP (eau souterraine) en Bretagne

N°	Bassin	Département	Exploitation AEP	Nombre de captages AEP	Nombre captages AEP actifs	Nombre de captages AEP abandonnés
1	Le Quiou-Tréfumel (22) - Evran (35)	22	Oui	4	3	1 (Carmero)
2	Chartres-de-Bretagne/Bruz/Rennes	35	Oui	6	6	
3	Dingé (La Motte aux Anglais)	35	Oui	2	2	
4	Feins (La Chaumière)	35	Oui	2	2	
5	Gahard (La Tourmerie)	35	Oui	4	3	1 (forage n°2)
6	Landujan / Chapelle-du-Lou	35	Oui	3	3	
7	Langon	35	Oui	3	3	
8	Lassy (La Chapinais)	35	Oui	1	1	
9	Le-Theil-de-Bretagne (La Groussinière)	35	Oui	2	2	
10	Médréac (La Bouexière)	35	Oui	1	1	
11	Mernel	35	Oui	1	1	
12	Pipriac (Le Meneu)	35	Oui	1	1	
13	Retiers Le-Theil-de-Bretagne (La Cité)	35	Oui	3	3	
14	Saint-Aubin-d'Aubigné (La Douettée - Beauregard)	35	Oui	2	2	
15	Saint-Georges-du-Chesné	35	Oui	1	1	
16	Saint-Grégoire (La Noë)	35	Oui	2	2	
17	Saint-Jean-sur-Couesnon	35	Oui	1	1	
18	Saint-Senoux (Bourhan)	35	Oui	3	3	
19	Plouhinec	56	Oui	1	1	
20	Port-Louis Lorient / Riantec	56	Oui	3	2	1 (puits E)
21	Radenac (Le Pertu Rouge)	56	Oui	1	1	
22	Argentré-du-Plessis (Les Feux Chalines)	35	Abandonné	1	0	1
23	Guenroc (Village Cariou)	35	Abandonné	1	0	1
24	Guipry-Messac (La Rabine)	35	Abandonné	1	0	1
25	Lohéac	35	Abandonné	1	0	1
26	Rannée (La Gaumonerie)	35	Abandonné	2	0	2
27	Mohon (Casteldeuc)	56	Abandonné	3	0	3
TOTAL				56	44	12

Captages AEP recensés sur les bassins tertiaires (ADES)

Bassin	Volume prélevé en 2001 (m3)	Volume prélevé en 2018 (m3)	Evolution
Médréac	840 000	2 217 072	164%
Langon	-	1 193 383	100%
St Grégoire	208 000	324 853	56%
Mernel	73 000	112 702	54%
Feins	130 000	198 882	53%
Chartres de Bretagne	950 000	1 252 023	32%
Radenac	110 000	125 824	14%
Gahard	365 000	408 941	12%
Retiers - Le Theil de Bretagne	765 000	798 847	4%
Pipriac	190 000	196 129	3%
St Senoux	80 000	79 192	-1%
Lassy	33 000	27 756	-16%
Rennes Lillion	1 280 000	1 062 809	-17%
Le Theil de Bretagne	385 000	318 819	-17%
St Aubin d'Aubigné	365 000	226 459	-38%
Dingé	340 000	144 643	-57%
Lohéac	73 000	-	-100%
Argentré du Plessis	120 000	-	-100%
Rannée	146 000	-	-100%
Mohon	66 000	-	-100%
TOTAL	6 519 000	8 688 334	33%

Evolution des volumes d'eau souterraines prélevés entre 2001 et 2018 sur les bassins tertiaires du SAGE Vilaine (données 2001 : Talbo et al., 2001 – données 2018 : SMG35 et Eau du Morbihan)

Estimation du taux de renouvellement :

$$\text{Taux} = \text{Surface du bassin (m}^2\text{)} \times \text{Peff (m)} / \text{Volume exploité (m}^3\text{)}$$

N°	Bassin	Nom du captage	Production 2018	Peff (mm)	Surface (ha)	Renouvellement annuel (m3)	Ratio: Production / renouvellement (%)
1	Chartres de Bretagne	Fénicat - Marionnais - Pavais - Lillion	2 314 832	206	2 252	4 639 120	0.5
2	Landujan / Chapelle-du-Lou / Merdreac	Bouëxière-Saudrais-Tizon	2 217 072	220	98	215 600	1028.3
3	Langon	L'Illette - Briquerie - Etier	1 193 383	295	376	1 109 200	107.6
4	Le Quiou	Bleuquen (35) + Ville Bezy (22)	928 661	188	886	1 664 928	55.8
6	Retiers / Le-Theil-de-Bretagne	La Cité	798 847	205	264	541 200	147.6
7	Gahard	La Tournerie	408 941	231	3.3	7 577	5397.3
8	Saint-Grégoire	La Noé	324 853	207	62	128 816	252.2
9	Le-Theil-de-Bretagne	La Groussinière	318 819	205	71	145 550	219.0
10	Saint Aubin d'Aubigne	Beauregard-Douettée	226 459	231	20	45 738	495.1
11	Feins	La Chaumière	198 882	231	71	164 010	121.3
12	Pipriac	Le Meneu	196 129	196	32	62 720	312.7
13	Plouhinec	Pont Mouton	159 619	320	90	288 000	55.4
14	Dingé	Le Masse et l'Herbage	144 643	187	201	375 870	38.5
15	Riantec	Kerdurand / Pont Ar Roch	143 985	321	94	301 965	47.7
16	Radenac	Pertu Rouge	125 824	346	83	286 177	44.0
17	Mernel	Mernel (Forage)	112 702	229	64	146 560	76.9
18	Saint-Jean-sur-Couesnon	Le Rocher	91 798	277	7.2	19 806	463.5
19	Saint-Georges-du-Chesné	Les Aunays	82 177	277	44	121 880	67.4
20	Saint-Senoux	Bourhan	79 192	226	4.5	10 170	778.7
21	Lassy	La Chapinais	27 756	228	3.5	7 866	352.9



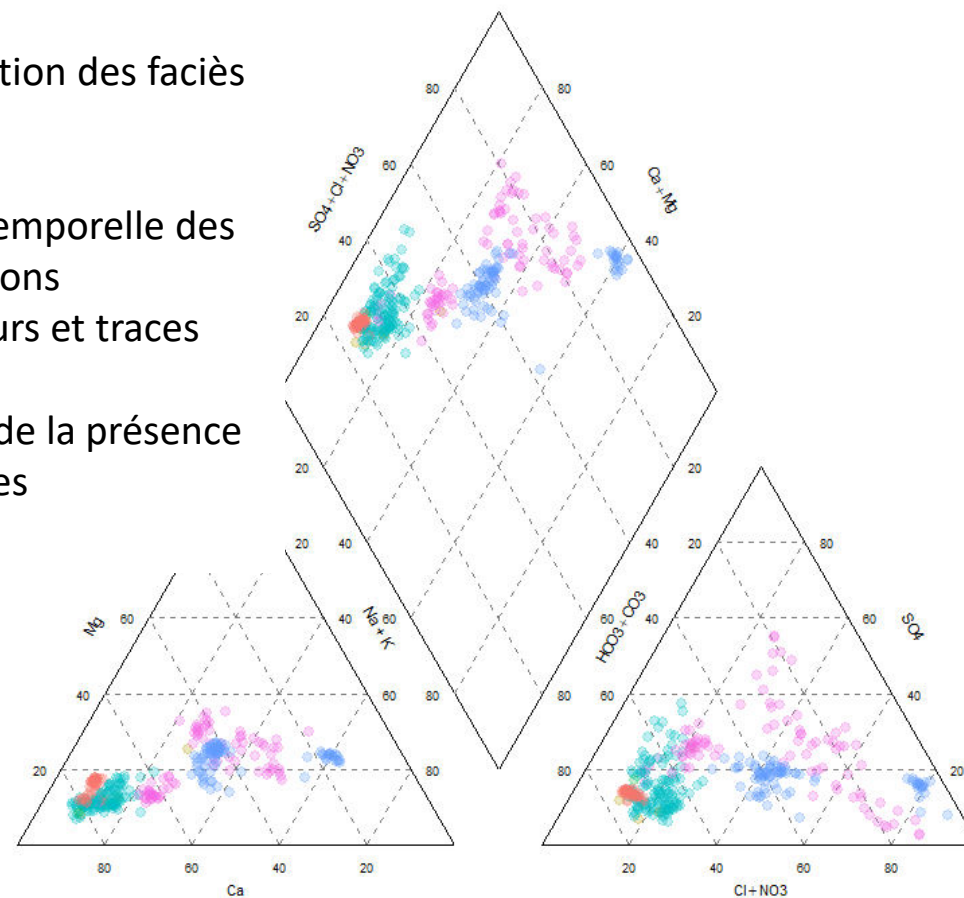
Surexploitation ou :

- Apports extérieurs (socle, rivières...)
- Méconnaissance des géométries
- Méconnaissance des fonctionnements

Sur l'ensemble des bassins :

- Représentation des faciès chimiques
- Evolution temporelle des concentrations
 - Majeurs et traces
- Evaluation de la présence de pesticides

Bassin	Exploitation AEP	Nombre de qualimètres ADES
Le Quiou-Tréfumel (22) - Evran (35)	Oui	3
Chartres-de-Bretagne/Bruz/Rennes	Oui	6
Dingé (La Motte aux Anglais)	Oui	2
Feins (La Chaumière)	Oui	2
Gahard (La Tournerie)	Oui	4
Landujan / Chapelle-du-Lou	Oui	3
Langon	Oui	3
Lassy (La Chapinai)	Oui	1
Le-Theil-de-Bretagne (La Groussinière)	Oui	2
Médréac (La Bouexière)	Oui	1
Mernel	Oui	1
Pipriac (Le Meneu)	Oui	1
Retiers Le-Theil-de-Bretagne (La Cité)	Oui	3
Saint-Aubin-d'Aubigné (La Douettée - Beaugard)	Oui	2
Saint-Georges-du-Chesné	Oui	1
Saint-Grégoire (La Noë)	Oui	2
Saint-Jean-sur-Couesnon	Oui	1
Saint-Senoux (Bourhan)	Oui	1
Plouhinec	Oui	1
Port-Louis Lorient / Riantec	Oui	2
Radenac (Le Pertu Rouge)	Oui	1
Argentré-du-Plessis (Les Feux Chalines)	Abandonné	0
Guenroc (Village Cariou)	Abandonné	0
Guipry-Messac (La Rabine)	Abandonné	1
Lohéac	Abandonné	1
Rannée (La Gaumonerie)	Abandonné	2
Mohon (Casteldeuc)	Abandonné	1
TOTAL		48



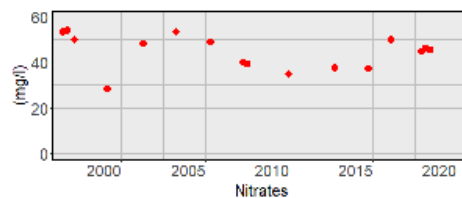
Legende

- Calcaires Rupéliens
- Faluns M et Sable P
- Faluns M et Sables P
- Faluns M et Sable
- Faluns Miocenes
- Sables P et Sable
- Sables Pliocenes

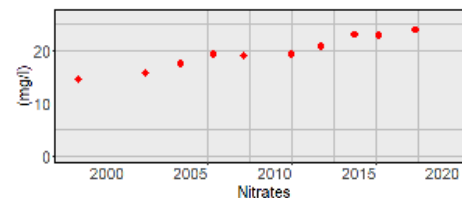
NITRATES

- Dépassement de la limite de qualité de 50 mg/L : 13 qualitomètres ont été concernés
- Actuellement majorité des qualitomètres avec concentrations en nitrates en baisse et < 50 mg/L sauf :
 - Mernel : ≈ 50 mg/L
 - Concentrations en hausse sur 4 sites : Dingé et Lassy (≈ 25 mg/L), Ville Bézy et Bleuquen (bassin du Quiou ≈ 50 mg/L)

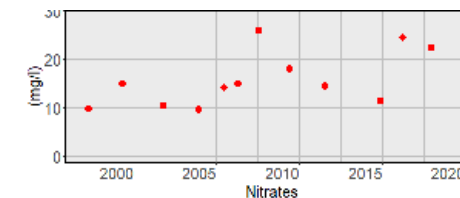
Ille-et-Vilaine



Mernel

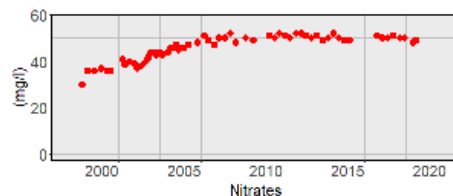


Lassy

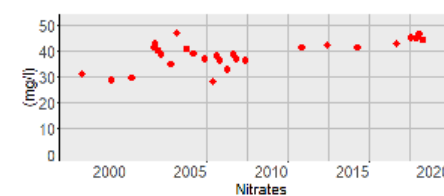


Dingé

Côtes d'Armor



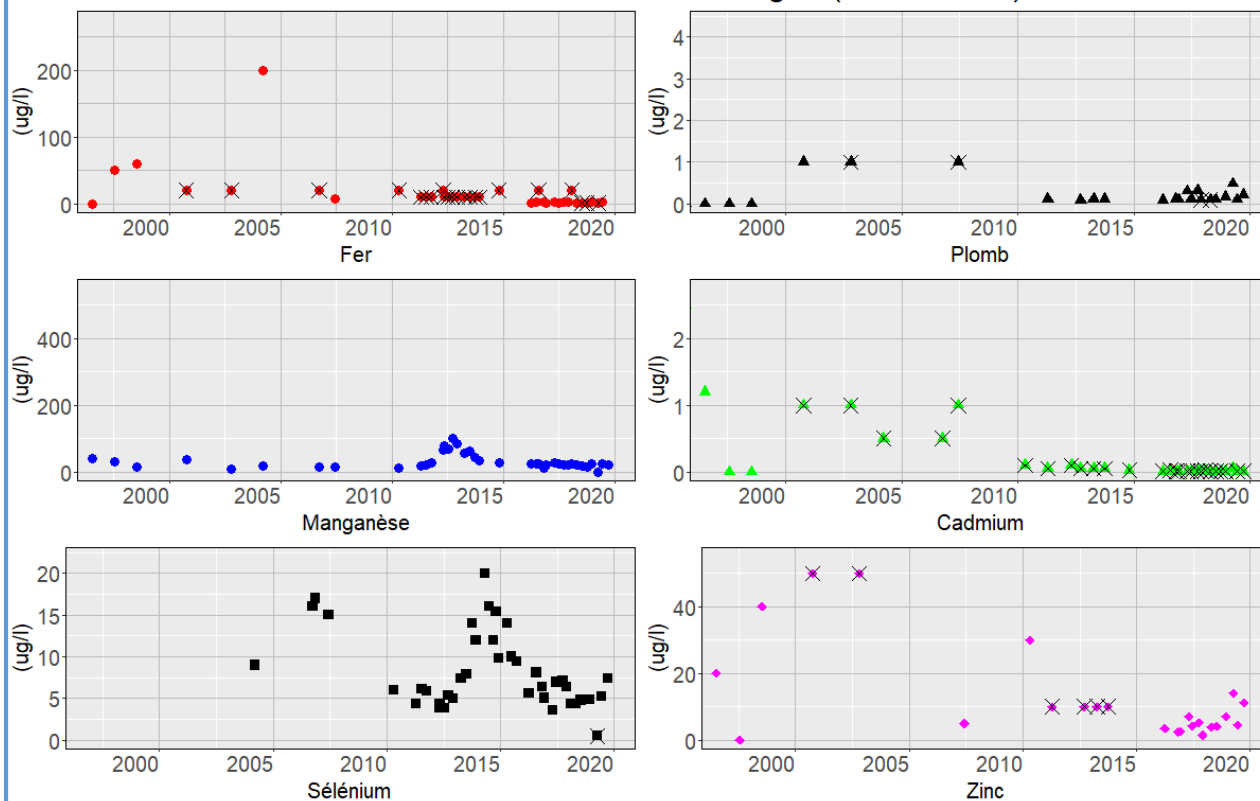
Ville Bézy



Bleuquen

PRESENCE D'ELEMENTS INDESIRABLES

02827X0013/P Saint-Aubin-d'Aubigné (La Douettée)



Dépassement des *limites de qualité* :

- 39 captages présentent des dépassements des références de qualité pour le **fer** ($200 \mu\text{g/L}$) et/ou le **manganèse** ($50 \mu\text{g/L}$)
- **Plomb** ($10 \mu\text{g/L}$) : 10 captages avec dépassements
- **Sélénium** ($10 \mu\text{g/L}$) : 5 captages (bassins de Gahard ($30,66 \mu\text{g/L}$), Saint-Aubin-d'Aubigné et Rennes – La Pavais)
- **Nickel** ($20 \mu\text{g/L}$) : 4 captages concernés (bassins de Dingé $28,34 \mu\text{g/L}$ et du Theil-de-Bretagne)
- **Cadmium** ($5 \mu\text{g/L}$) : 1 captage (La Marionais, dépassement en 1994).
- **Antimoine** ($5 \mu\text{g/L}$) : 1 captage (Gahard, dépassement en 2017)

Pas de dépassement pour : As, Ba, B, Cr, Cu, F, Hg, Zn

PRESENCE ET EVOLUTION DES PESTICIDES

Molécules quantifiées

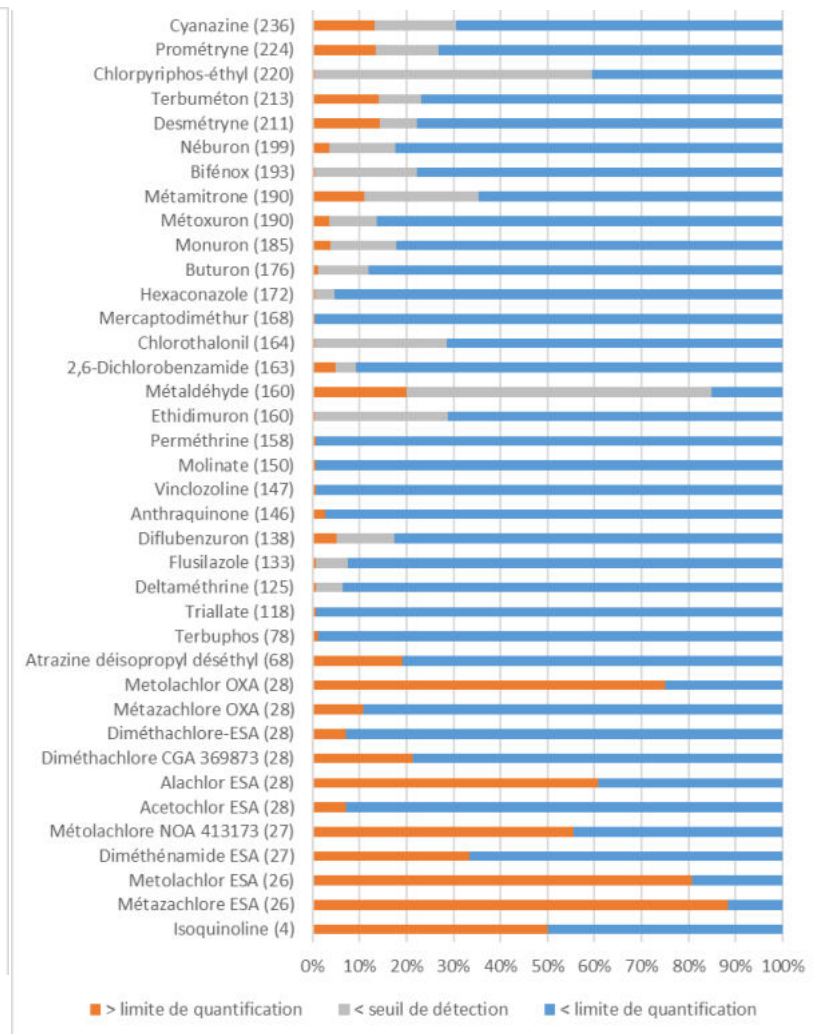
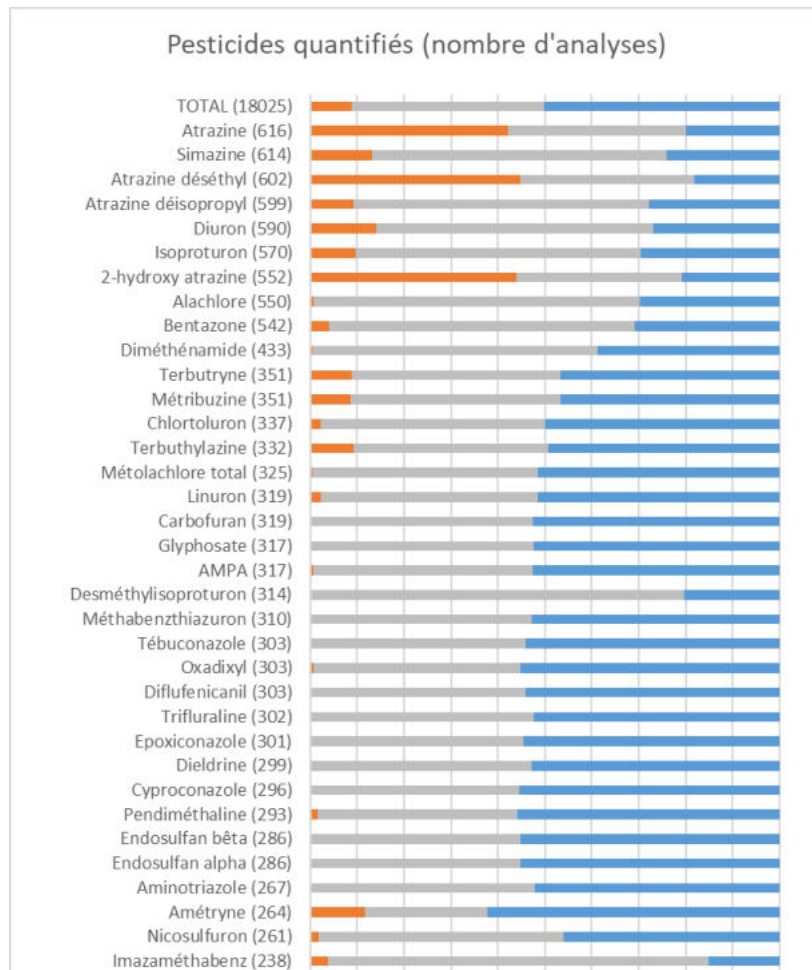
Bilan pour chaque qualitomètre de l'intégralité des pesticides

73 pesticides quantifiés sur les 42 qualitomètres

Au moins 1 pesticide quantifié sur chaque qualitomètre (10 en moyenne)

2 qualitomètres présentent jusqu'à 37 molécules quantifiées (St-Aubin-d'Aubigné et Le-Theil-de-Bretagne - la Groussinière n°4)

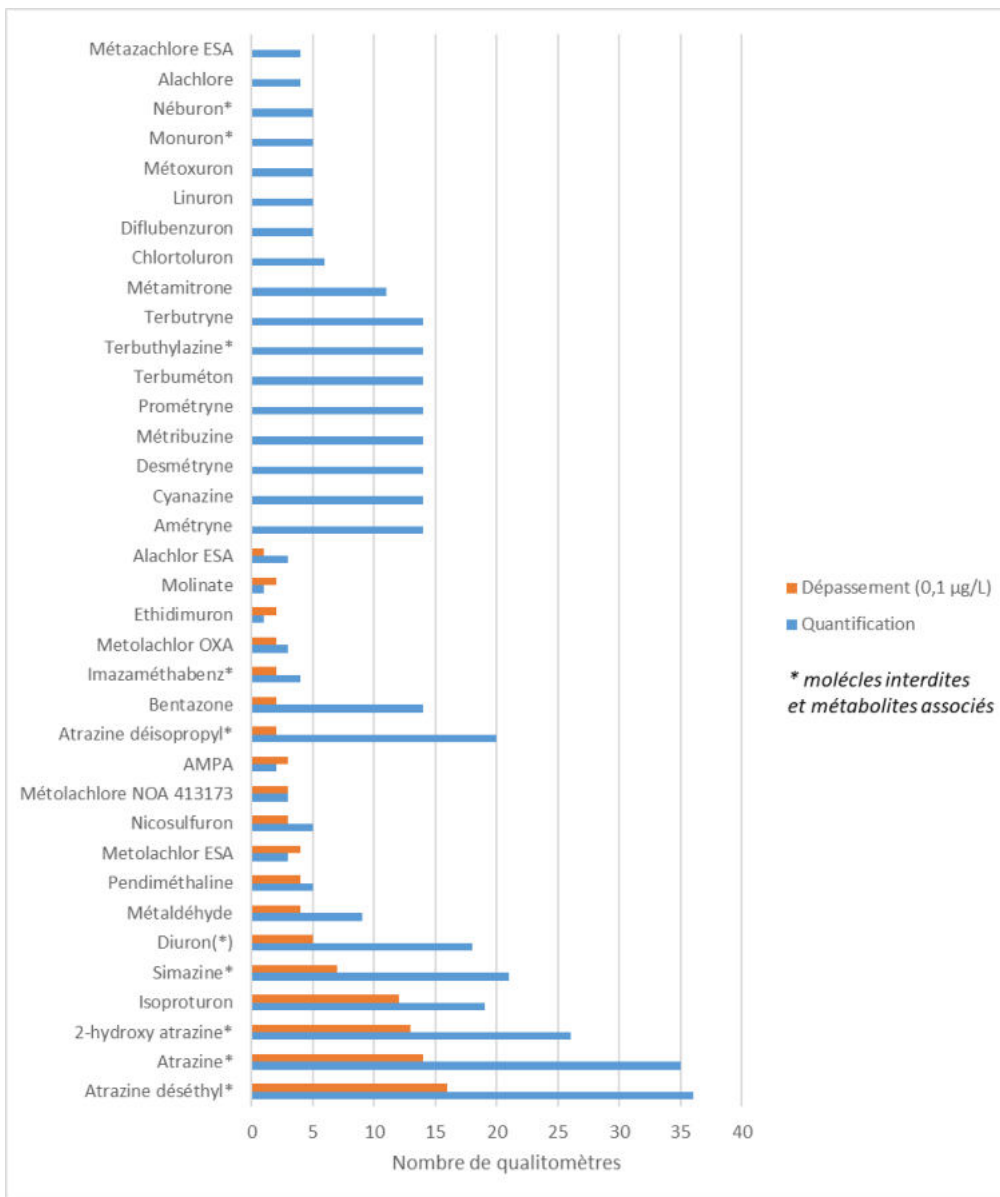
9% analyses > limites de quantification



Taux de quantification des produits phytosanitaires sur les bassins tertiaires
(molécules classées par ordre décroissant du nombre d'analyses)

PRESENCE ET EVOLUTION DES PESTICIDES

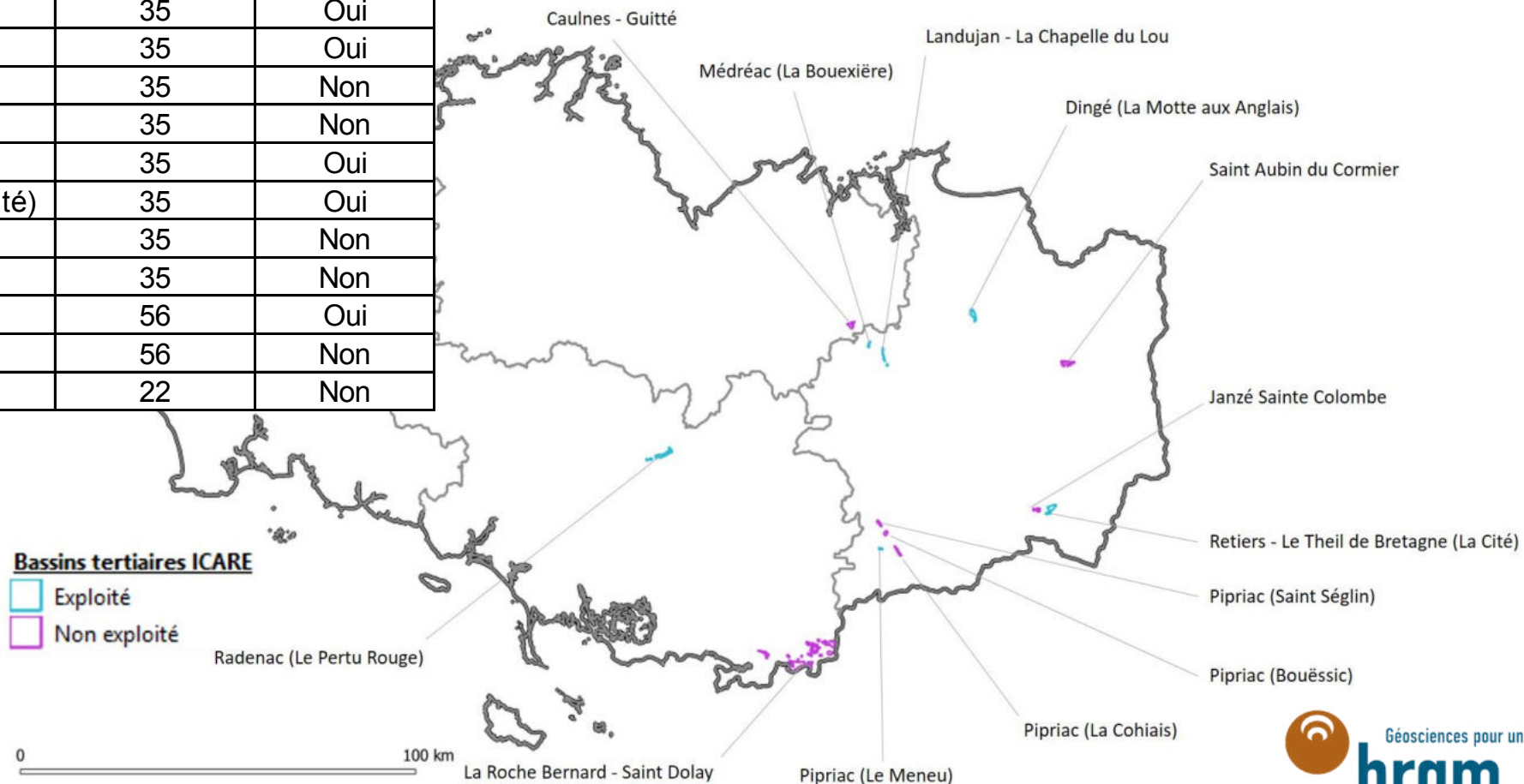
19 molécules avec dépassement de la limite de qualité de 0,1 µg/L (30 qualitomètres concernés)



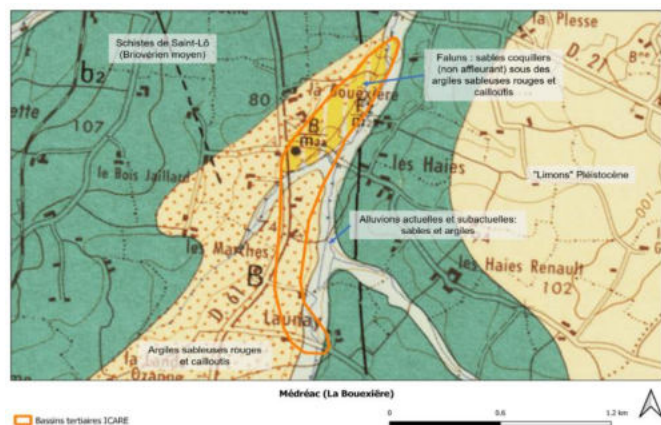
Nombre de qualitomètres avec dépassement de la limite de qualité fixée à 0,1 µg/L en pesticides et avec quantification d'au moins 3 pesticides

Nom du bassin	Département	Exploité
Dingé (La Motte aux Anglais)	35	Oui
Janzé Sainte-Colombe	35	Non
Landujan / La-Chapelle-du-Lou	35	Oui
Médréac (La Bouexière)	35	Oui
Pipriac (Bouëssic)	35	Non
Pipriac (La Cohiais)	35	Non
Pipriac (Le Meneu)	35	Oui
Retiers Le-Theil-de-Bretagne (La Cité)	35	Oui
Saint-Aubin-du-Cormier	35	Non
Pipriac (Saint-Séglin)	35	Non
Radenac (Le Pertu Rouge)	56	Oui
La-Roche-Bernard - Saint-Dolay	56	Non
Caulnes - Guitté	22	Non

13 bassins
6 bassins exploités
7 non exploités

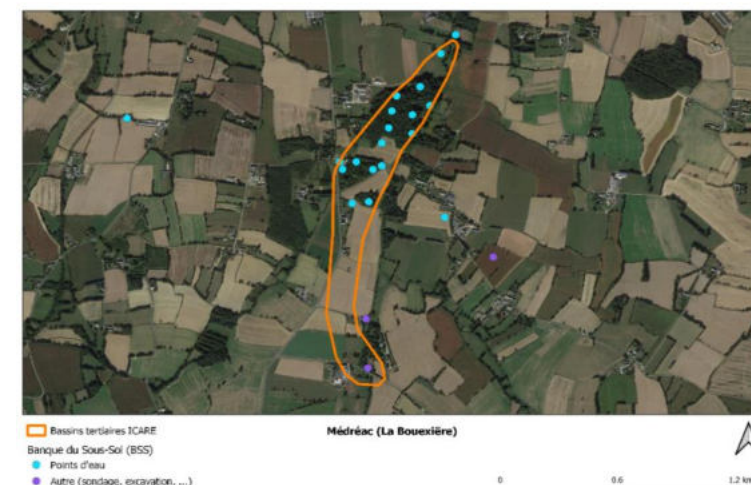
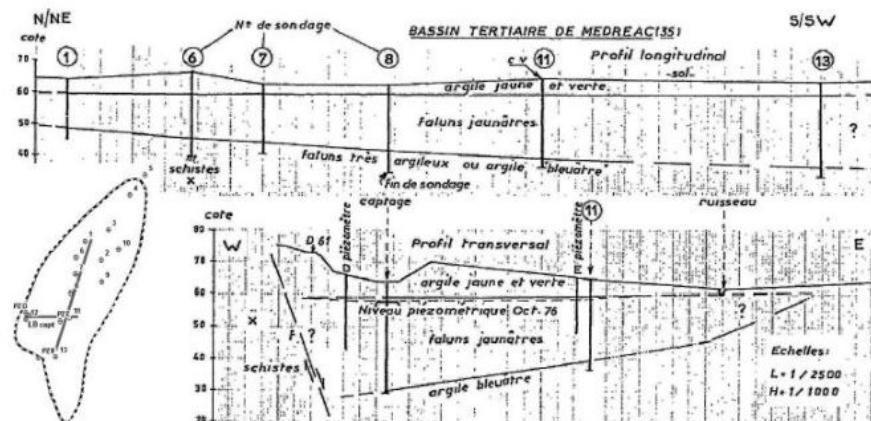


13 bassins



- Description du bassin
- Topographie et cours d'eau
- Géométrie et géologie du bassin
- Exploitation des eaux souterraines :
 - Points BSS connus
 - Prélèvements d'eau souterraine (AEP / autres)
- Fonctionnement hydrogéologique
 - Bilan hydrologique
 - Niveaux de nappes
 - Cartes piézométriques
 - Essais de pompage
- Qualité des eaux souterraines
- Carrières
- Occupation des sols
- Informations sur la vulnérabilité
- Commentaires et conclusion
- Bibliographie

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude		
2.20			Argile jaune.	Pliocène à Quaternaire	63.80		
4.80			Argile et faluns fins argileux, verts.		61.20		
7.20	Faluns du Quiou		Faluns fins argileux jaunes.	Miocène moyen	58.80		
9.00			Faluns fins jaunes très argileux.		57.00		
10.00			Faluns jaunes argileux, agglomérés.		56.00		
13.50			Faluns jaunes durs agglomérés.		52.50		
21.80			Faluns jaunes grossiers, très durs, agglomérés.		44.20		
24.50			Faluns jaunes grossiers, durs, agglomérés.		41.50		
32.70			Faluns jaunes argileux.				
35.00			Argile bleue et schistes (allotérite).			Briovérien	31.00
			Formations de Fougères et de Granville : Formations briovériennes post-phanites				



- **Connaissances** : anciennes (années 70-80), uniquement dans les bassins déjà exploités pour l'eau potable
- **Fonctionnement** :
 - Apports extérieurs (cours d'eau, encaissant) existants mais rarement quantifiés
 - Lien avec les ressources superficielles
 - Rôle de drain / tampon des bassins
 - Stock limité
- **Potentielles nouvelles ressources** : existence de sables pliocènes non exploités mais peu d'informations sur ces sites

01 89 37 44 50

- Qualité de l'eau souterraine (bonne ou reconquête possible)
- Quantité (productivité pour les sites exploités)
- Géologie (lithologie et épaisseur)
- Superficie
- Avis des acteurs locaux (Syndicats départementaux d'alimentation en eau potable)

24 bassins tertiaires sont proposés en NAEP (priorité 1) :

- Côtes d'Armor : 2 bassins (1 exploité et 1 non exploité)
- Ille-et-Vilaine : 18 bassins (12 exploités et 6 non exploités)
- Morbihan : 4 bassins (3 exploités et 1 non exploité)

En complément, **10 bassins tertiaires non exploités** mais sur lesquels peu de connaissances sont disponibles sont classés en priorité 2 :

- Côtes d'Armor : 1 bassin
- Ille-et-Vilaine : 3 bassins
- Morbihan : 6 bassins

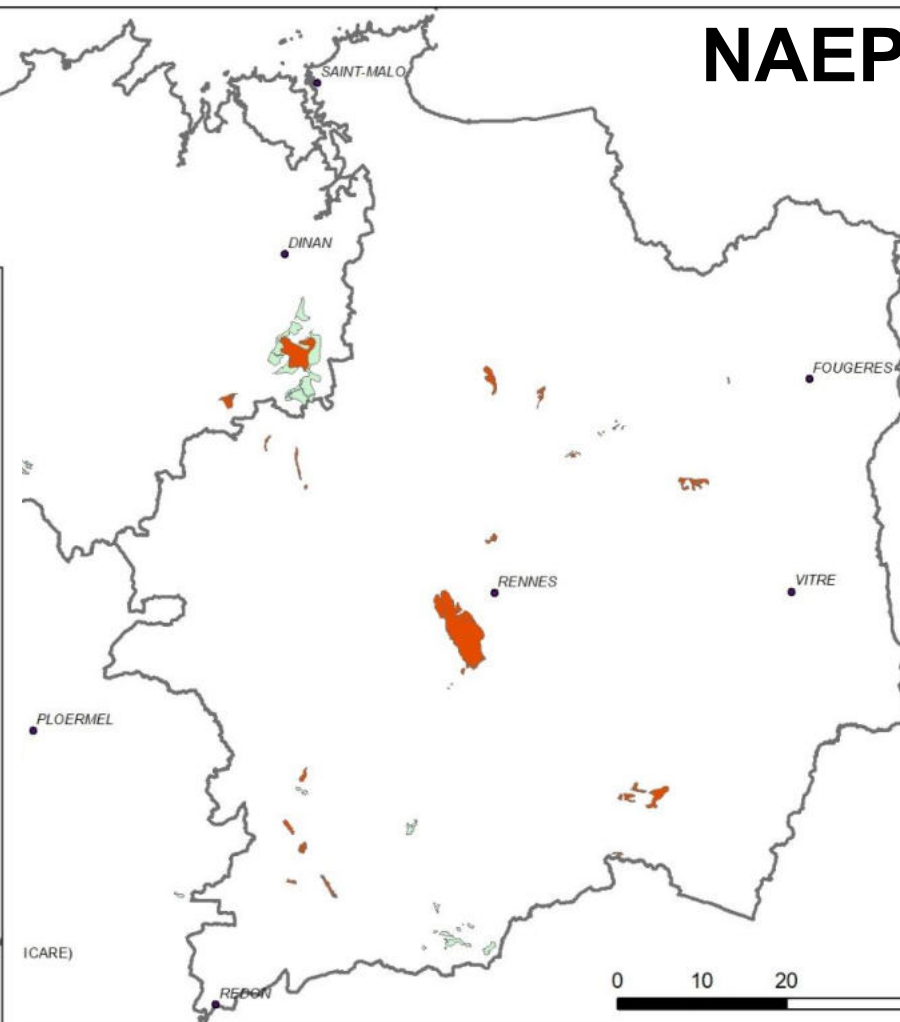
Utilisation des bassins	Priorité 1	Priorité 2
Exploité	16	0
Non exploité	8	10
Total	24	10

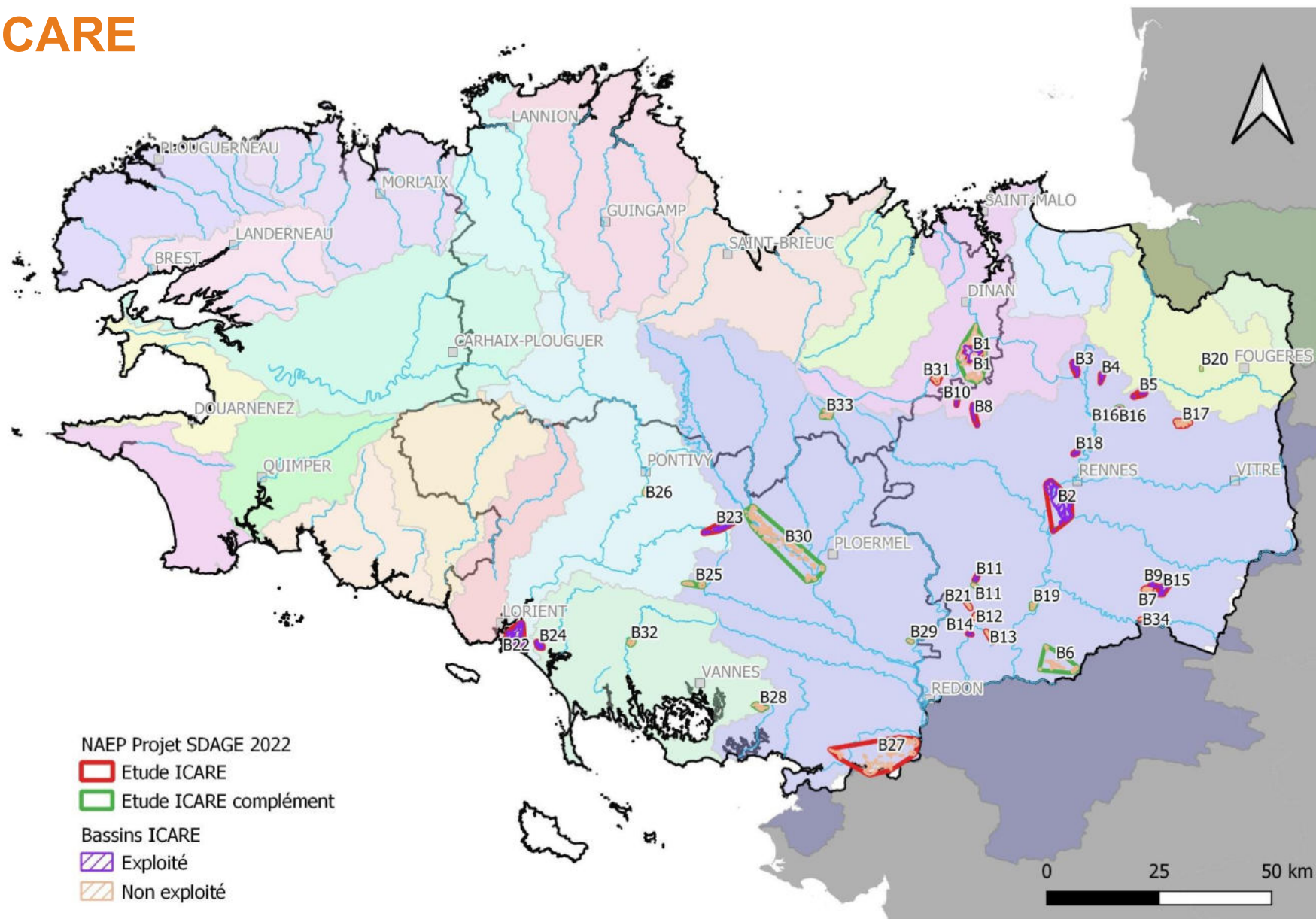
Des secteurs peu connus de 3 bassins tertiaires exploités (Le Quiou-Tréfumel-Evran, Mernel et St Aubin d'Aubigné) ont aussi été classés en priorité 2 afin de recueillir des informations complémentaires.

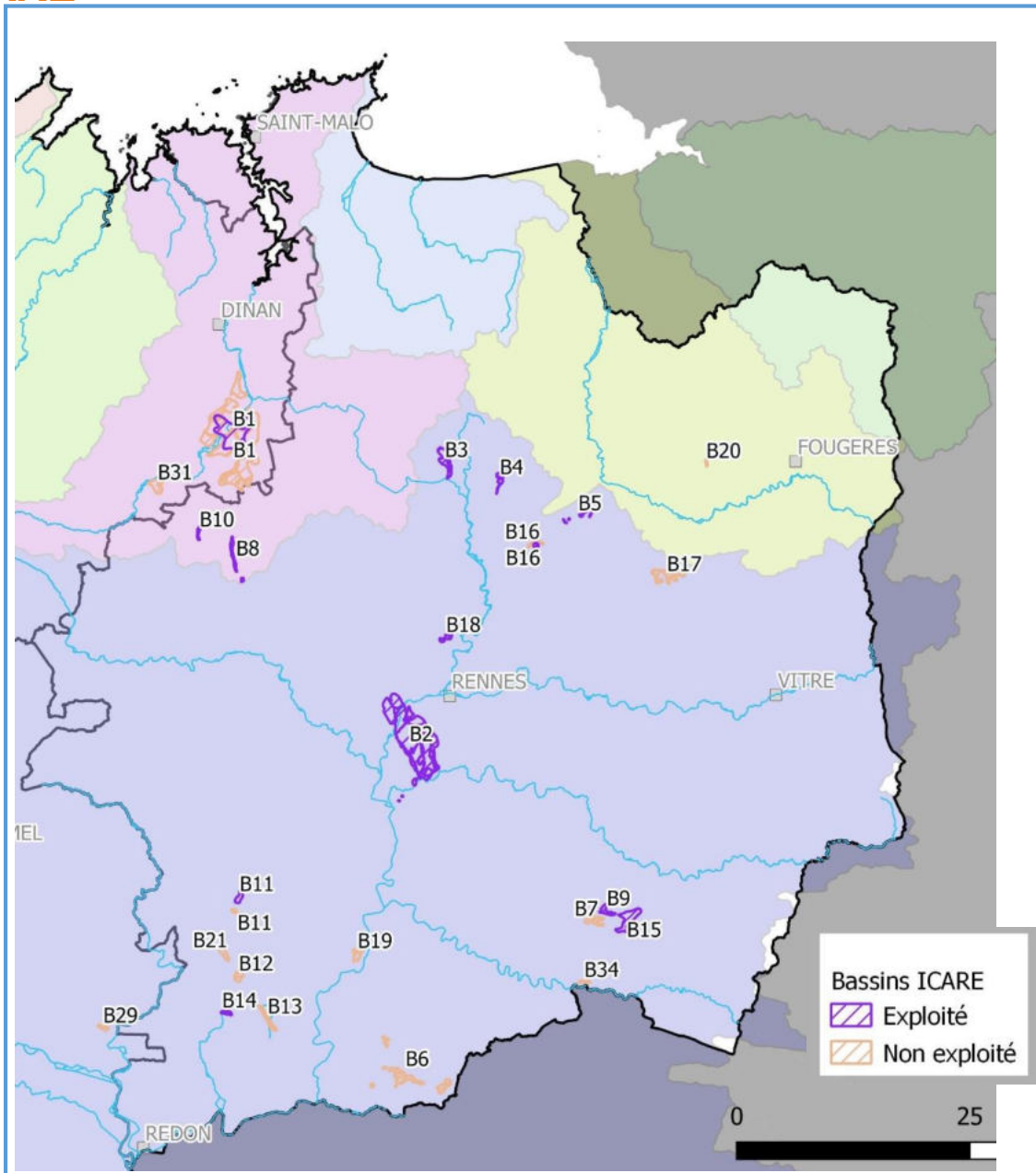


16 bassins avérés et 18 potentiels

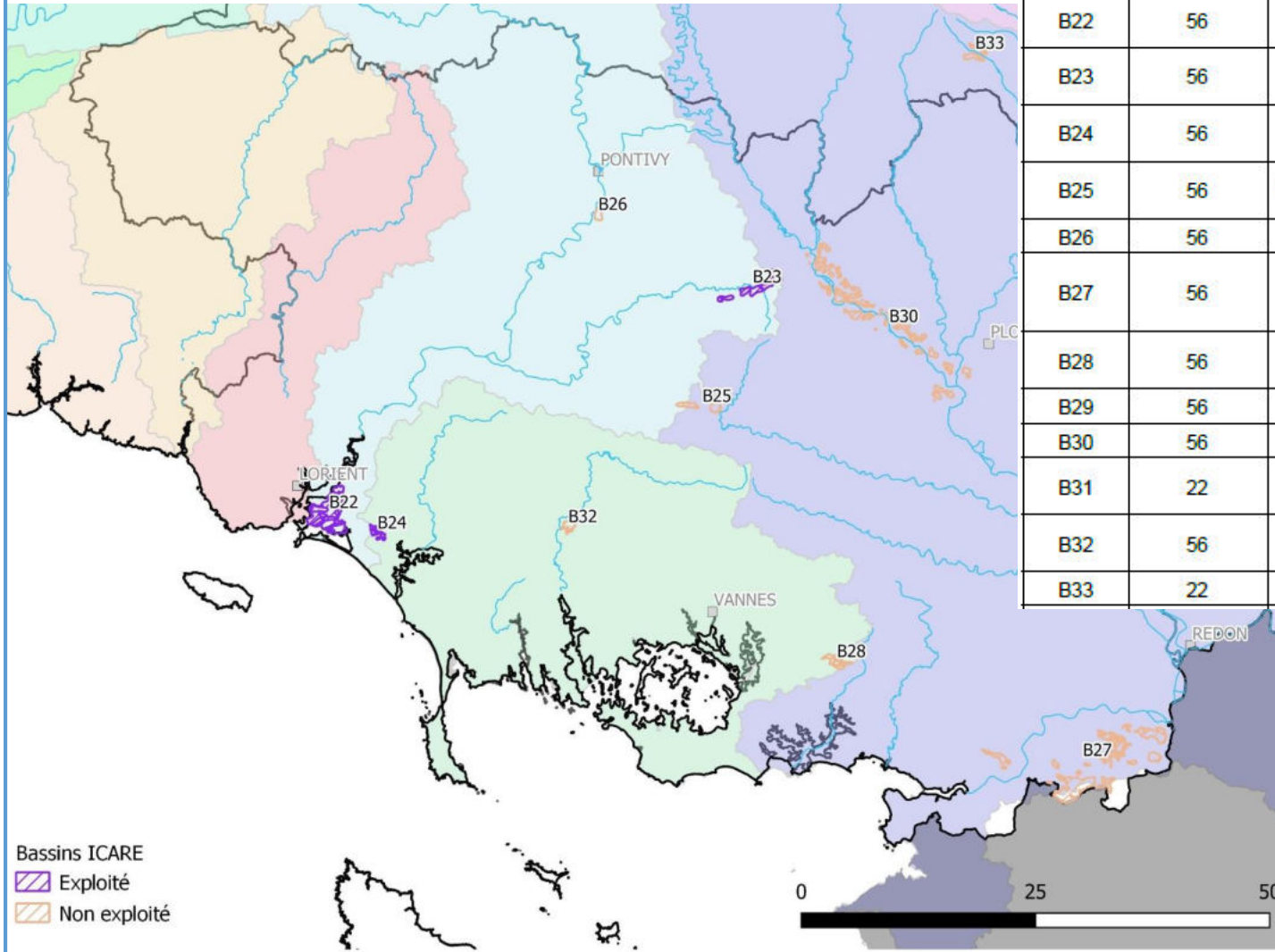
Nom du bassin	Dépt	Qualité globale	Quantité	Epaisseur (m)	NAEP
Le Quiou-Tréfumel (22) - Evran (35)	22	mauvais	+++		1
Chartres-de-Bretagne/Bruz/Saint-Jacques-de-La-Lande	35	mauvais	+++		1
Dingé (La Motte aux Anglais)	35	moyen	++		1
Feins (La Chaumière)	35	bon	++		1
Gahard (La Tournerie)	35	moyen	++		1
Janzé Sainte-Colombe	35	inconnu	?	Inconnue	1
Landujan / La-Chapelle-du-Lou (prod inclut Médréac)	35	moyen	+++		1
Le-Theil-de-Bretagne (La Groussinière)	35	moyen	++		1
Médréac (La Bouexière)	35	bon	+++		1
Mernel	35	mauvais	++	12 m en moyenne	1
Pipriac (Bouëssic)	35	inconnu	?	Inconnue mais empilement	1
Pipriac (La Cohiais)	35	inconnu	?	Inconnue mais empilement	1
Pipriac (Le Meneu)	35	bon	++		1
Retiers Le-Theil-de-Bretagne (La Cité)	35	moyen	+++		1
Saint-Aubin-d'Aubigné (Beauregard/La Douettée)	35	mauvais	++		1
Saint-Aubin-du-Cormier	35	inconnu	?	Inconnue	1
Saint-Grégoire (La Noë)	35	moyen	++		1
Pipriac (Saint-Séglin)	35	inconnu	?	Inconnue	1
Port-Louis Lorient / Riantec	56	bon	++		1
Radenac (Le Pertu Rouge)	56	bon	++		1
Plouhinec (Pont Mouton)	56	mauvais	++		1
La-Roche-Bernard - Saint-Dolay	56	inconnu	?	Inconnue	1
Caulnes - Guitté	22	inconnu	?	Inconnue	1
Thourie	35	inconnu	?	Inconnue	1
Grand-Fougeray	35	inconnu	?	Inconnue	2
Saint-Malo-de-Phily	35	inconnu	?	Inconnue	2
Saint-Sauveur-des-Landes (La Boyère)	35	inconnu	?		2
Moustoir-Ac - Bignan	56	inconnu	?	Inconnue	2
Saint-Thuriau	56	inconnu	?	Inconnue	2
La-Trinité-Surzur	56	inconnu	?	Inconnue	2
La Gacilly	56	inconnu	?	Inconnue	2
Josselin	56	inconnu	?	Inconnue	2
Plumergat	56	inconnu	?	Inconnue	2
Merdrignac	22	inconnu	?	Inconnue	2







Identifiant	Département	Lieu Commune	Sage Concerné	Surface en Km²	Ressource		Masses D'eau Concernées
					Socle Fissuré	Bassin Tertiaire	
					Averée (A) Potentielle (P)		
B1	22	Le Quiou-Tréfumel (22) - Evran (35)	Rance, Frémur et Baie de Beausais	35,58		A	FRGG148
B2	35	Chartres-de-Bretagne/ Bruz/Saint-Jacques-de-La-Lande	Vilaine	48,2		A	FRGG015 ; FRGG148
B3	35	Dingé (La Motte aux Anglais)	Vilaine	2,28		A	FRGG148
B4	35	Feins (La Chaumière)	Vilaine	0,84		A	FRGG148
B5	35	Gahard (La Toumerie)	Vilaine	0,28		A	FRGG015 ; FRGG148
B6	35	Grand-Fougeray	Vilaine	3,58		P	FRGG015
B7	35	Janzé Sainte-Colombe	Vilaine	0,96		P	FRGG015
B8	35	Landujan / La-Chapelle-du-Lou (prod inclut Médélec)	Rance, Frémur et Baie de Beausais	0,84		A	FRGG014 ; FRGG148
B9	35	Le-Theil-de-Bretagne (La Groussinière)	Vilaine	0,71		A	FRGG148
B10	35	Médélec (La Bouexière)	Rance, Frémur et Baie de Beausais	0,36		A	FRGG148
B11	35	Mernel	Vilaine	1,03		A	FRGG015 ; FRGG148
B12	35	Pipriac (Bouëssic)	Vilaine	0,82		P	FRGG015
B13	35	Pipriac (La Cohiais)	Vilaine	1,11		P	FRGG015
B14	35	Pipriac (Le Meneu)	Vilaine	0,32		A	FRGG148
B15	35	Retiers Le-Theil-de-Bretagne (La Cité)	Vilaine	2,64		A	FRGG148
B16	35	Saint-Aubin-d'Aubigné	Vilaine	0,5		A	FRGG015
B17	35	Saint-Aubin-du-Cornier	Vilaine	2,12		P	FRGG015
B18	35	Saint-Grégoire (La Noë)	Vilaine	0,62		A	FRGG148
B19	35	Saint-Malo-de-Phily	Vilaine	0,81		P	FRGG015
B20	35	Saint-Sauveur-des-Landes (La Boyère)	Couesnon	0,1		P	FRGG016
B21	35	Pipriac (Saint-Séglin)	Vilaine	0,78		P	FRGG015
B31	22	Caulnes - Guitté	Rance, Frémur et Baie de Beausais	1,55		P	FRGG014
B34	35	Thourie	Vilaine	0,21		P	FRGG015



Identifiant	Département	Lieu Commune	Sage Concerné	Surface en Km ²	Ressource		Masses D'eau Concernées
					Socle Fissuré	Bassin Tertiaire	
					Averée (A) Potentielle (P)		
B22	56	Port-Louis Lorient / Riantec	Blavet - Scorff	18,9		A	FRGG010 ; FRGG012
B23	56	Radenac (Le Pertu Rouge)	Blavet - Vilaine	3,6		A	FRGG010 ; FRGG148
B24	56	Plouhinec (Pont Mouton)	Golfe du Morbihan et ria d'Étel - Blavet	1,24		A	FRGG012
B25	56	Moustoir-Ac - Bignan	Vilaine - Blavet	2,76		P	FRGG010 ; FRGG015
B26	56	Saint-Thuriau	Blavet	0,83		P	FRGG010
B27	56	La-Roche-Bernard - Saint-Dolay	Vilaine - Estuaire de la Loire	25,18		P	FRGG015 ; FRGG022 ; FRGG148
B28	56	La-Trinité-Surzur	Golfe du Morbihan et ria d'Étel - Vilaine	2,35		P	FRGG012
B29	56	La Gacilly	Vilaine	0,33		P	FRGG015
B30	56	Josselin	Vilaine	12,04		P	FRGG015
B31	22	Caulnes - Guitté	Rance, Frémur et Baie de Beausais	1,55		P	FRGG014
B32	56	Plumergat	Golfe du Morbihan et ria d'Étel	1,13		P	FRGG012
B33	22	Merdrignac	Vilaine	1,34		P	FRGG015

ANAFORE : ANALyse multicritère des données de FORages les plus productifs de bretagne

Cartographie des Zones Potentiellement Productrices (ZPP) en eau souterraine

Jean-Michel SCHROËTTER, Alexandre BOISSON, Flora LUCASSOU, Mélanie BARDEAU, Anne-Gaëlle BADER,
Laurent BECCALETTO, Yamen OUERGHI, Benoit DEWANDEL et Bruno TOURLIERE

Partenaires financiers :



Partenaires techniques :



Qu'est-ce qu'ANAFORE ?

CONTENU - Faire la synthèse de 100 forages d'eau des plus productifs en Bretagne.

COMMENT - En analysant les données acquises lors de leurs réalisations.

Données géologiques - Analyse du contexte géologique (lithologies, Degré d'altération, Degré de fracturation) et Analyse des données de géophysique disponibles ;

Données hydrogéologiques - Analyse de l'hydrologie (géomorphologie), de l'hydrogéologie (chimie des eaux si disponible), des débits (pompage d'essai) ;

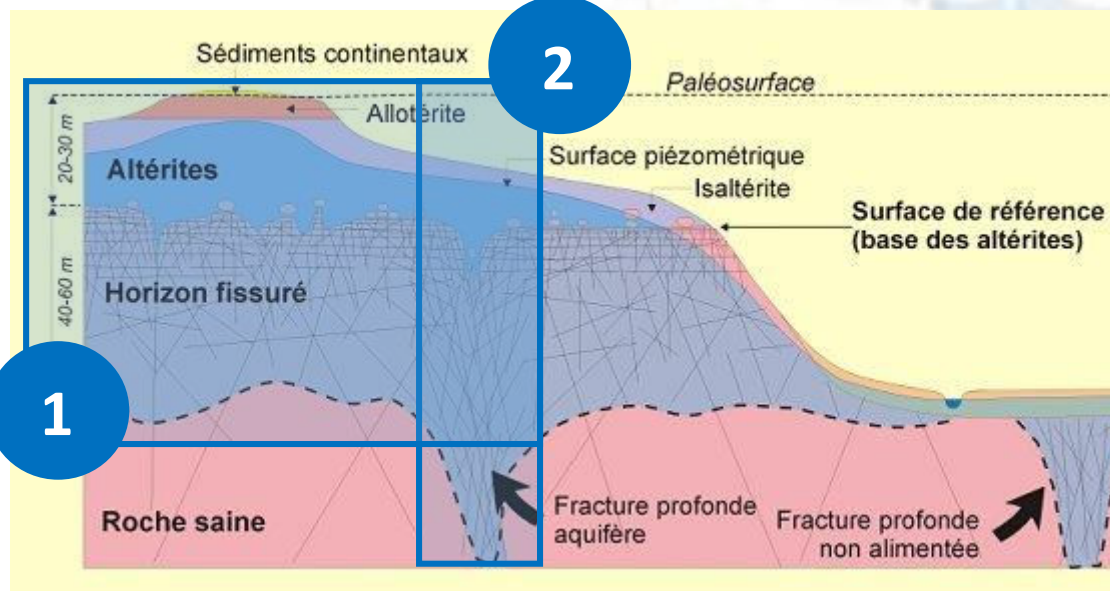
SYNTHESE - de l'analyse de ces critères.

Pour 2 objectifs principaux !

OBJECTIF 1 – Faire une classification typologique de ces 100 forages à travers l'analyse multicritère.

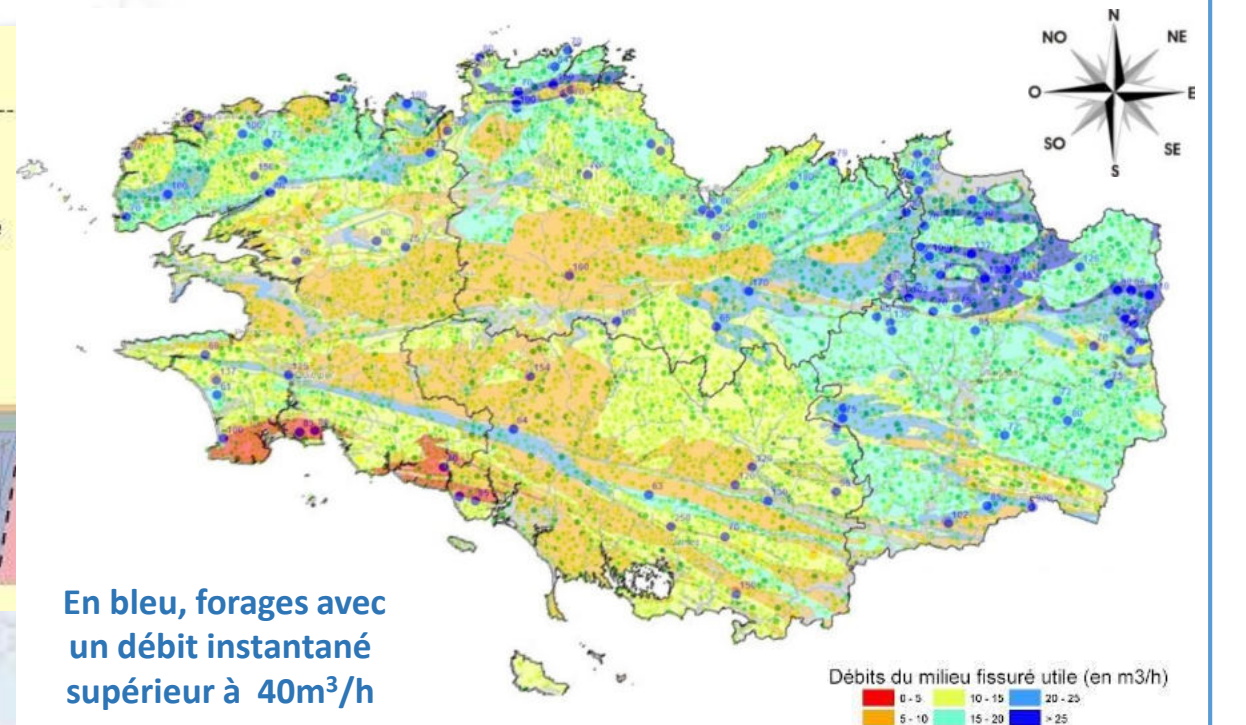
OBJECTIF 2 – Réaliser des cartes au 100 000 des secteurs les plus propices à la présence d'eau souterraine : pour leur préservation ou leur réservation à l'AEP (Zone de Sauvegarde pour le Futur ZSF).

ANAFORE tente la synthèse entre les deux concepts principaux sur les aquifères de socle !



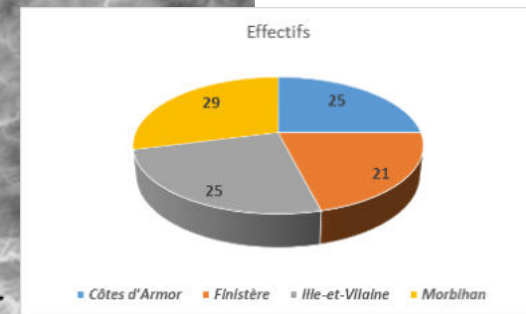
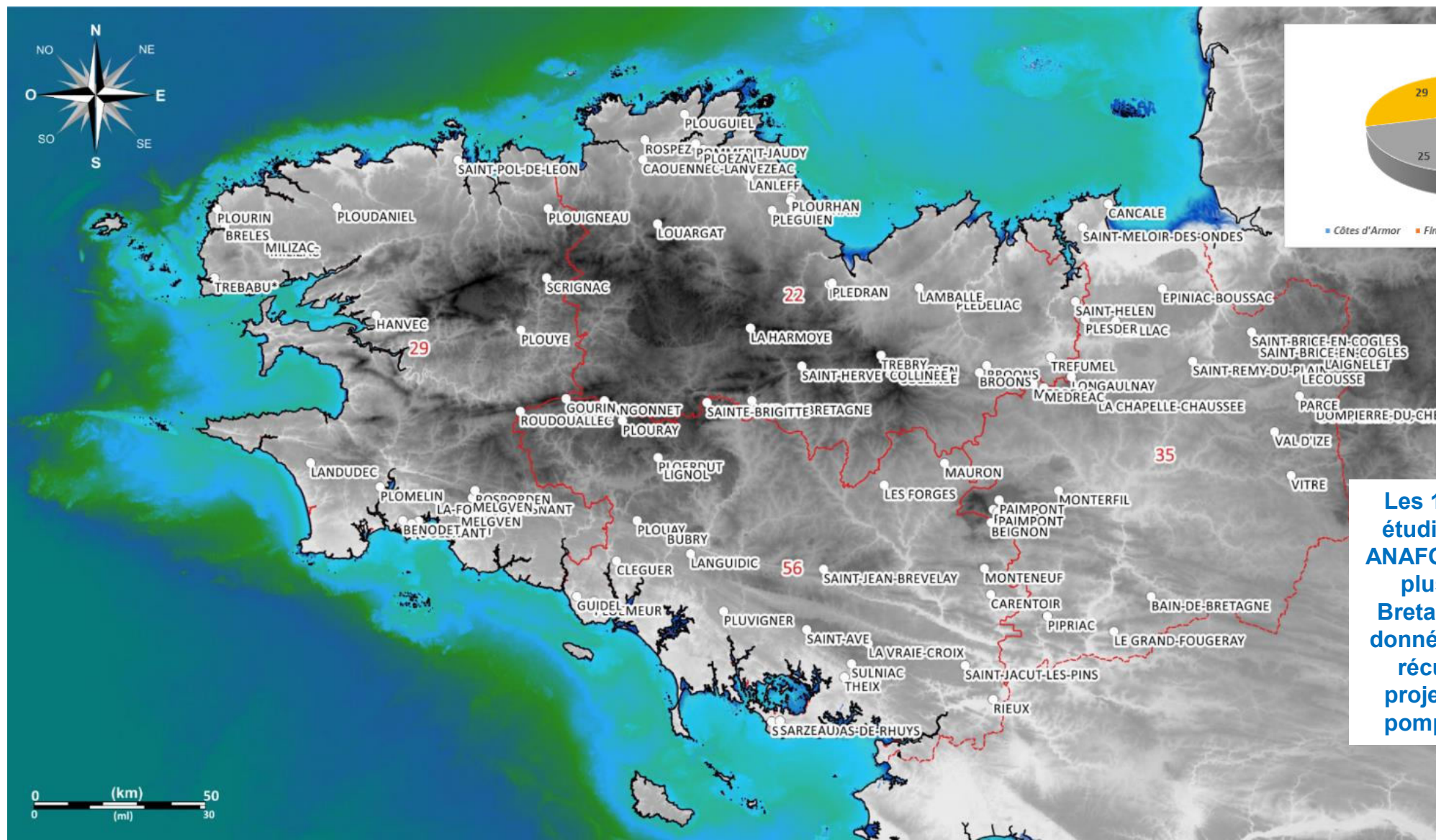
Les deux concepts différents de l'hydrogéologie dite de « socle » !

- L'aquifère de l'Horizon d'altération en 1
- Et l'aquifère de fractures en 2



En bleu, forages avec un débit instantané supérieur à 40m³/h

Sélection de 100 forages avec une répartition la plus homogène possible ...



Les 100 sites/forages étudiés dans le projet ANAFORE : Forages des plus productifs de Bretagne ou ayant des données qui ont pu être récupérées pour le projet : géophysique, pompage d'essai etc.

Actions réalisées sur les 100 sites de forages sélectionnés

Les actions géologiques :

1 journée de terrain par site avec le relevé :

- des mesures structurales sur chaque affleurement,
- la position de chaque affleurement par rapport au profil d'altération de R. Wyns (1998),
- le relevé des lithologies (nature des roches du site), du degré d'altération et de fracturation.

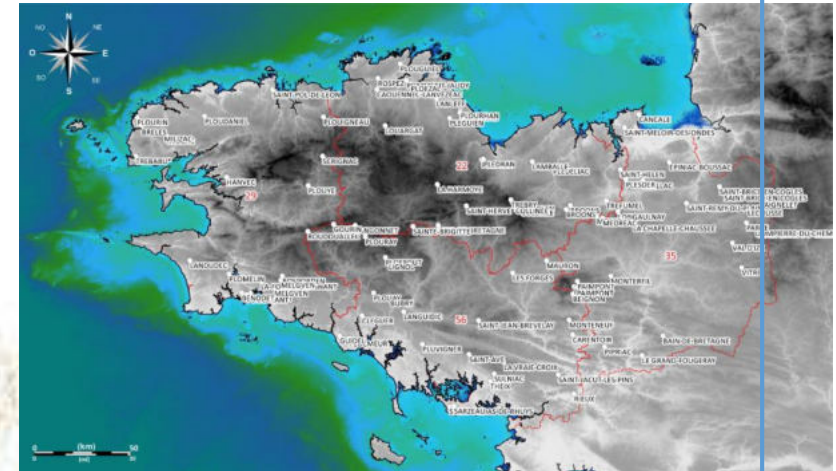
Puis un travail de bureau pour l'analyse du contexte géologique, géomorphologique, l'analyse des données du forage, de la géophysique disponibles etc.

Les actions hydrogéologiques :

- Quelques visites de site
- L'analyse de l'historique du site pour la sélection de l'ouvrage à analyser,
- La digitalisation ou l'utilisation des données de l'essai de pompage pour sa réinterprétation;
- Le diagnostic de l'essai par le calcul de la méthode des dérivées,
- Synthèse des données hydrogéologiques réinterprétées.

Les actions de synthèse entre géologie et hydrogéologie à travers la création d'une fiche par site / ouvrage.

**Un chiffre : 794 affleurements observés
soit 8 affleurements par site**





- XLS
- BAIN-DE-BRETAGNE_Les-Riais(35).pdf
- BEIGNON_Pont-des-Landes(56).pdf
- BENODET_Guenodou(29).pdf
- BRELES_Usine-de-Brélès(29).pdf
- BROONS_Leslian(22).pdf
- BROONS_Linéa(22).pdf
- BUBRY_Botconan(56).pdf
- BUBRY_Kerpicaud(56).pdf
- CANCALE_Lesgrandsprès(35).pdf
- CAOUENNEC-LANVEZEAC_Kerléo(22).pdf
- CARENTOIR_Siloret(56).pdf
- CLEGUER_Sénébret(56).pdf
- COLLINEE_EtblsKermene(22).pdf
- COLLINEE_LaPetiteCote(22).pdf
- DOMPIERRE-DU-CHEMIN_La-Foucaudiere(35).pdf
- DOMPIERRE-DU-CHEMIN_PréPoncel(35).pdf
- EPINIAC_LeMoulindeBretonnière(35).pdf
- FOUESNANT_Bréhoulou(29).pdf
- FOUESNANT_Kerasploc'h(29).pdf
- GOURIN_Moulin-de-Conveau(29).pdf
- GUIDEL_Saint-Matthieu(56).pdf
- HANVEC_Kerliver(29).pdf
- LA-CHAPELLE-CHAUSSEE_LeRocher(35).pdf
- LA-FORET-FOESNANT_Creach-an-Du(29).pdf
- LA-HARMOYE_ForageF4(22).pdf
- LAIGNELET_La-Bretonnière(35).pdf
- LAMBALLE_LaPoterie(22).pdf
- LANDUDEC_Kerlosquet(29).pdf
- LANGONNET_Minez-Bihan-Braz(56).pdf
- LANGUIDIC_Dezenio(56).pdf
- LANLEFF_PontCariou(22).pdf
- LA-VRAIE-CROIX_LaBilletterie(56).pdf
- LECOUSSE_Gibary(35).pdf
- LE-GRAND-FOUGERAY_LaBoutratais(35).pdf
- LES-FORGES_Prèsd'Abas(56).pdf
- LIGNOL_Kerven(56).pdf
- LONGAULNAY_Linquéniac(35).pdf
- LOUARGAT_Gollot Braz(22).pdf
- MAURON_LeBasValidée(56).pdf
- MEDREAC_La-Perroquinois(35).pdf
- MEDREAC_Le-Hel(35).pdf
- MEILLAC_Le-Ponçonnet(35).pdf
- MELGVEN_Kerniouarn(29).pdf
- MELGVEN_ParkKras(29).pdf
- MILIZAC_BelAir(29).pdf
- MILIZAC_Kergroas(29).pdf
- MONTENEUF_LeBezier(56).pdf
- MONTERFIL_La-Boissière(35).pdf
- MUR-DE-BRETAGNE_LaRoche(22).pdf
- PAIMPONT_Les-Creux-du-Cannée(35).pdf
- PAIMPONT_Les-Ruisseaux(35).pdf
- PAIMPONT_Pas-du-houx(35).pdf
- PARCE_Le-Mué(35).pdf
- PIPRIAC_Le-Meneu(35).pdf
- PLEDELIAC_Belouze(22).pdf
- PLEDRAN_Magenta(22).pdf
- PLEDRAN_PontRomain(22).pdf
- PLEGUIEN_Kerio(22).pdf
- PLESDER_La-Lande-de-Malheur(35).pdf
- PLOEMEUR_Kermadoye(56).pdf
- PLOERDUT_Coet-Even(56).pdf
- PLOEZAL-Stang-Bizien(22).pdf
- PLOMELIN_Boissavarn(29).pdf
- PLOUAY_Manebail(56).pdf
- PLOUDANIEL_Laiterie(29).pdf
- PLOUGUIEL_TraouGuern(22).pdf
- PLOUIGNEAU_Lannigou(29).pdf
- PLOURAY_Tourlaouen(56).pdf
- PLOURHAN_Beaugouyen(22).pdf
- PLOURHAN_La-Ville-Helio(22).pdf
- PLOURIN_Kerenneur(29).pdf
- PLOUYE_Keramparc(29).pdf
- PLUVIGNER_Kergoudeler(56).pdf
- POMMERIT-JAUDY_LaunayF12(22).pdf
- RIEUX_LesMoullins(56).pdf
- ROSPEZ_L'Hopital(22).pdf
- ROSPORDEN_Pen-ar-Pont(29).pdf
- ROUDOUALEC_Cost-Minez(56).pdf
- SAINT-AVE_Kerbotin(56).pdf
- SAINT-BRICE-EN-COGLES_La-Croix-Madame(35).pdf
- SAINT-BRICE-EN-COGLES_LePetitFrontigné(35).pdf
- SAINTE-BRIGITTE_LesLogesBauche(56).pdf
- SAINT-GILDAS-DE-RHUYS_Botpenal(56).pdf
- SAINT-GLEN_Bréha(22).pdf
- SAINT-HELEN_PontAuxChats(22).sa.pdf
- SAINT-HERVE_Berlouze(22).sa.pdf
- SAINT-JACUT_GuéBlandin(56).pdf
- SAINT-JEAN-BREVELAY_Kerdaniel(56).pdf
- SAINT-MELOIR-DES-ONDES_Peten'air(35).pdf
- SAINT-POL-DE-LEON_Kerisnel(29).pdf
- SAINT-REMI-DU-PLAIN_LaTouche(35).pdf
- SARZEAU_LeRiellec(56).pdf
- SCRIGNAC_Le Cosquer(29).pdf
- SULNIAC_Lostihuel(56).pdf
- THEIX_Kervitré(56).pdf
- TREBABU_Pen-Ar-Prat(29).pdf
- TREBRY_LaPerchais(22).pdf
- TREFUMEL_Bezié(22).pdf
- VALd'IZE_Saint-Gervais(35).pdf
- VITRE_SVACIérissé(35).pdf

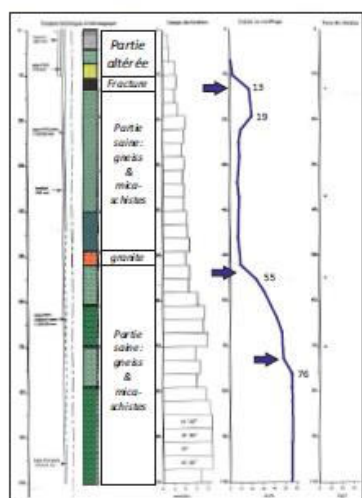
Création pour 100 sites/forages
d'une fiche au format A3
Recto/Verso
Synthétisant l'ensemble des
informations
géologiques et
hydrogéologiques



**PROJET ANAFORE : Fiche
BUBRY Botconan (56)**



Localisation de l'ouvrage / du site	
Code BSS	pas en BSS
Département	Morbihan
Commune	Bubry
Lieu-dit	Botconan
X Lambert 93 (m)	236 285
Y Lambert 93 (m)	677 520 6
Altitude du sol (m)	47
Date de réalisation, opérateur	01/01/1996, Géoarmor
Caractéristiques de l'ouvrage (Coupe technique)	
Nature (type foration), nom	forage MFT, B5F1
Profondeur (m)	100
Équipement (prof. en m)	Plein 52, Crépiné 100
Diamètre int. (mm)	φ115 - 100
Usage	Non
Débit instantané	55 m ³ /h
Prof. cimentation (m)	15

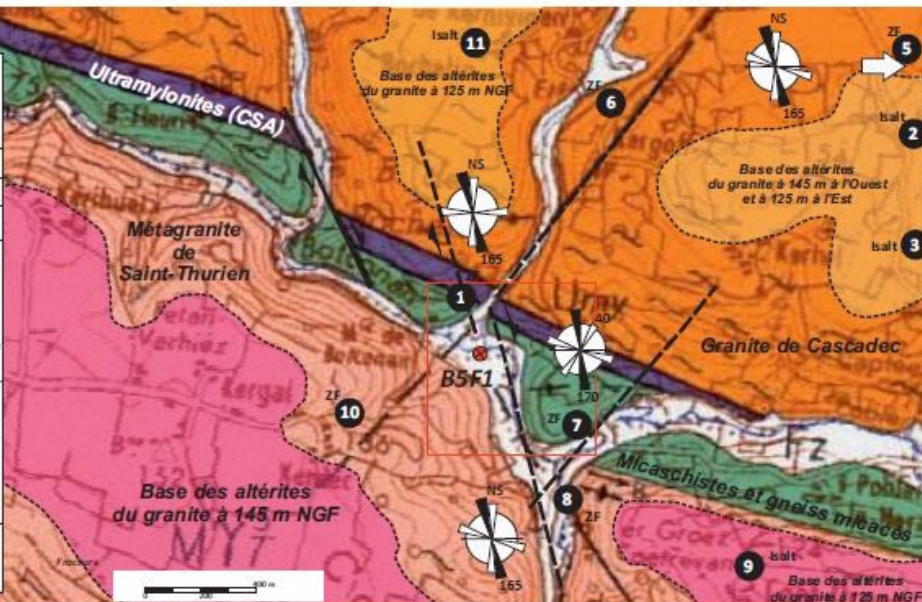


GEOLOGIE

Carte géologique du site
(superposition des données acquises dans le projet ANAFORE, sur la carte géologique au 1/50 000 harmonisée/ou feuille correspondante, fond topo IGN Scan25)

Légende

- ⊗ Ouvrage du site étudié
- 2 Point d'observation
- Orientation des directions de fracturation etc. au point d'observation
- Faille (ou fracturation) observée en trait plein / supposée en pointillé / normale / inverse / décrochante
- Base des altérites meubles (Allo.: allotérite, Isalt.: Isaltérite, ZF : Zone Fissurée)



Caractéristiques géologiques du site

Contexte géologique	granite hercynien en bordure d'un bassin éocène
Lithologie (nbre; nature)	1; granite grossier de Pont-à-Abbé
Fracturations (nbre)	3/4
Direction 1	N140 - N180
Direction 2	N080 - N120
Direction 3	N040
Géophysique (Oui/Non)	Oui
Faille majeure (O/N, nom)	Oui (CSA)
Épaisseur altérites meubles (m)	15

Cadre géologique :
Le site est en bordure du Cisaillement Sud Armoricaïn (CSA), faille majeure régionale ayant joué en décrochement dextre. Les lithologies au niveau de l'ouvrage et décrites sur les données de forage montrent des mélanges de micaschistes et de gneiss micacés mais aussi la présence de granites. La direction structurale associée au CSA est la direction N120, correspondant à l'orientation de la schistosité régionale, recoupée par une famille de failles/fractures NS (N170) à N150 souvent verticale et à sa famille conjuguée N040 (points 1 et 8). Ces directions secondaires ont un jeu aussi décrochant mais sensé, avec une composante verticale qu'il est possible



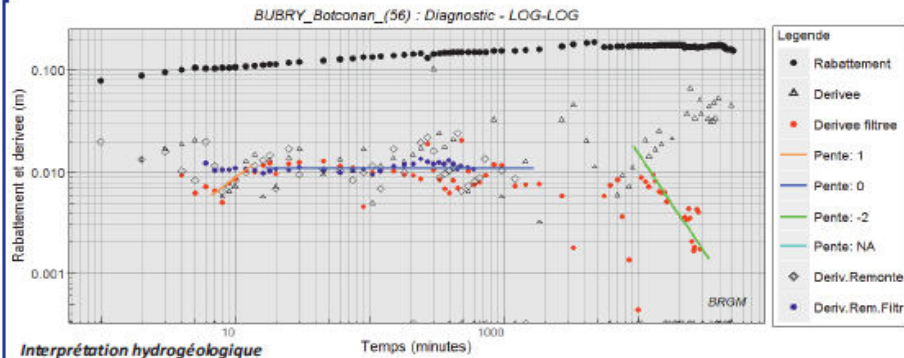
d'observer par le décalage de la base des altérites meubles. Ce découpage tectonique vient se surimposer :
(1) à un évènement d'altération dont la base des altérites meubles peut être considérée comme une surface repère (de référence).
(2) à l'ensemble des lithologies (qui bordent le CSA) et des structures héritées (CSA) et qui peuvent avoir localement joué pour accommoder le régime de contraintes tectoniques de cet épisode.

Sur la partie Sud-Ouest de la carte, la base des altérites meubles se situe à 145 m NGF environ alors que les parties Nord-Est et Est, elle se situe à environ 125 et 130/135 m NGF.

La géométrie de l'ensemble montrerait un système de dièdres effondrés et surélevés, délimités par des failles NS à N170 et N150 avec des pendages importants pouvant être orientés vers l'Ouest ou vers l'Est.

Exemple du recto d'une fiche au format A3 synthétisant l'ensemble des informations géologiques et hydrogéologiques

HYDROGEOLOGIE



Interprétation hydrogéologique

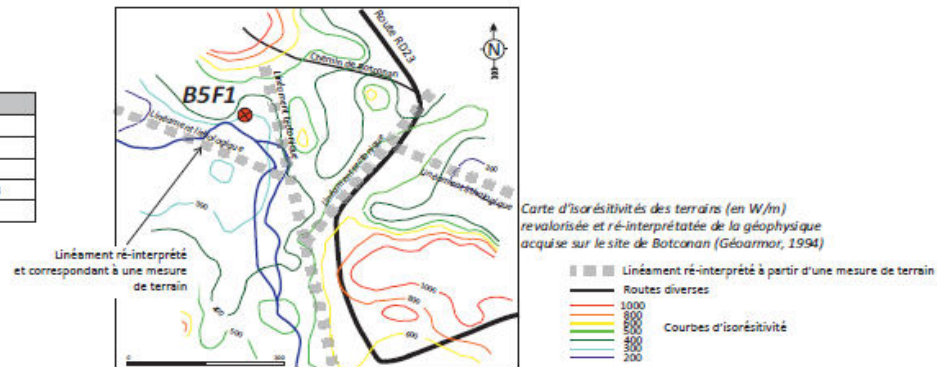
Le diagnostic est réalisé sur le forage B2-F5, forage proche de celui décrit sur la page recto car ce forage n'avait pas bénéficié d'un essai de pompage. L'essai de pompage s'est fait avec un débit de 13 m³/h sur une durée de 35 jours

Après des effets de puits durant les 10 premières minutes, un écoulement radial est observé sur la quasi-totalité de l'essai (pente de dérivée nulle), ce qui semble caractériser un réservoir relativement homogène. La transmissivité estimée durant cette phase est de $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

La fin de l'essai indique la présence d'une limite de réalimentation pouvant être liée à la pluie venue perturber la fin de l'essai ou à la présence de la rivière située à proximité. Il n'est pas possible de déterminer d'autres limites pour cet aquifère.

Cet aquifère a un coefficient d'emmagasinement de $5 \cdot 10^{-3}$. Hélas, aucune carte piézométrique n'est disponible pour appuyer ou plus étayer ce diagnostic.

Diagnostic essai de pompage longue durée	
Durée pompage (jours)	35.1
Changements débit (nb)	0
Débit moyen (m ³ /h)	13
Transmissivité écoulement radial (m ² /s)	$2,01e-03$
Pertes de charges (s ² /m ⁵)	-



Carte d'isohypsités des terrains (en W/m) revalorisée et ré-interprétée de la géophysique acquise sur le site de Botconan (Géoarmor, 1994)

Caractéristiques hydrogéologiques du site	
Débit instantané (m ³ /h)	55
Venues d'eau (nbre)	2
Prof. venue d'eau prin.(m)	55 m
Débit d'exploitation (m ³ /h)	/
Transmissivité (m ² /s)	$2,10e-03$
Coeff. d'emmagasinement S (-)	$5,00e-03$
Artésianisme	NON
Date essai	27/10/1995
Ref: GEOARMOR PB/272-B - janvier 1996	
Qualité de l'eau (Fin d'essai de pompage)	
Conductivité (uS/cm)	405
pH	6,4
Nitrates (mg/l)	5,6
Fer (mg/l)	-
Manganèse (mg/l)	-
Sulfates (mg/l)	12,2
Chlorures (mg/l)	93,2

Caractéristiques géomorphologiques du site	
Dist. Océanage/rive du BV (en m)	6 700
Morphologie du BV	N 120 et N 90
Orientation des pentes	E-O
Orientation niveau de drainage	N 120 et N 90
Zones humides	en fond de vallée
Occupation (agrt./urb.)*	300
Pluviométrie	1100 à 1200
Influence sur le BV**	Facteur limitant

** Facteur limitant ou topographique

INTERPRETATION HYDRO-GEOLOGIQUE

La géométrie de l'ensemble montre un système de dièdres effondrés et surélevés, délimités par :

- 1 - des failles N5 à N170 et N150 avec des pendages importants pouvant être orientés vers l'Ouest ou vers l'Est.
- 2 - des failles N040 90, conjuguées aux premières.

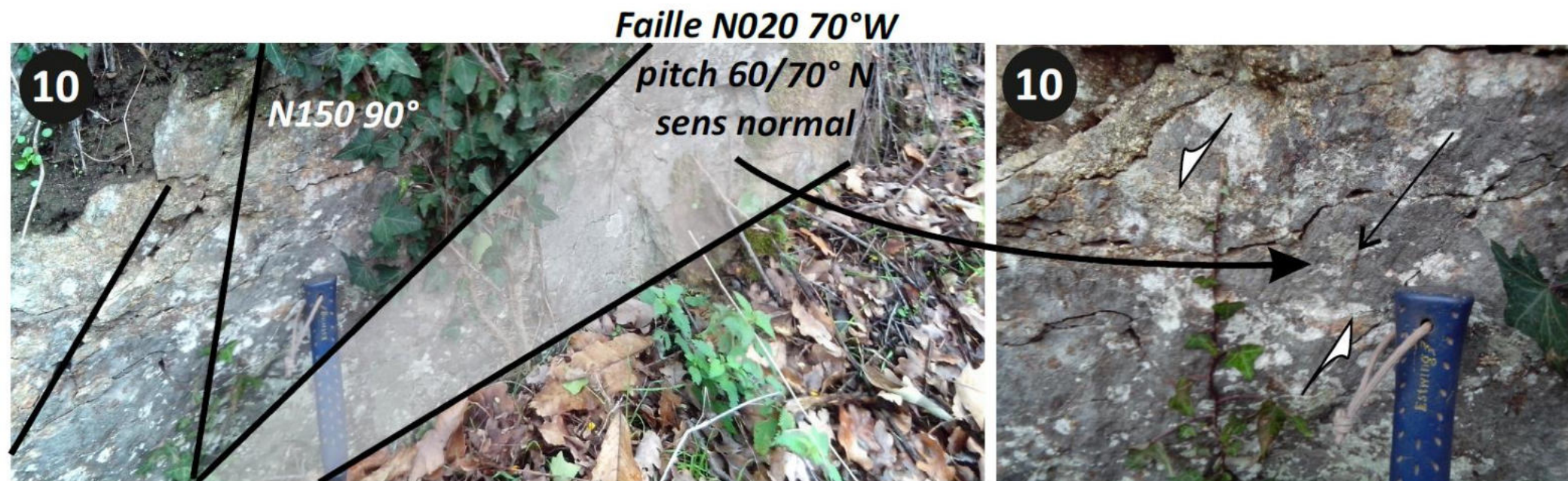
Ce découpage tectonique vient se surimposer :

- 1 - à un événement d'altération dont la base des altérites meubles peut être considérée comme la surface repère (de référence),
- 2 - à l'ensemble des lithologies (qui bordent le CSA) et des structures héritées (CSA), qui peuvent avoir localement joué pour accommoder la déformation tectonique.

D'un point de vue de l'hydraulique souterraine, la ré-interprétation de l'essai de pompage, montre un écoulement radial qui souligne un réservoir homogène avec une limite de réalimentation correspondant soit à une rivière soit à une pluie.

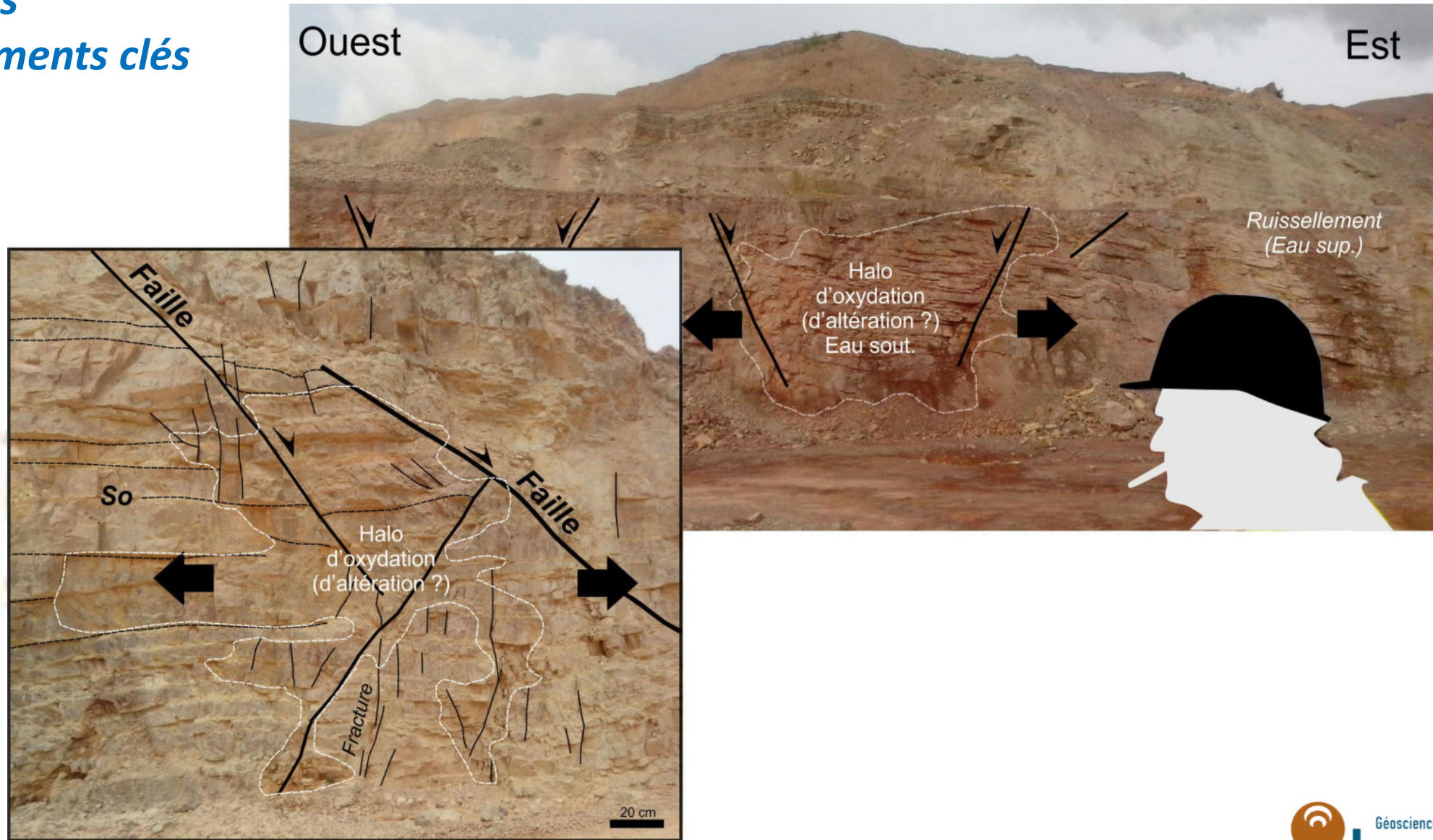
Exemple du verso d'une fiche au format A3 synthétisant l'ensemble des informations géologiques et hydrogéologiques

Quelques affleurements clés



Point n°10 : Faille N02 70° W avec sens normal et pitch (direction de transport) de 15° Nord

Quelques affleurements clés

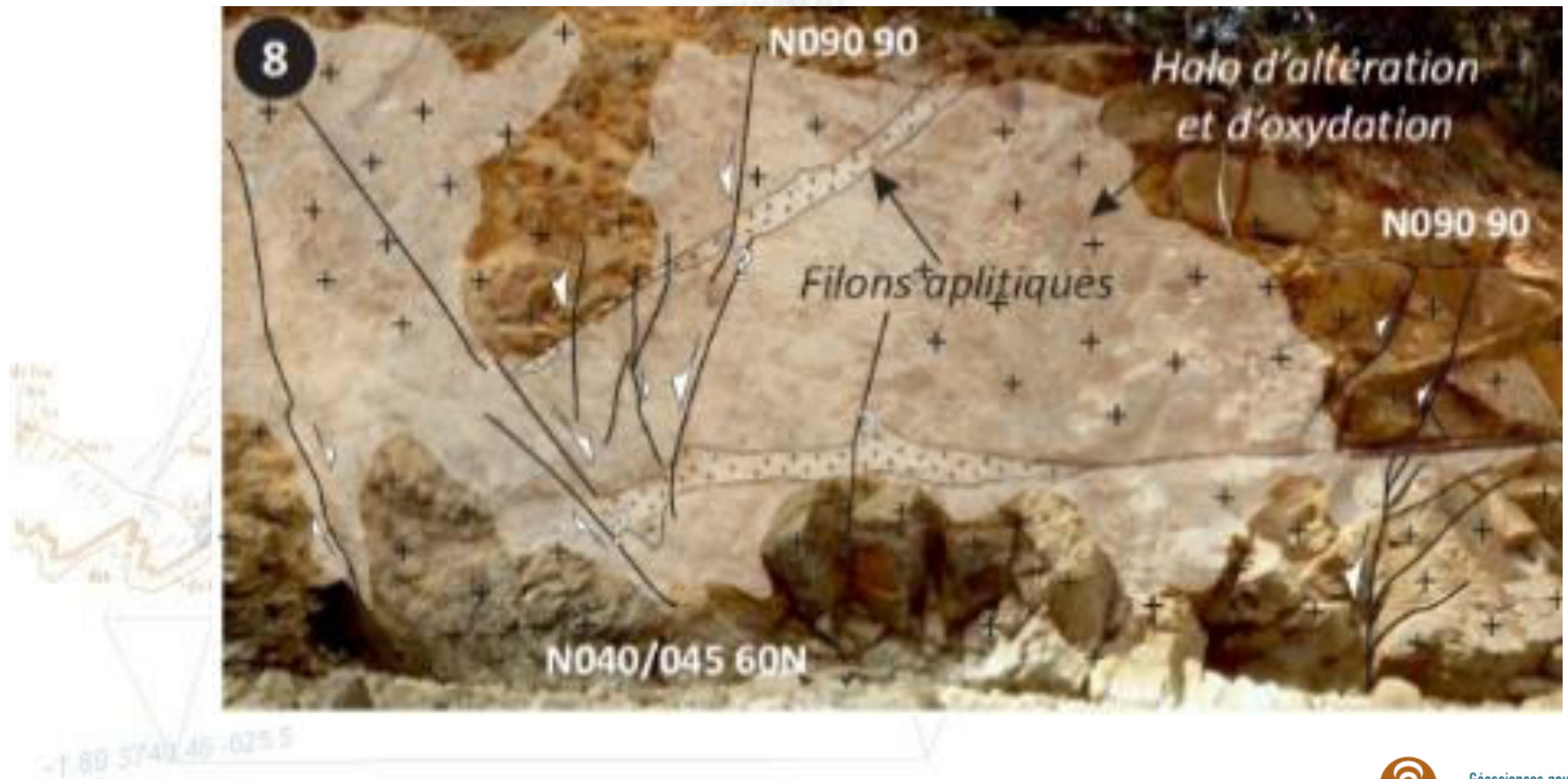


Quelques affleurements clés

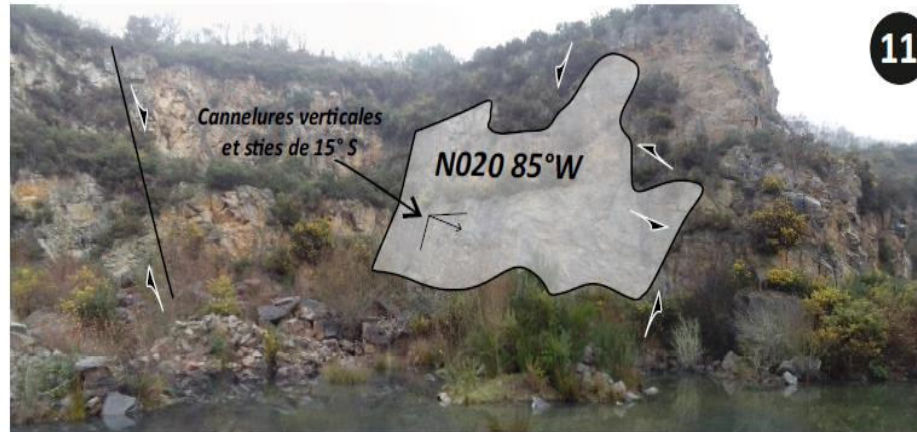


Mont-Dol (35)
Structures
Extensives NS
et
Niveaux altérés
(granodiorite cadomienne)

Quelques affleurements clés



Quelques affleurements clés

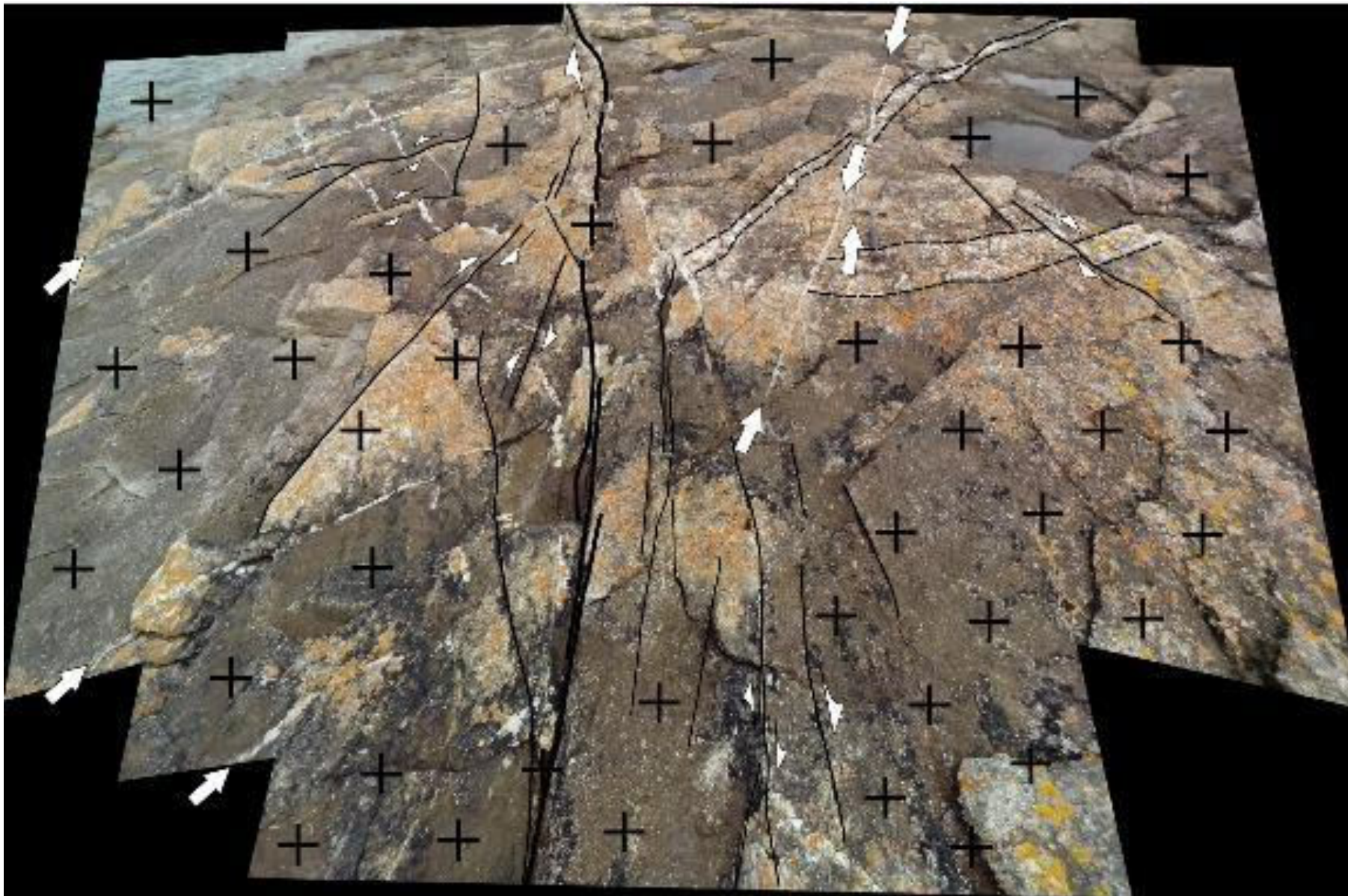


Point n° 11 : Faille N020 85°W, avec un pitch de 15° vers le Sud (direction de mouvement). Cette orientation et ces indicateurs cinématiques suggèrent un jeu transtensif senestre ...



Point n°6 : Bassin d'effondrement orienté N080 et recoupé par des faille/fracture N150. Détail de la cinématique univoque sur la photo en haut à droite.

Quelques affleurements clés



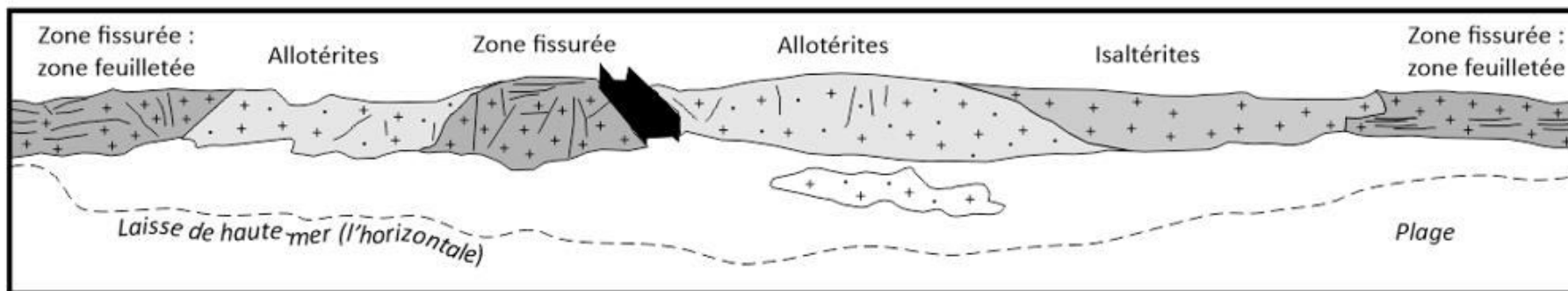
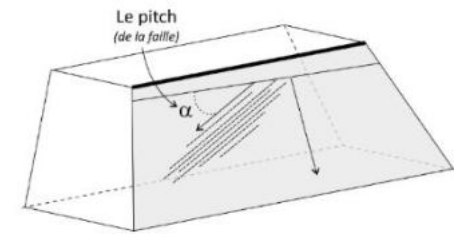


Illustration 44 : En haut, dessin interprétatif de l'affleurement du bas, montrant une variation horizontale de l'altération dans le granite de Ploemeur sur le littoral de la commune du même nom, et en bas, halo d'altération souligné par les hydroxures et oxydes de fer le long de filon pegmatitique de direction N020° (à gauche) et tectonique cassante N150° reprenant ces filons N020° (Ploemeur, Morbihan).

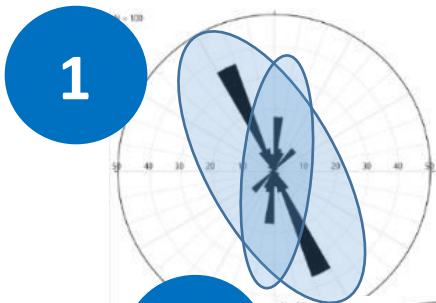
Quelques affleurements clés

Les orientations (par rapport au Nord) des failles/fractures principales mesurées sur les sites sont :



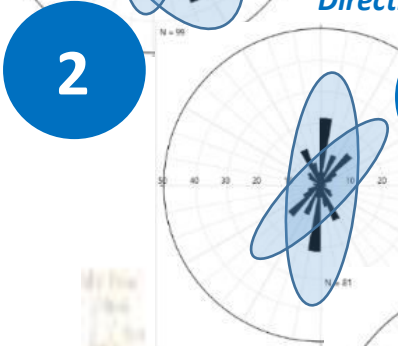
Faille fortement inclinée avec un pitch de 15° sur le N150 à 90° sur le NS (?)

Direction de premier ordre



- N150 (Nord-Ouest/Sud-Est),
- NS (Nord/Sud)
- et N045 (Nord-Est/Sud-Ouest).

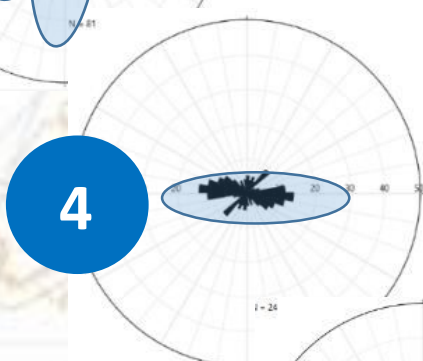
Direction second ordre



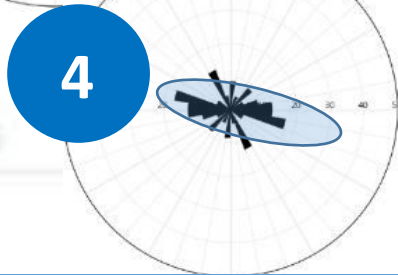
Une direction secondaire est autour de : L'EW (Est-Ouest).



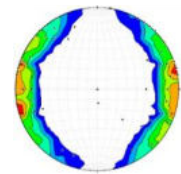
Direction troisième ordre



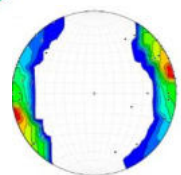
Direction quatrième ordre



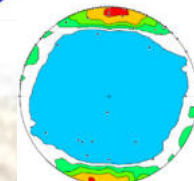
Plan moyen N144 65 et 85°E ou O



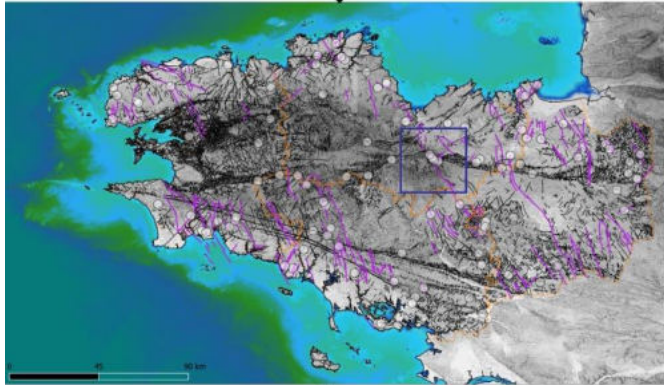
Plan moyen N024 55 et 85°E ou O



Plan moyen N095 20 et 85°E ou O

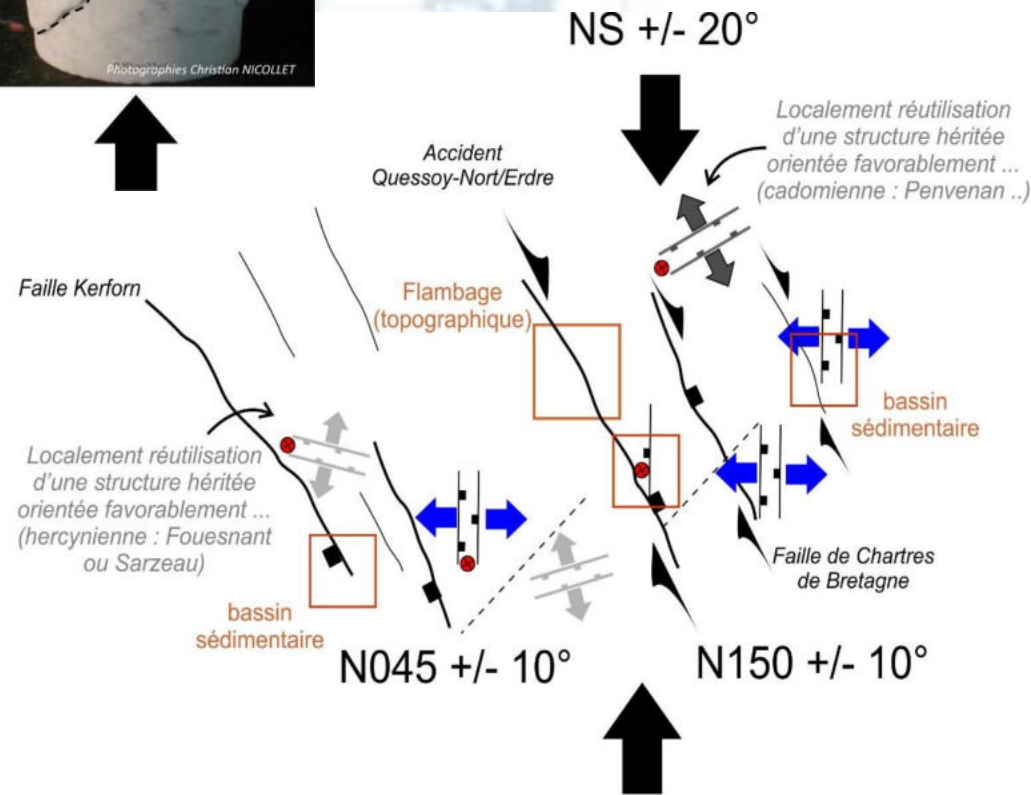


Les pendages (c'est-à-dire l'inclinaison des failles/fractures) sont assez abrupts ...
Avec une orientation soit Est (E) soit Ouest (O) de 65 à 85°.



Un modèle tectonique que l'on reconnaît sur quasi la totalité des sites, avec comme directions préférentielles le $N150^\circ \pm 20^\circ$, le $NS \pm 20^\circ$ et le $N045 \pm 20^\circ$.
Une direction secondaire, celle EW parfois réutilisée.

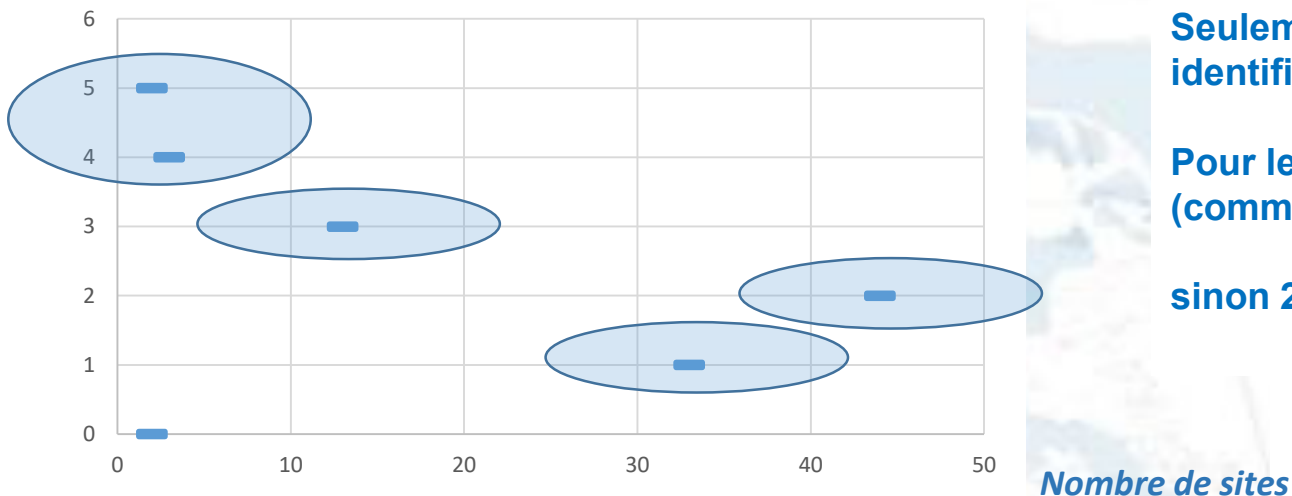
Modèle tectonique établi dans ANAFORE (Schroëtter et al., 2020) interprétatif de la création des structures tectoniques post hercyniennes : Flambage du massif armoricain avec localement des hauts topographiques et plusieurs surfaces d'altération et des bassins sédimentaires.



Explication du modèle tectonique de déformation de la Bretagne : Sous la poussée pyrénéenne Nord-Sud, flambage de la péninsule bretonne et création de reliefs positifs (où on observe plusieurs profils d'altération) et de reliefs négatifs (les bassins tertiaires).

Qu'est ce qui fait circuler l'eau souterraine sur ces 100 forages ?

Nombre de surfaces d'altération



Seulement sur 2 sites la surface d'altération n'a pas été identifiée

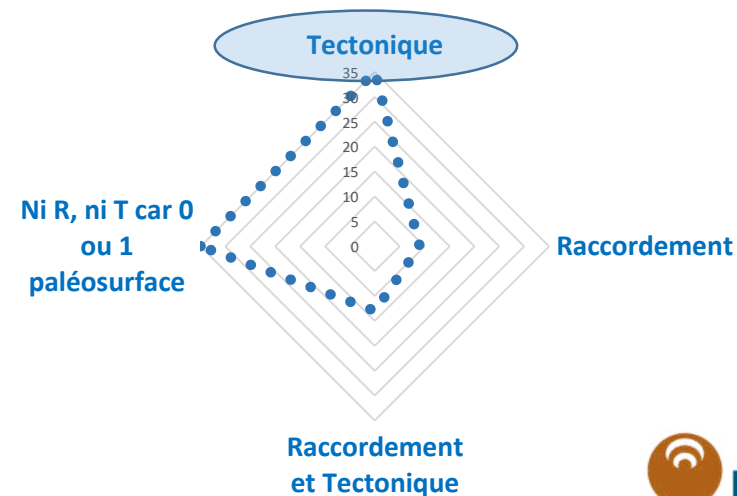
Pour le reste des sites, la grande majorité a au moins 1 (comme sur le profil théorique de R. Wyns 1998),

sinon 2, 3, 4 jusqu'à 5 surfaces d'altération.

Les relations entre ces surfaces d'altération sont de plusieurs types :

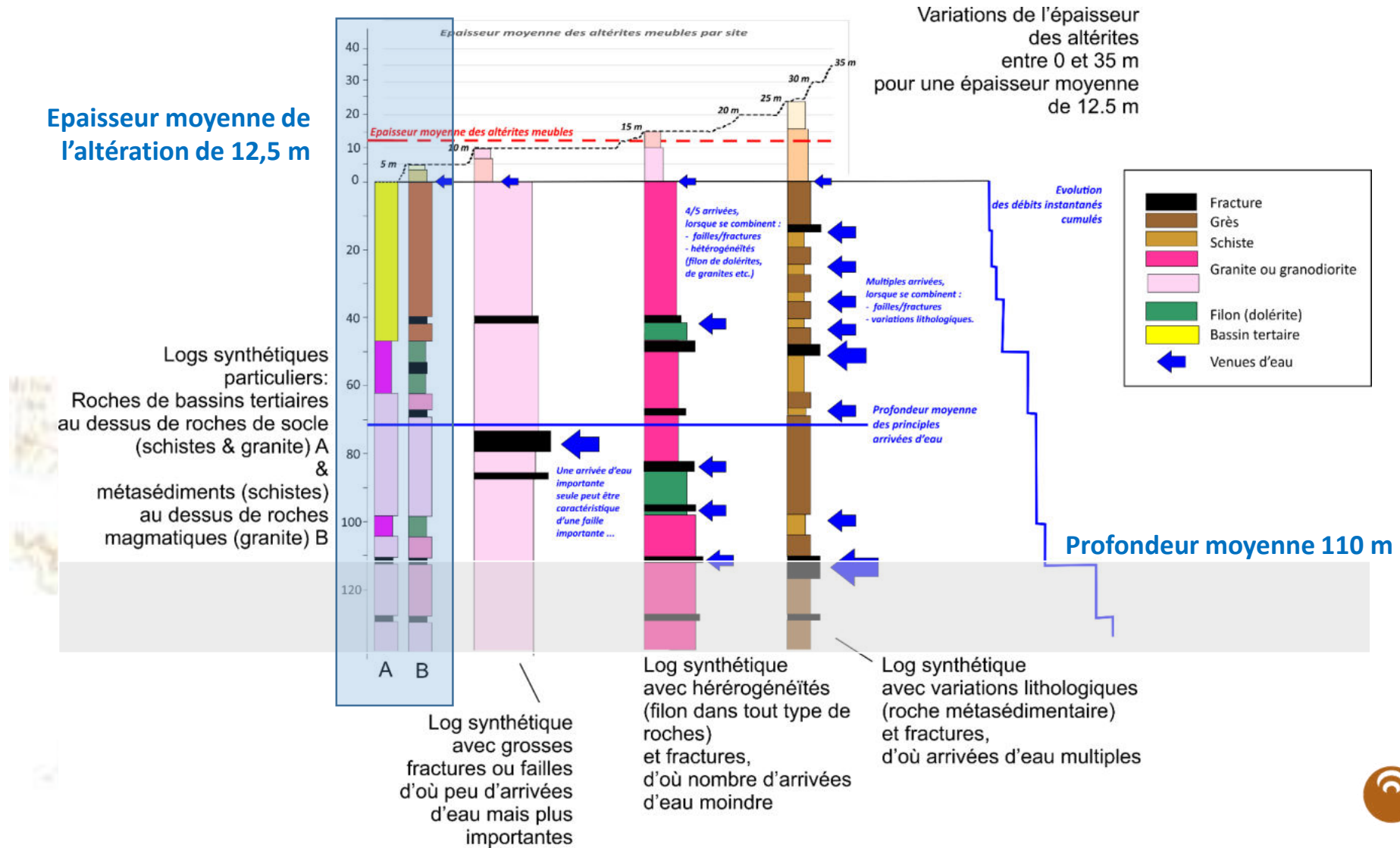
- soit tectonique (T; majoritairement),
- soit pas talus de raccordement (R; pas de relation par faille),
- Ou bien mixte entre en tectonique et raccordement,
- et enfin (A) ne s'applique pas car il n'y a qu'une seule surface.

Relation entre les différentes surfaces d'altération

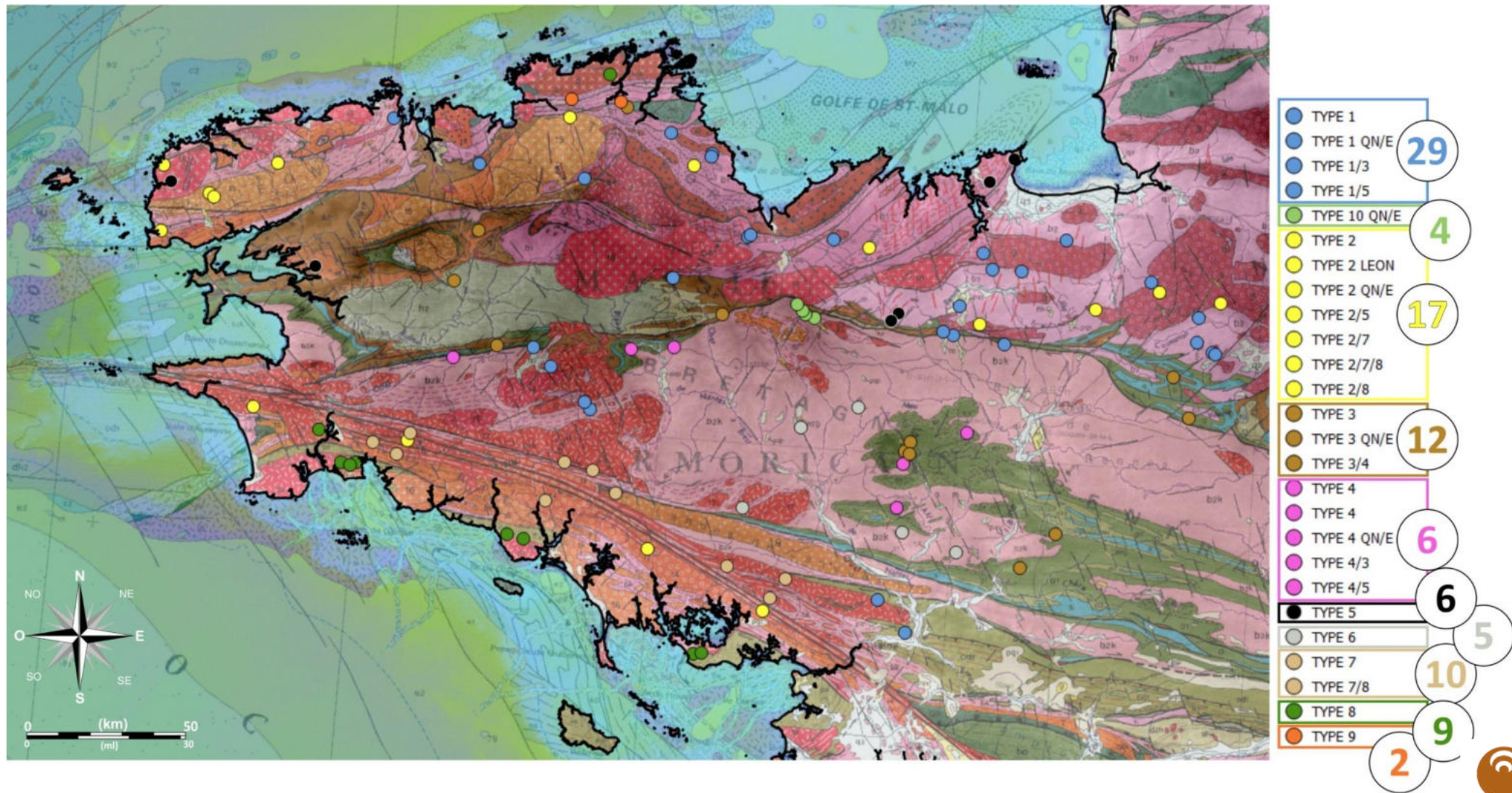


Ceci permet de dresser plusieurs portraits robots !

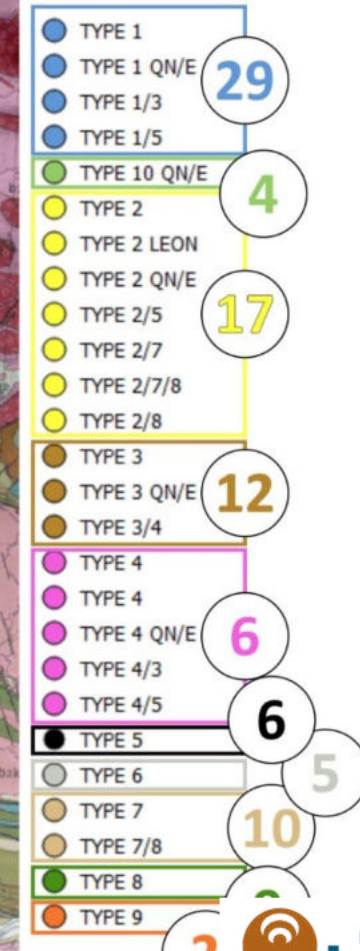
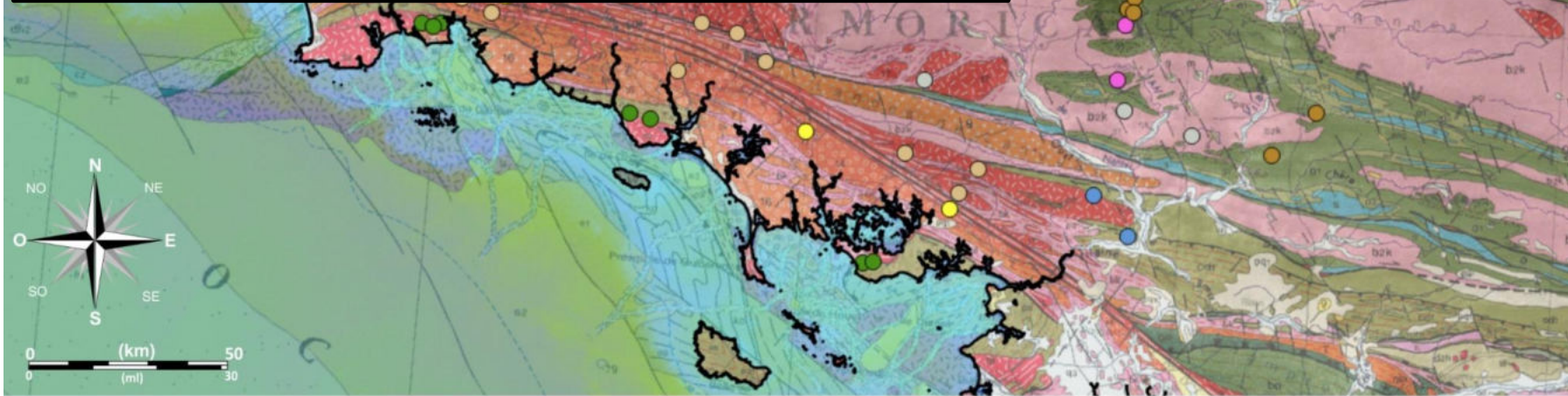
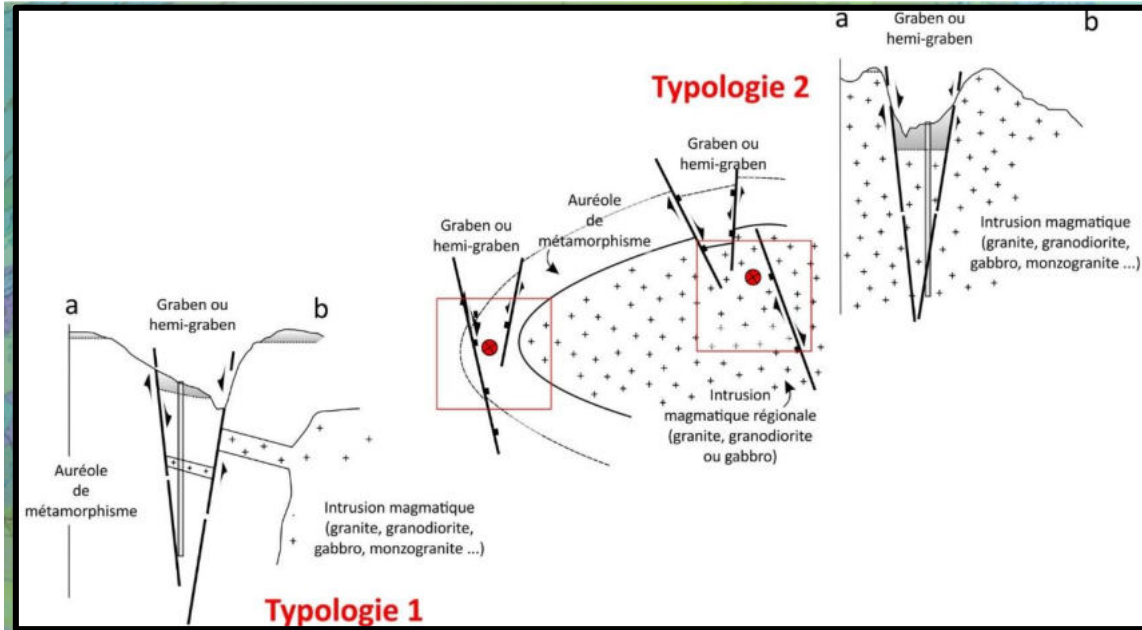
Epaisseur moyenne de l'altération de 12,5 m



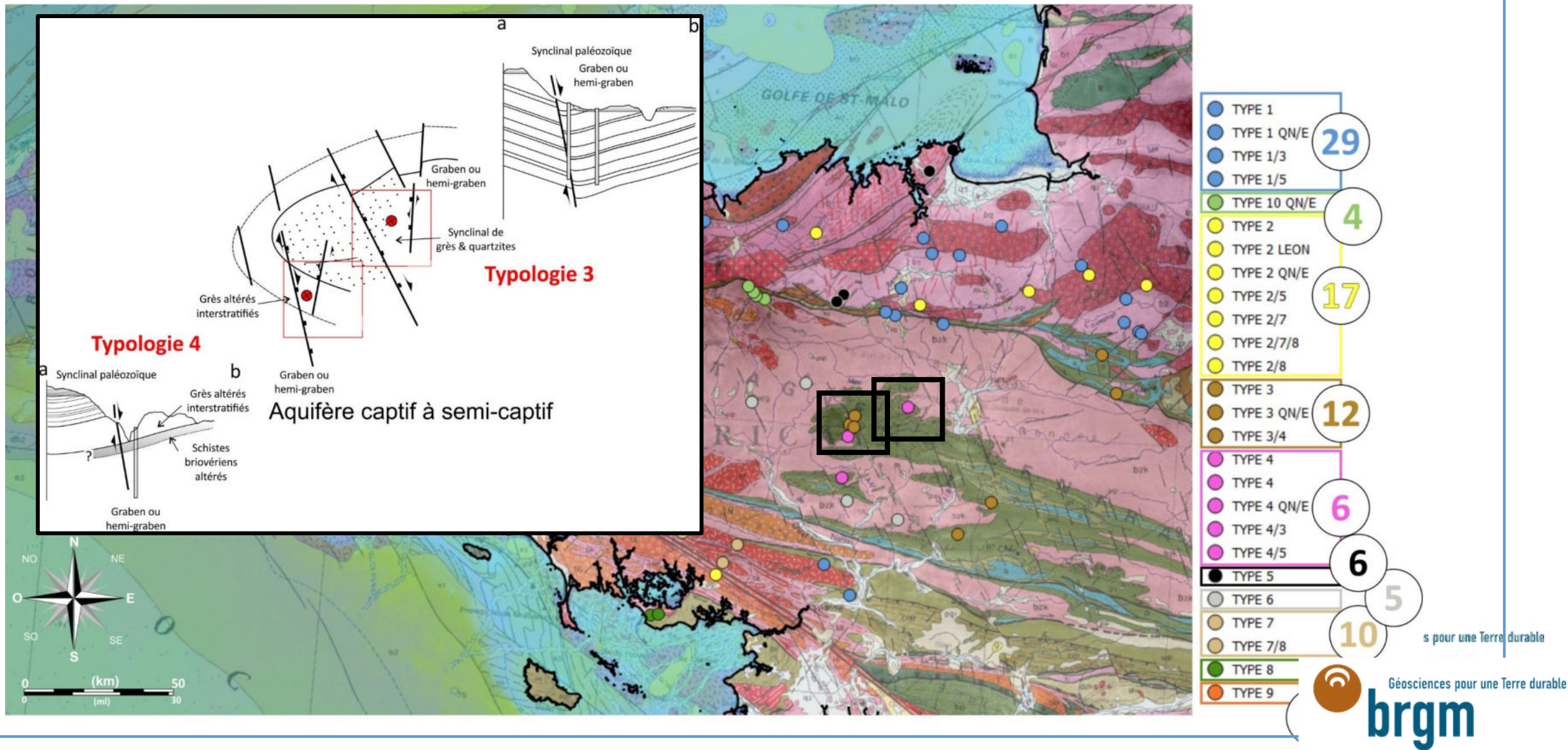
L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.



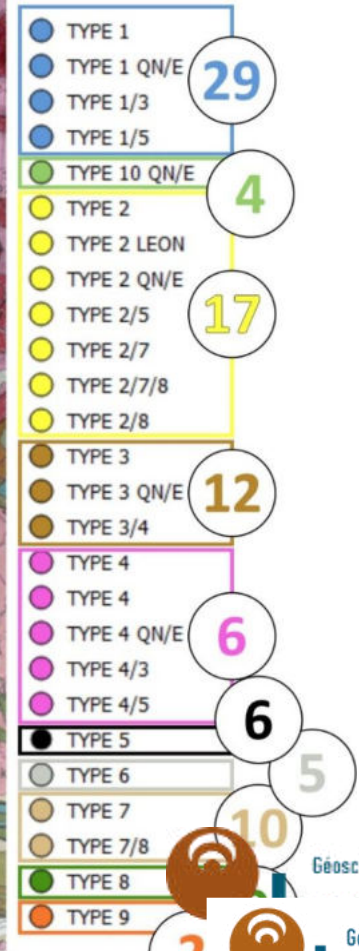
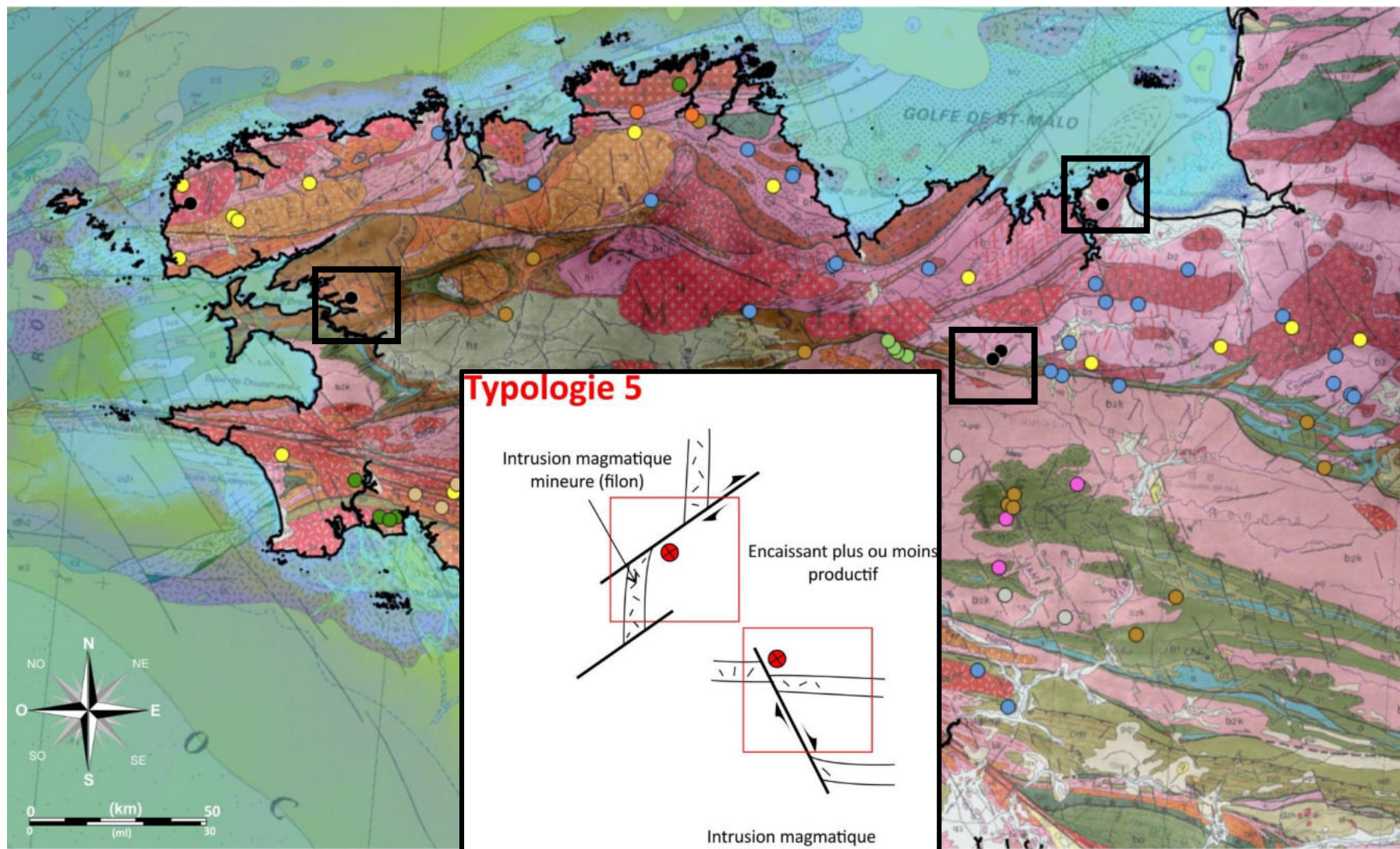
L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.



L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.



L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.

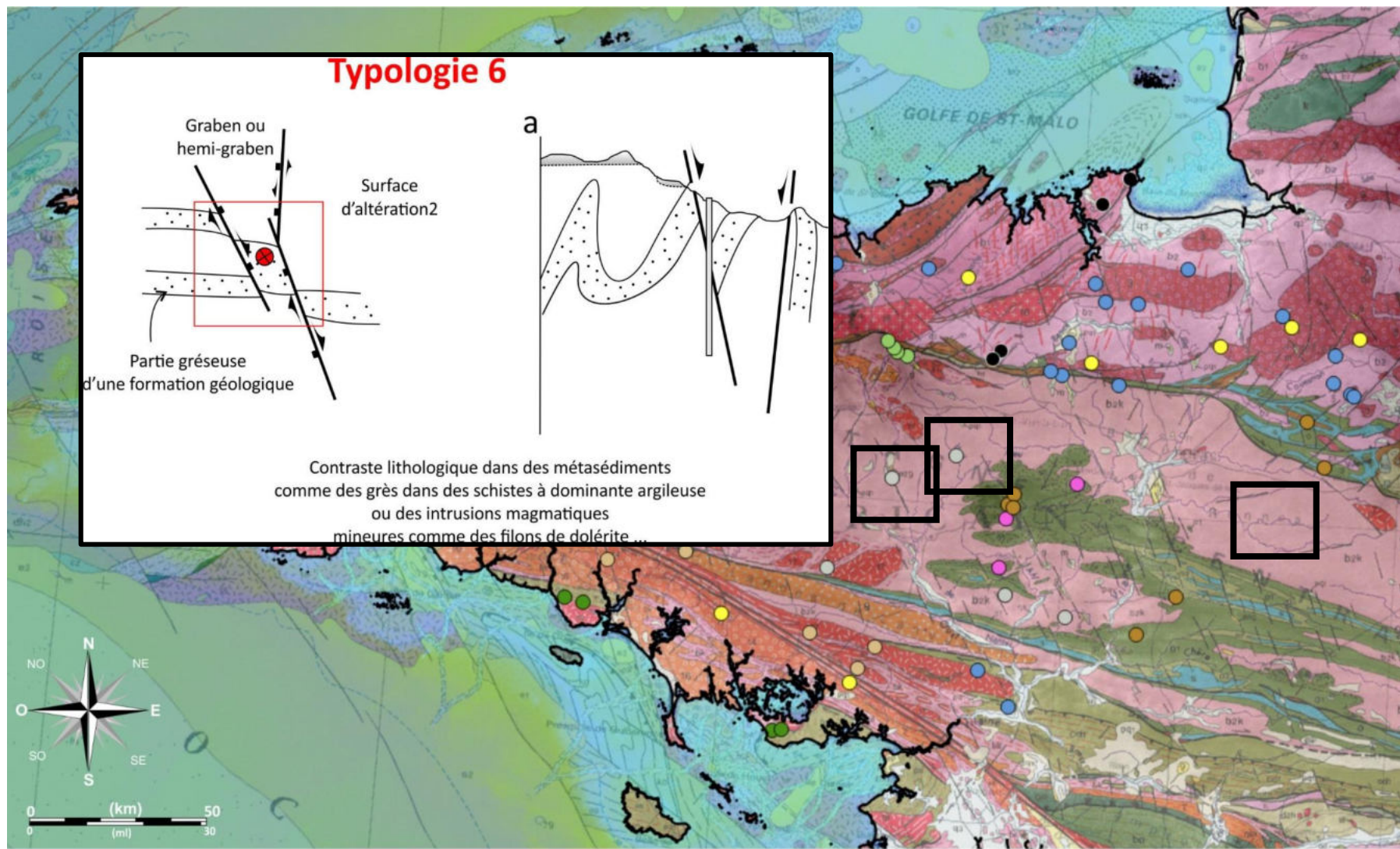


Géosciences pour une Terre durable

Géosciences pour une Terre durable



L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.



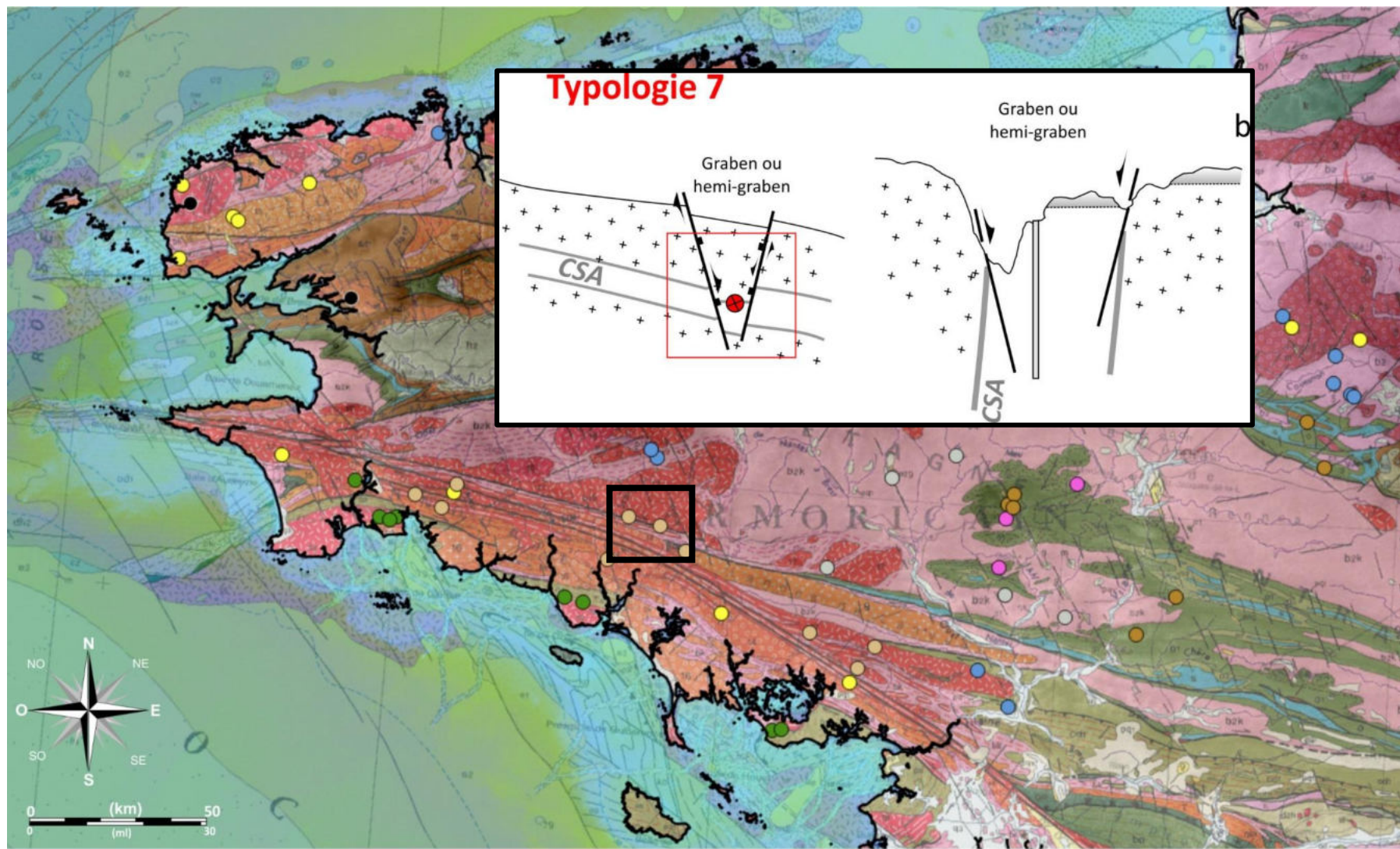
- TYPE 1
 - TYPE 1 QN/E
 - TYPE 1/3
 - TYPE 1/5
 - TYPE 10 QN/E
 - TYPE 2
 - TYPE 2 LEON
 - TYPE 2 QN/E
 - TYPE 2/5
 - TYPE 2/7
 - TYPE 2/7/8
 - TYPE 2/8
 - TYPE 3
 - TYPE 3 QN/E
 - TYPE 3/4
 - TYPE 4
 - TYPE 4
 - TYPE 4 QN/E
 - TYPE 4/3
 - TYPE 4/5
 - TYPE 5
 - TYPE 6
 - TYPE 7
 - TYPE 7/8
 - TYPE 8
 - TYPE 9
- 29
- 4
- 17
- 12
- 6
- 6
- 5
- 10
- 2

Géosciences pour une Terre durable

Géosciences pour une Terre durable



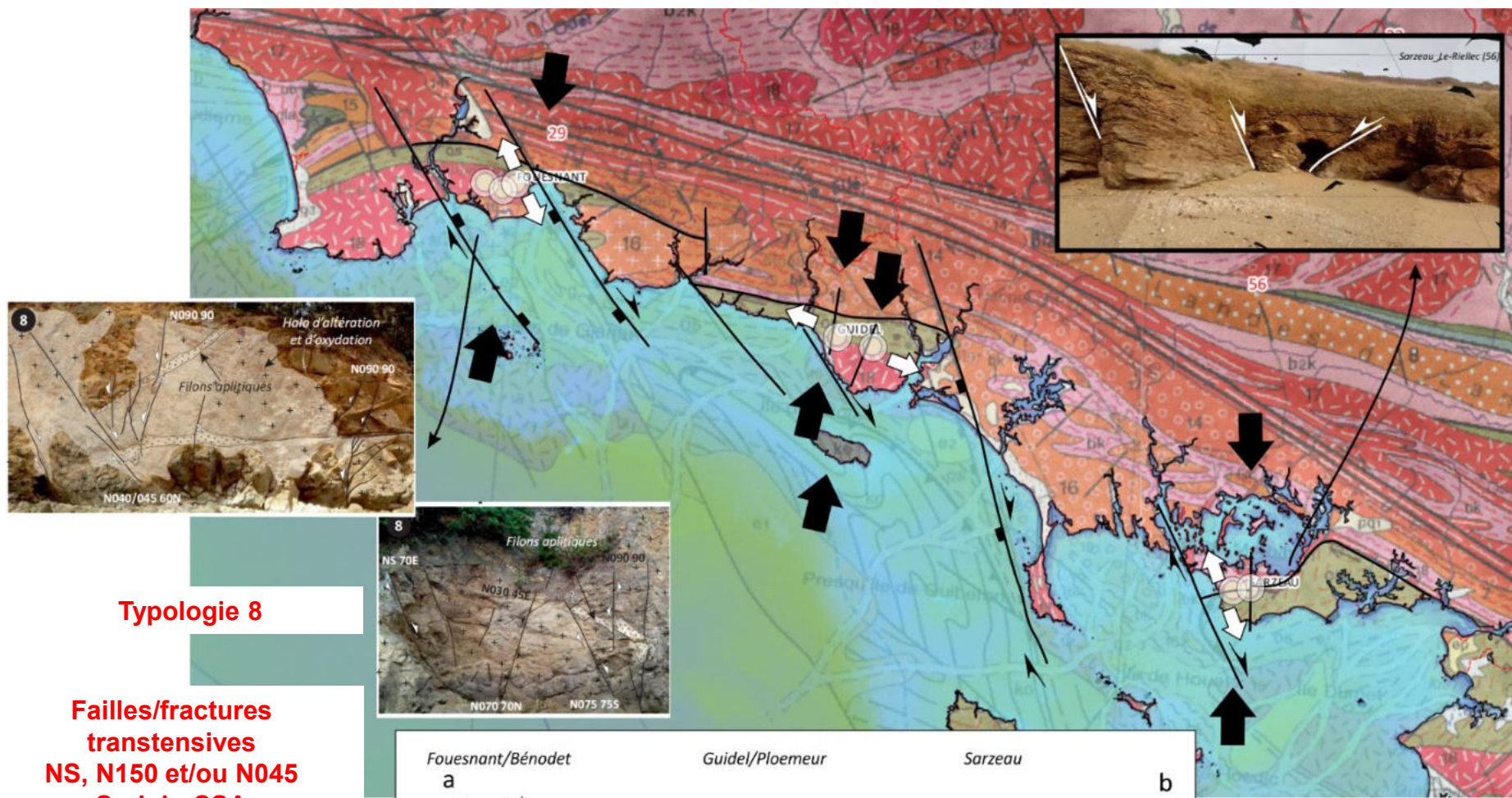
L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.



Géosciences pour une Terre durable

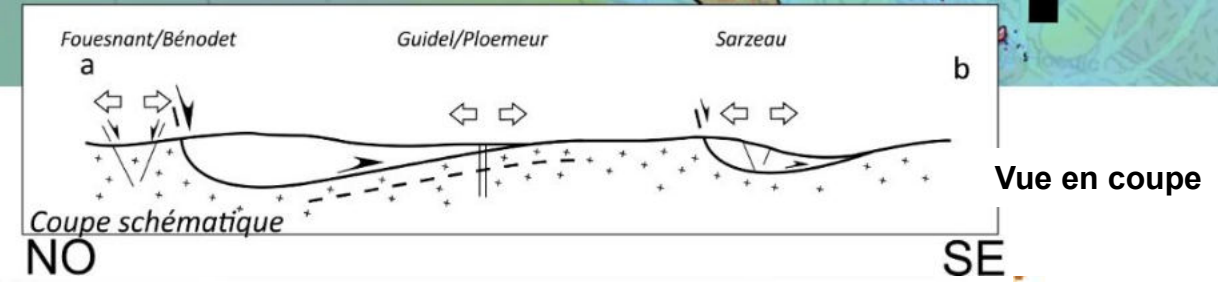
Géosciences pour une Terre durable

brgm



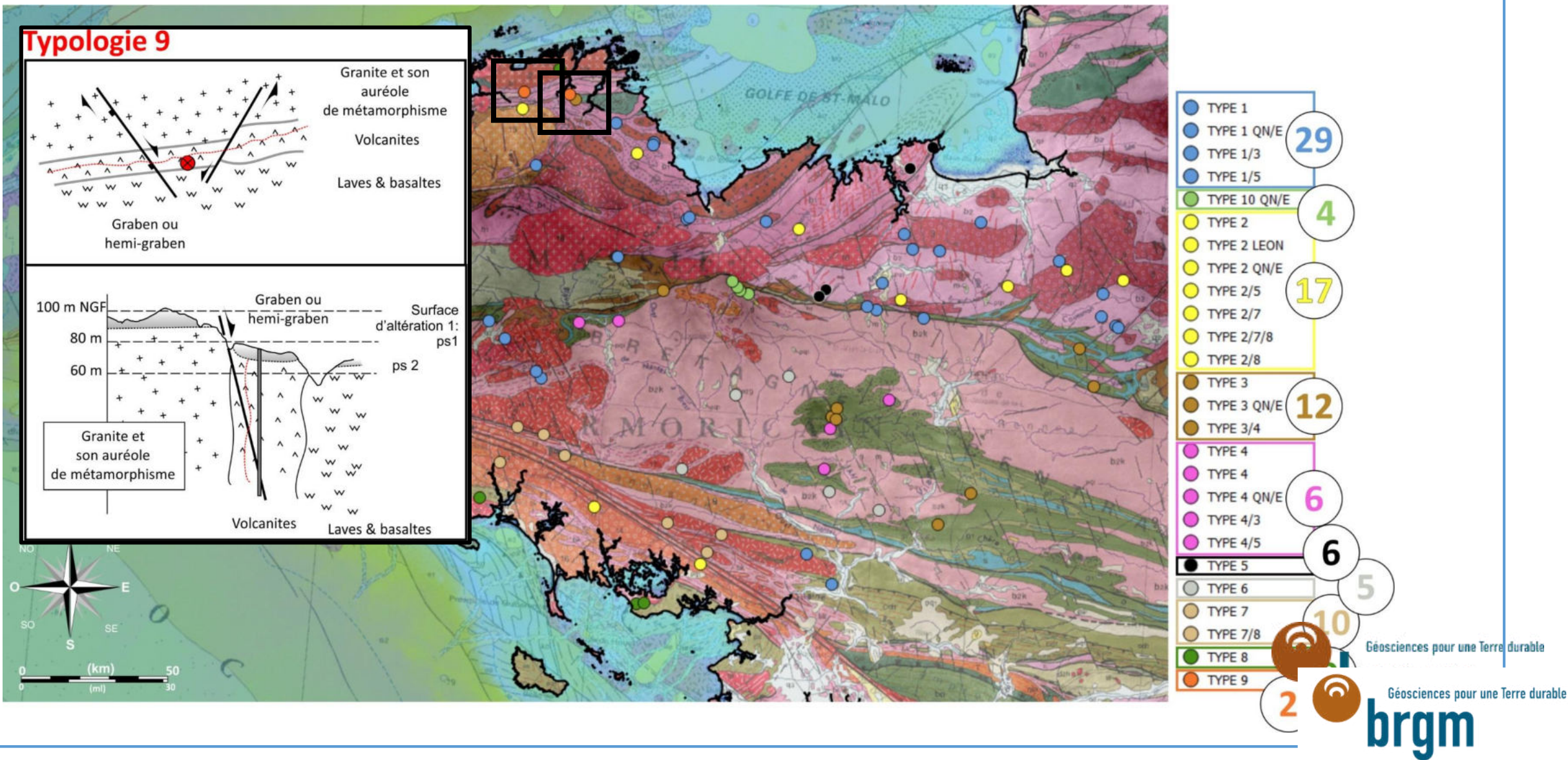
Typologie 8

Failles/fractures transtensives NS, N150 et/ou N045 au Sud du CSA ou structures satellites ou réutilisant une structure ancienne

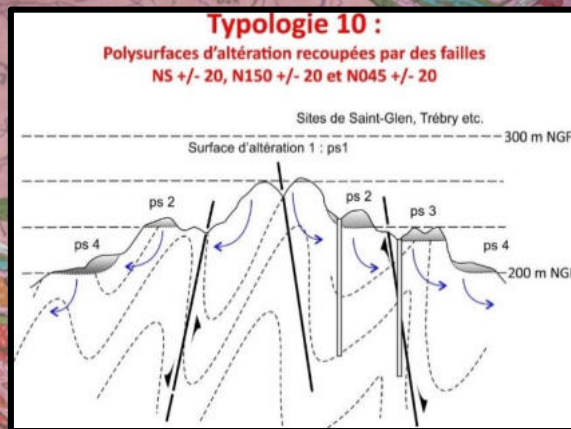
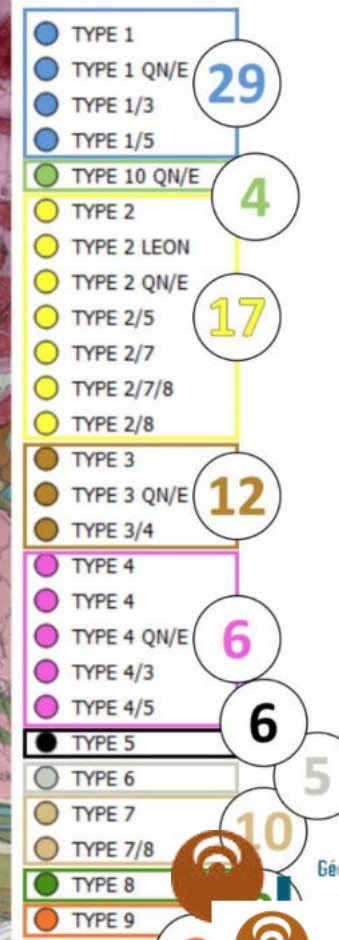
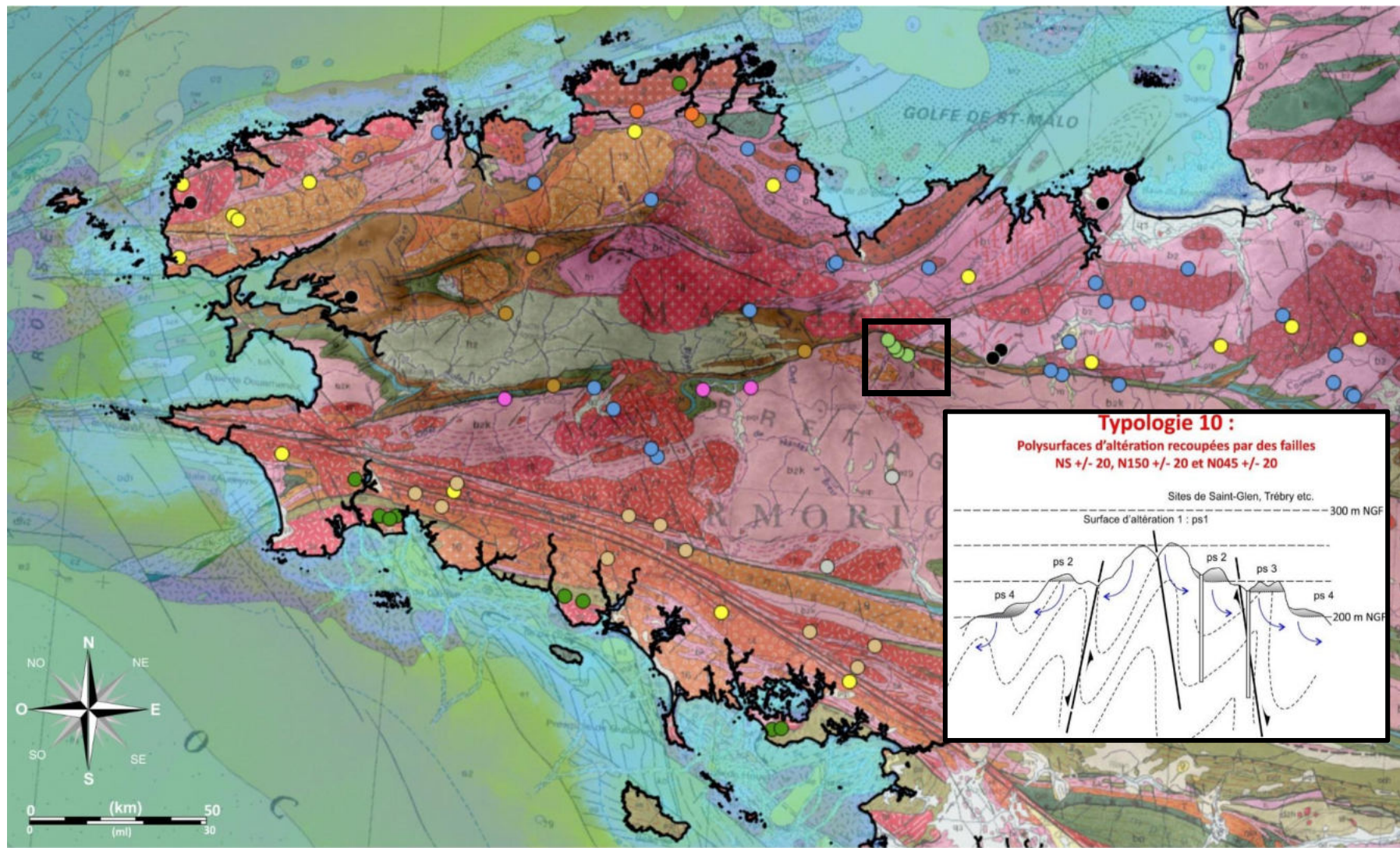


Quelques typologies ...

L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.



L'ensemble des 100 forages peuvent être regroupés dans **10 typologies ou contextes géologiques** dans lesquels les failles/fractures ont un rôle déterminant, associées à l'altération des roches.



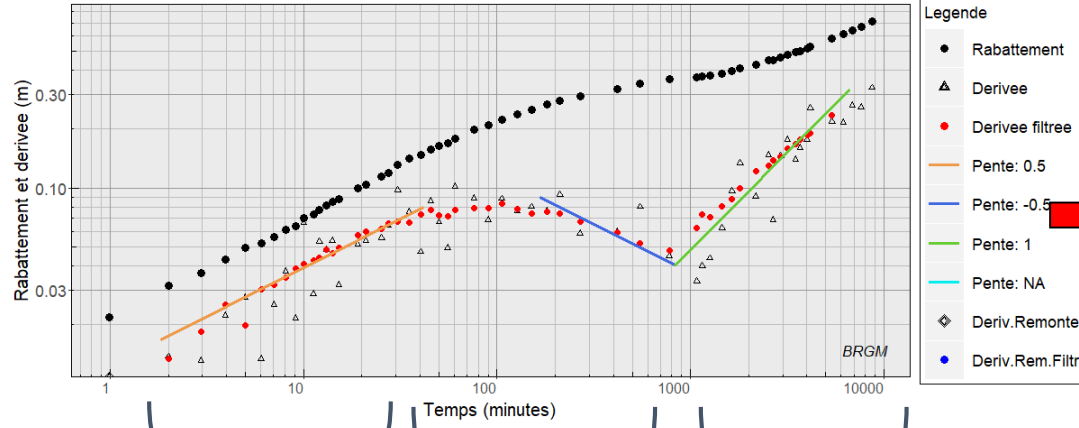
Géosciences pour une Terre durable

Géosciences pour une Terre durable



Analyse d'essais de pompage

PIPRIAC_Le_Meneu_(35) : Diagnostic - LOG-LOG

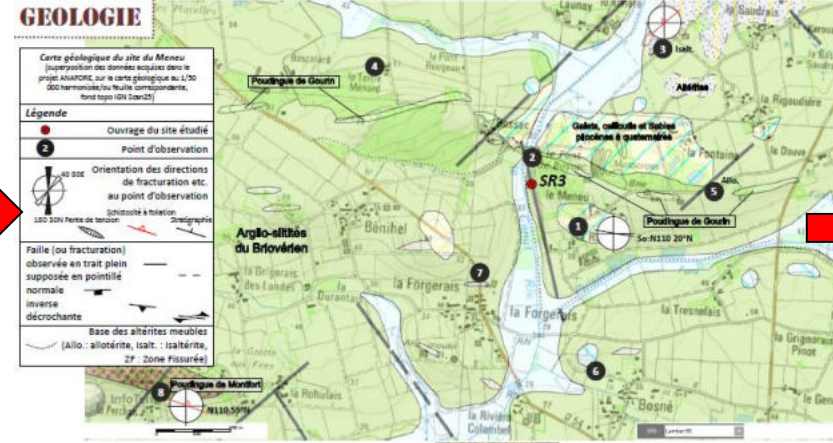


Comportement au puits

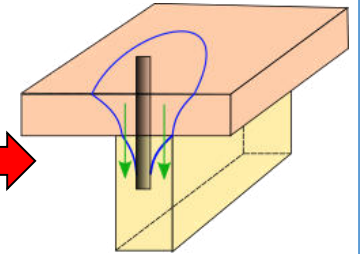
Comportement aquifère

Limites

Lien avec la géologie

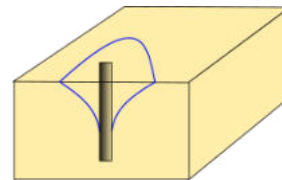


Typologie

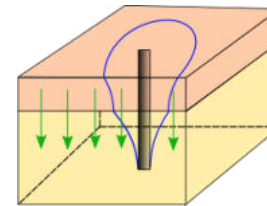


F-D-4L

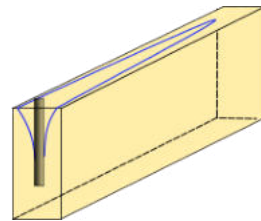
Failles & compartiments



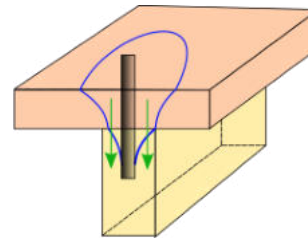
Radial Homogène



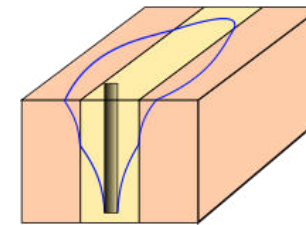
Radial + drainance



Faille ou corridor



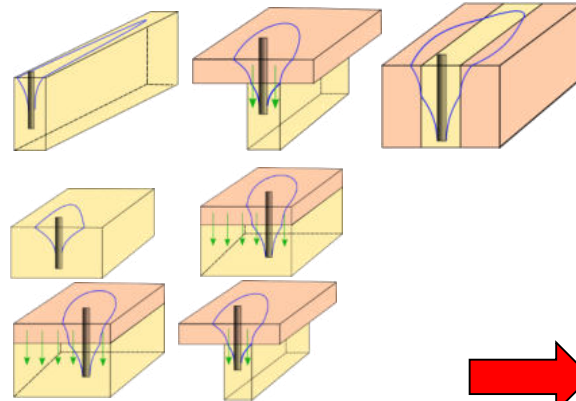
Faille + drainance



Compartimentation

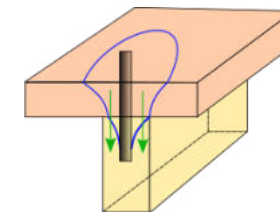
Sites	Nombre	% des sites analysés
F	10	14.3
F-D	21	30.0
F-R	12	17.1
R	10	14.3
R-D	10	14.3
D	4	5.7
D-R	3	4.3
N.A	30	
Total	100	

F : faille
 R : radial
 D : drainance



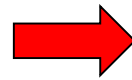
Sites	Nombre	% des sites analysés
Fxx	43	61.4
Dxx	38	54.3
Rxx	35	50.0

Variabilité des situations
F-D cas le plus représenté
Pas de typologie / fonctionnement clairement marqué



Débits critique des ouvrages (m3/h)		
Type	Moyenne	Medianne
F	43.1	28.5
F-R	36.7	29.4
F-D	32.2	35.0
R	19.4	16.3
R-D	22.7	13.9
D	23.9	13.0
D-R	10.0	10.0
Total	22.9	15.5
Fxx	36.1	30.0
Dxx	25.5	16.0
Rxx	27.1	19.9

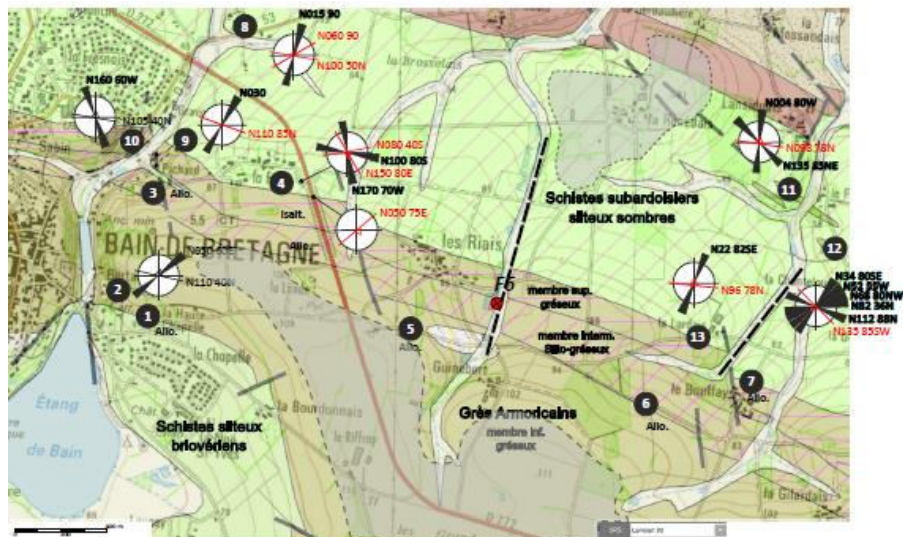
14 des 15 sites les plus productifs



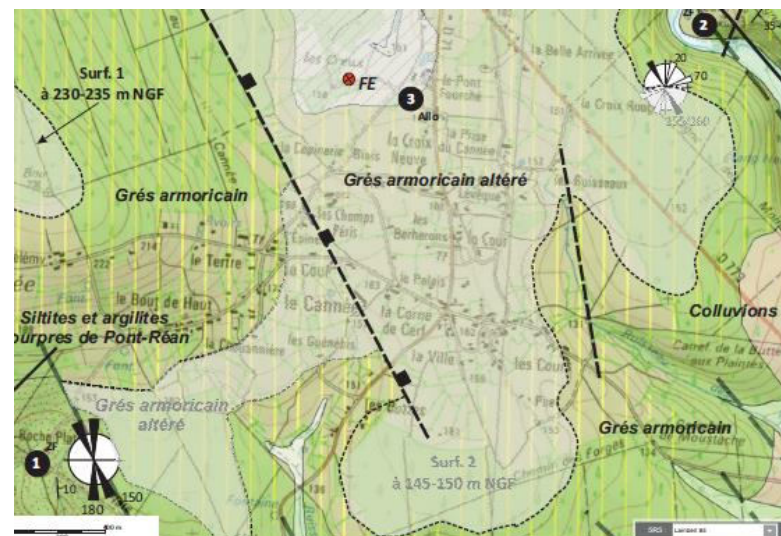
Importance des failles ou écoulements linéaires sur les forages les plus productifs

F : faille
R : radial
D : drainance

Structure des systèmes - drainage



Alluvions (17 cas) ou à proximité d'alluvions (8 cas)

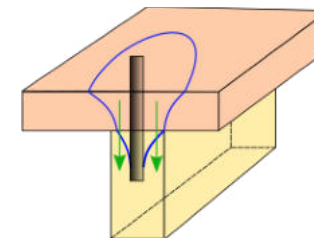


Profils d'altérations (13 cas)

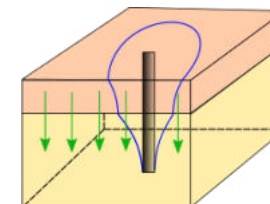


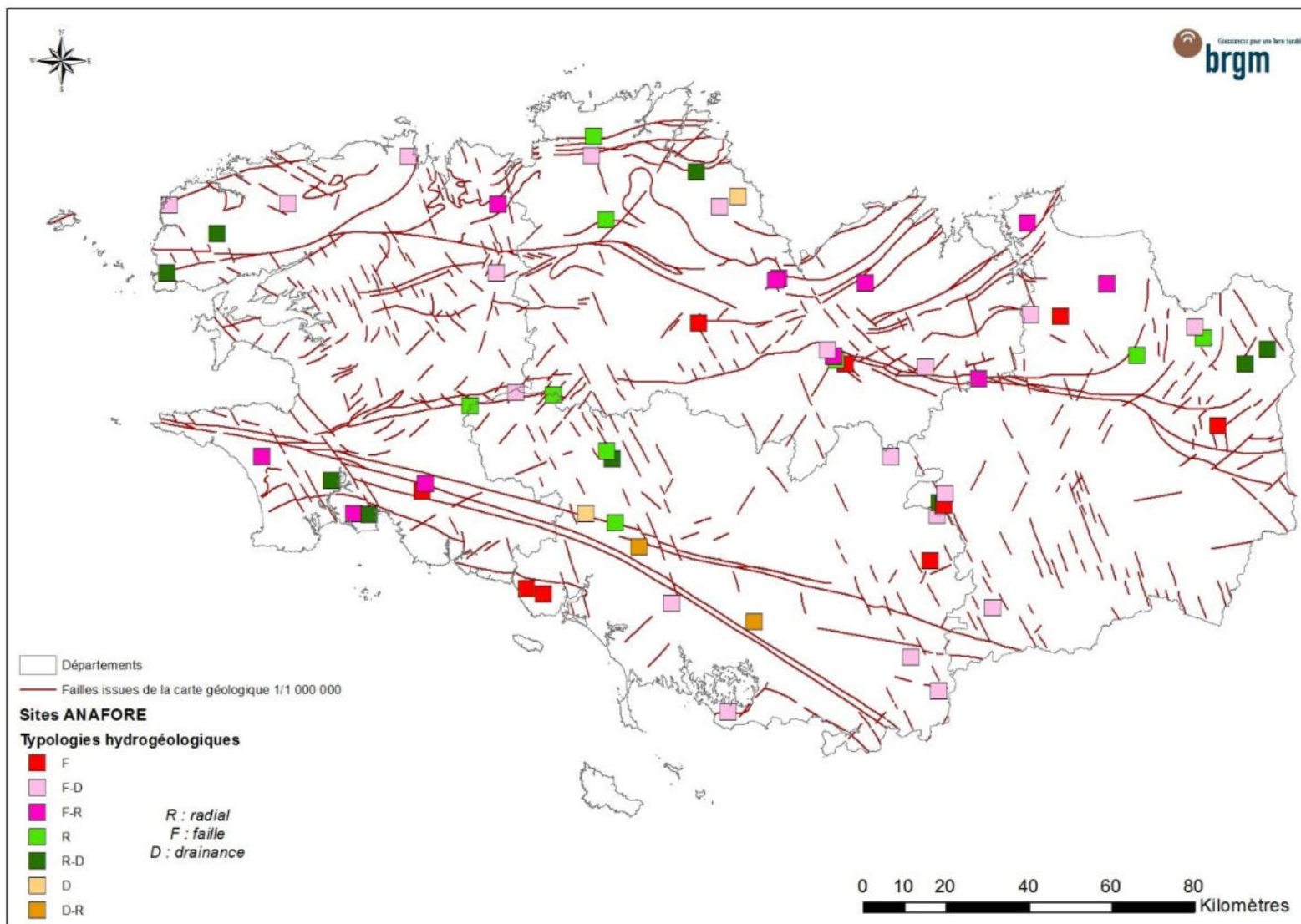
Importance des alluvions
Liens importants avec les rivières
Peu propice à la sécurisation

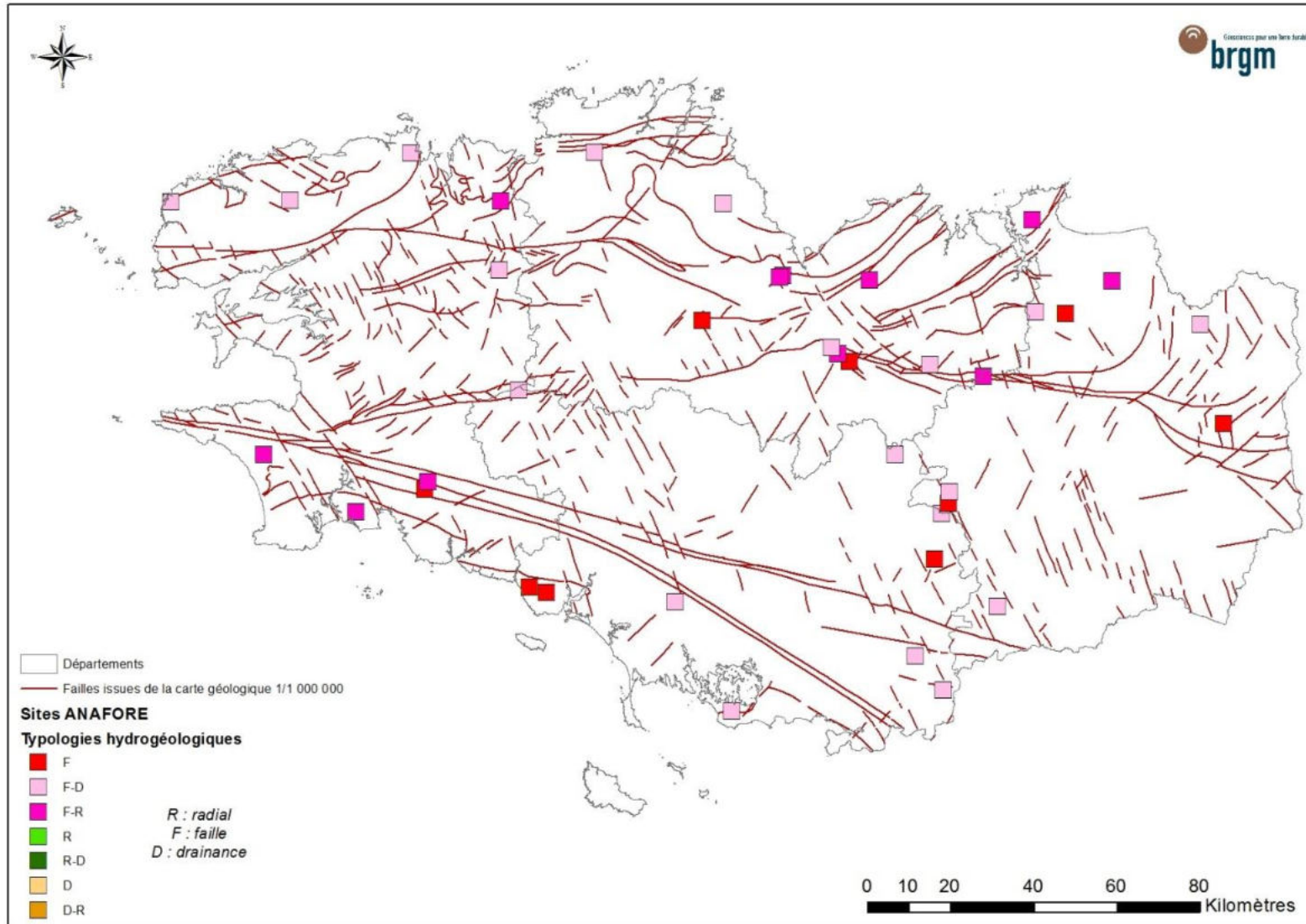
Faïlle + drainage

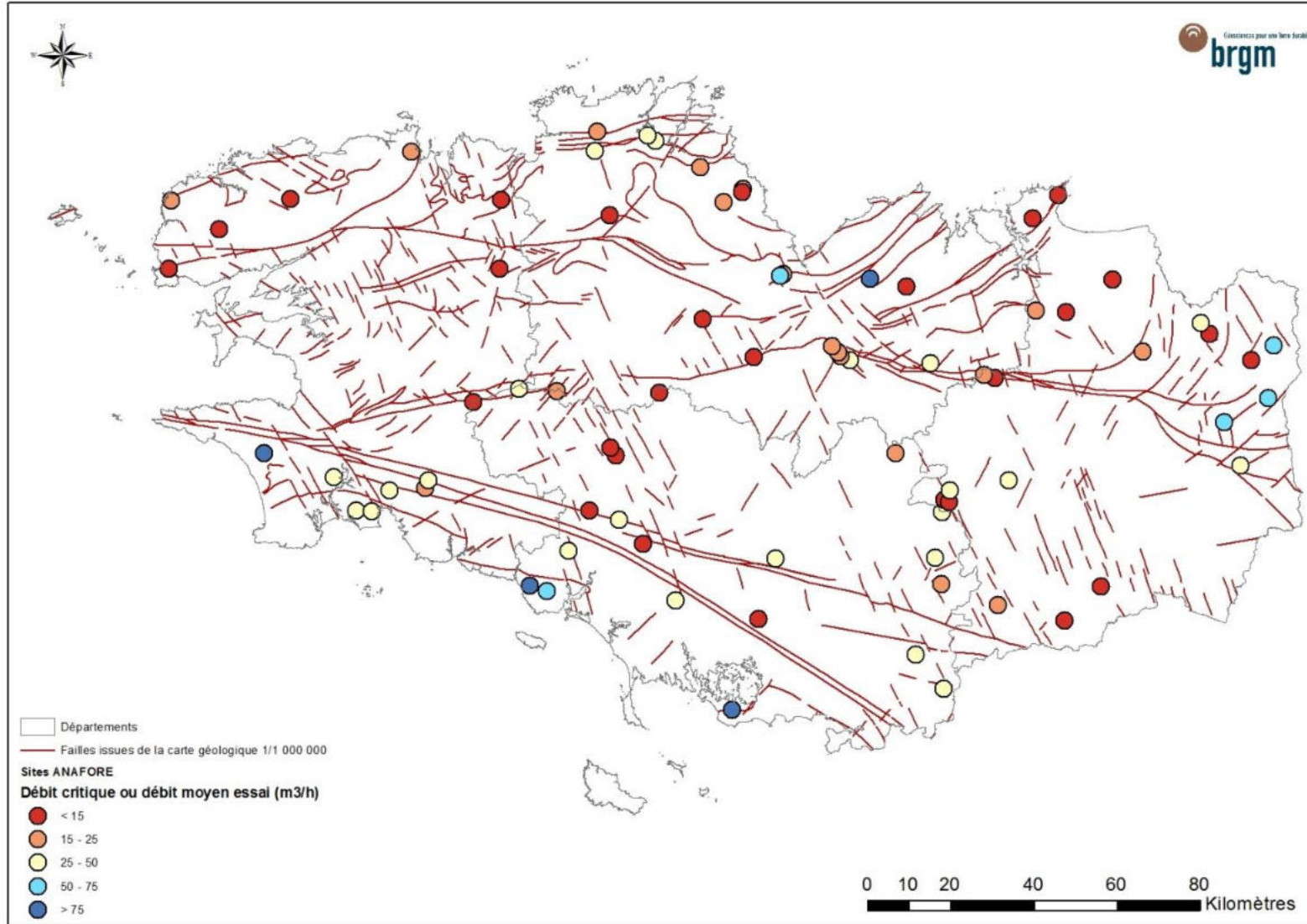


Drainance



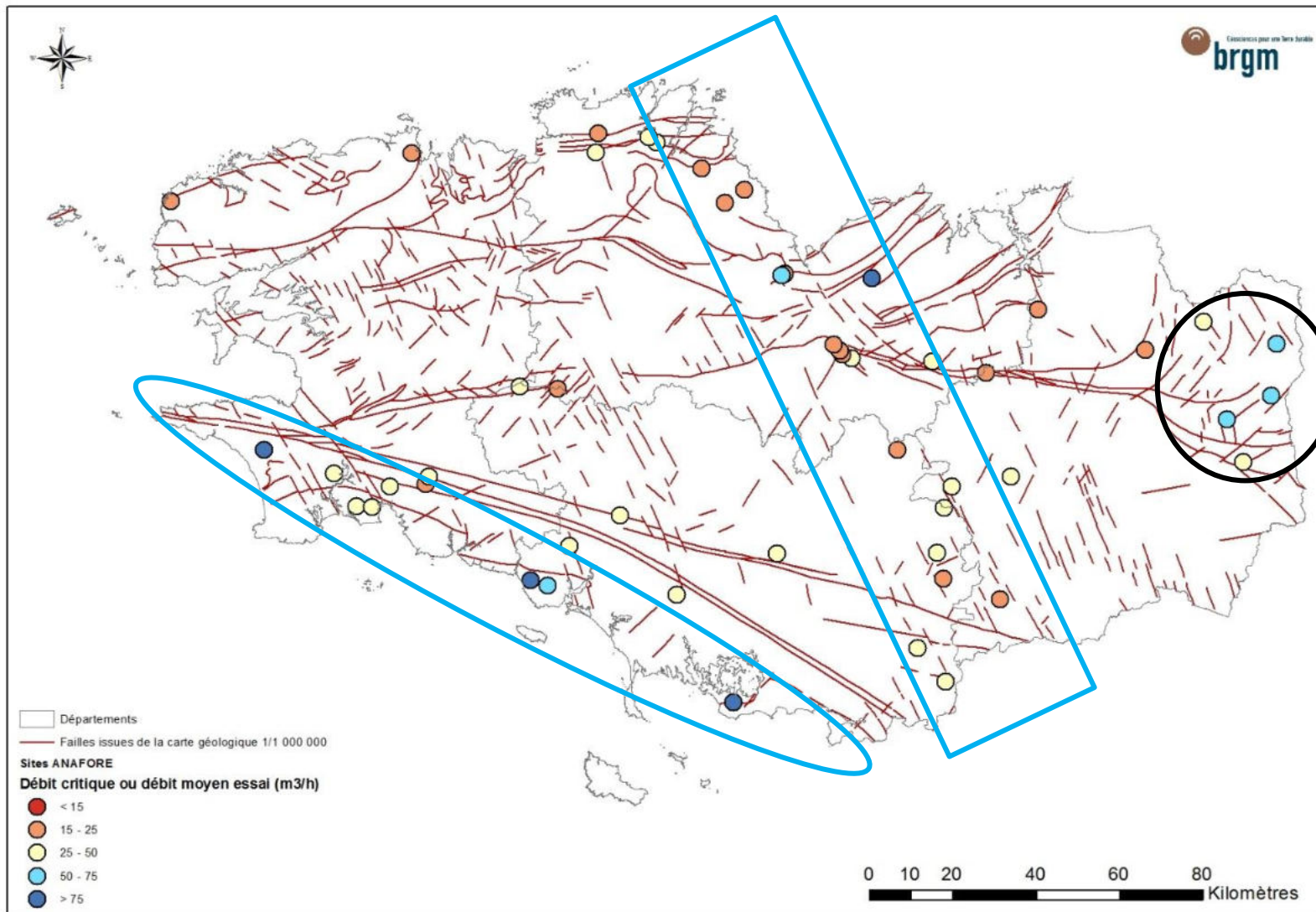






Typologies hydrogéologiques

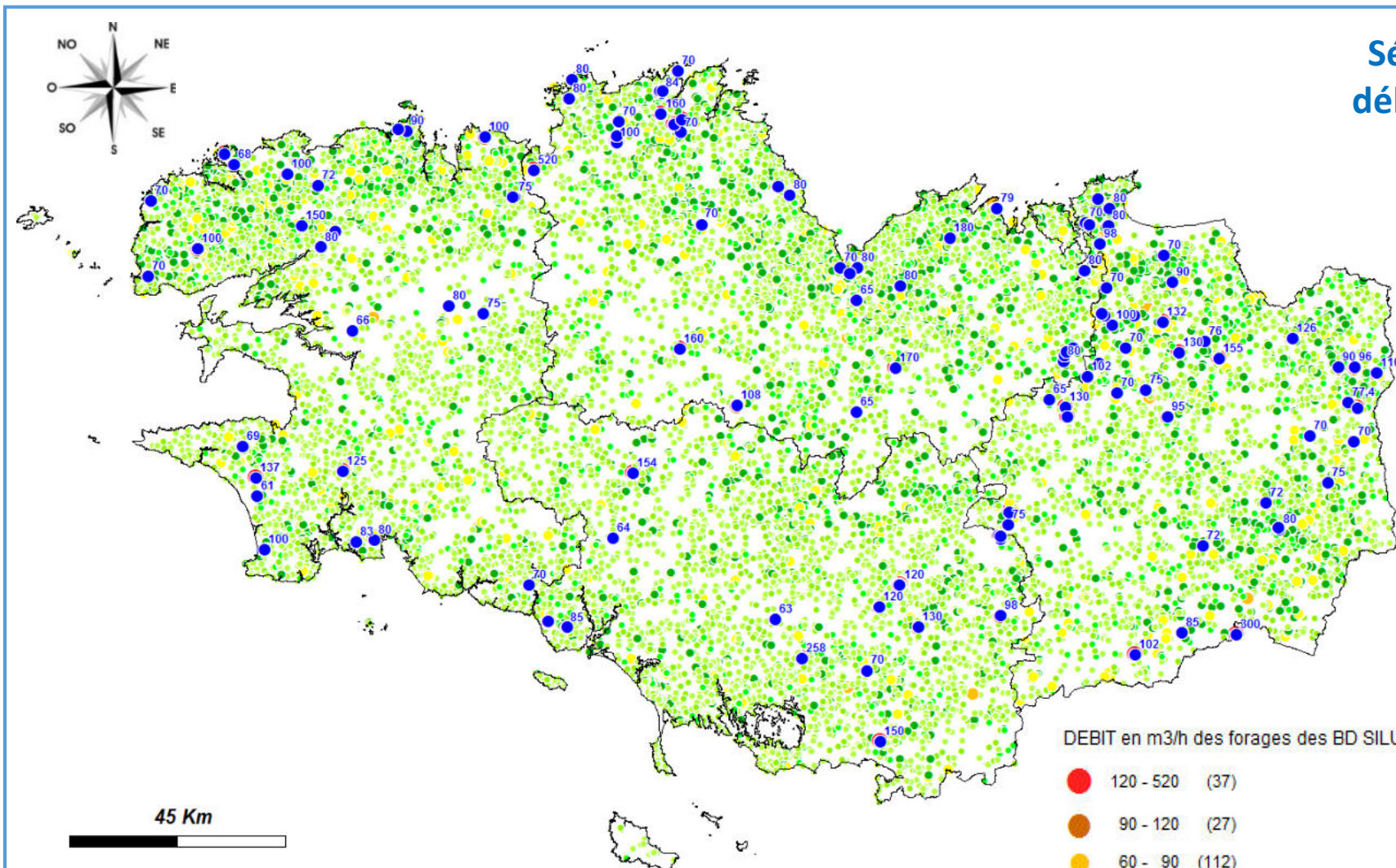
Débits critiques des forages d'ANAFORE > 15 m³/h



La cartographie des Zones Potentiellement Productrices combine :

- 1 – Toute l'analyse ANAFORE : géologique au sens large et hydrogéologique,
- 2 - Failles potentielles identifiées et validées statistiquement,
- 3 - Les roches potentiellement productrices identifiées et validées statistiquement,
- 4 - Les bassins versants dits « immédiats » de petites tailles avec un nombre plus ou moins importants de forages supérieurs à 40 m³/h,
- 5 - Les failles les plus importantes en terme de jeux tectoniques ...

Sélection des forages avec des débits instantanés supérieurs à 40 m³/h



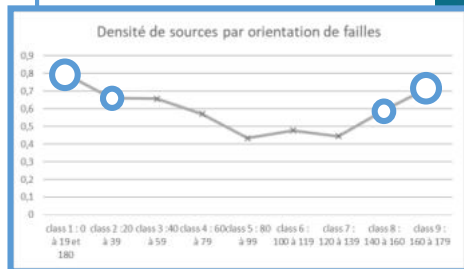
BD forages souterrains
Montage ANAFORE
(8000 forages)
+ SILURES (12 000
forages) TOTAL : 19684
forages avec débit
instantané

DEBIT en m3/h des forages des BD SILURES-ANAFORE

●	120 - 520	(37)
●	90 - 120	(27)
●	60 - 90	(112)
●	30 - 60	(774)
●	15 - 30	(2175)
●	10 - 15	(2137)
●	5 - 10	(4819)
●	0 - 5	(9603)

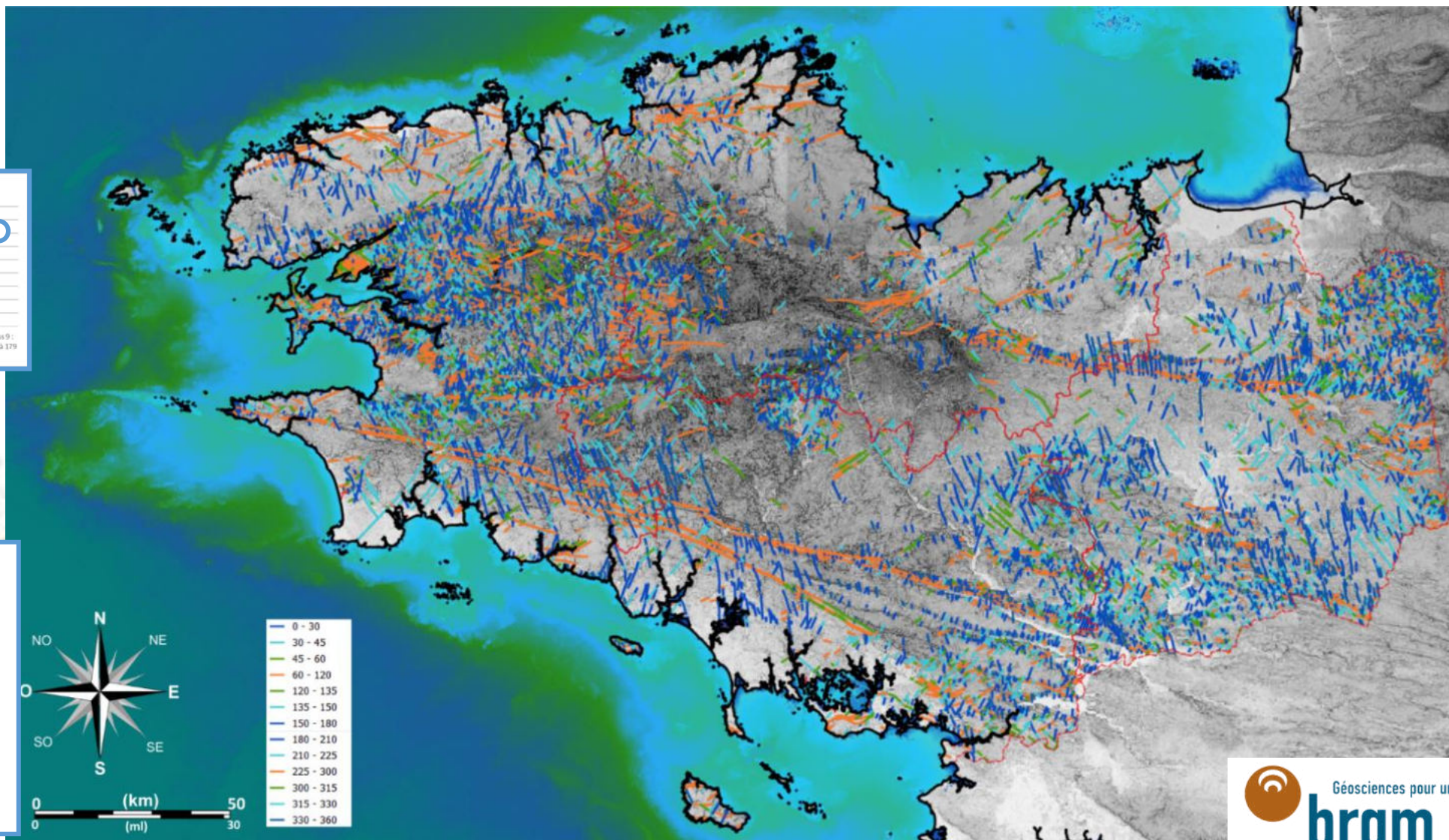
Failles des cartes géologiques au 1/50 000, classées grâce à l'analyse de terrain et à leur densité par rapport aux sources

Les densité des sources en fonction des directions des failles font ressortir clairement les orientations identifiées sur le terrain d'ANAFORE

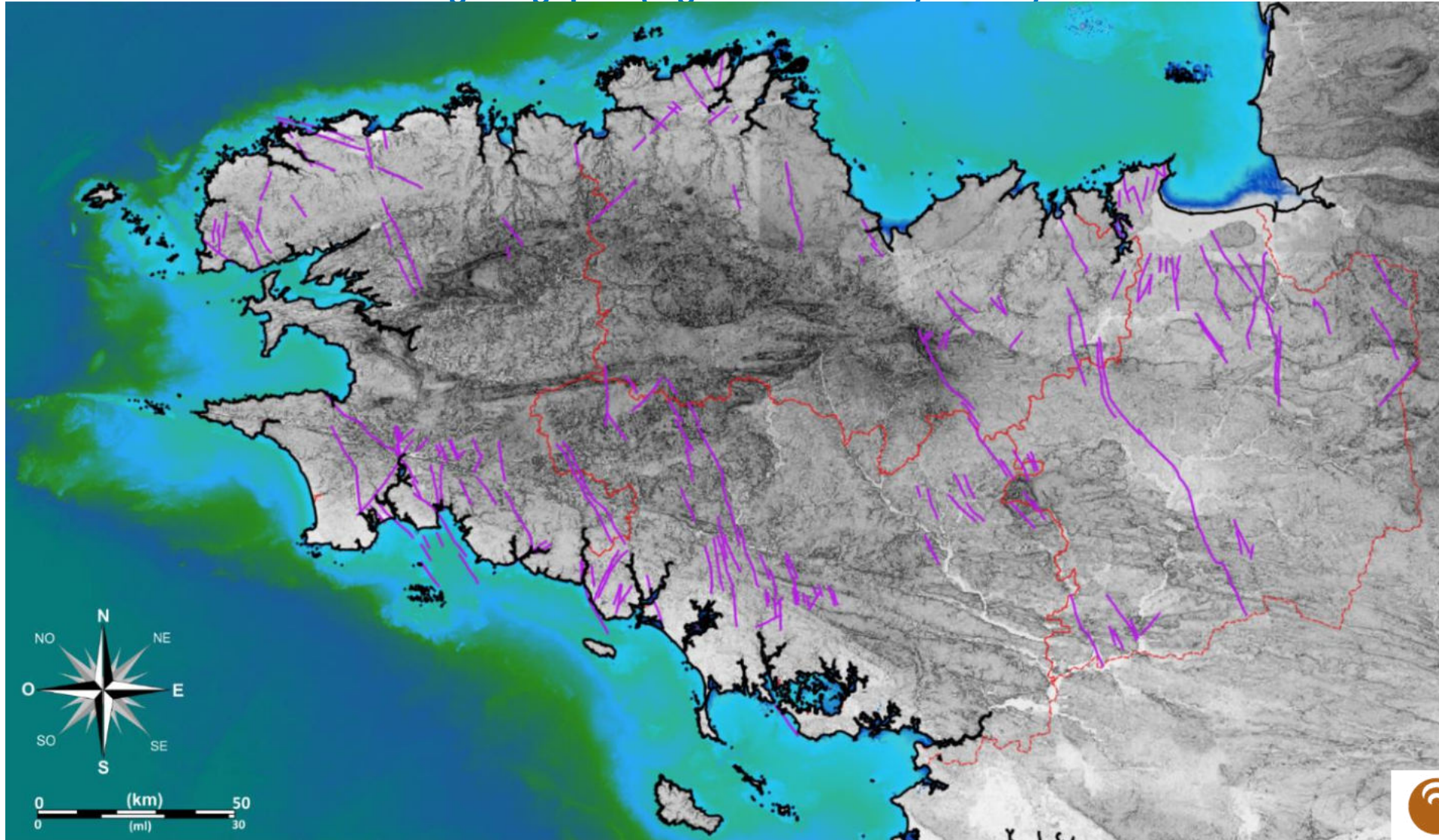


Les directions autour de la direction NS à N150° ont des densités de sources supérieures à celles EW (x2)

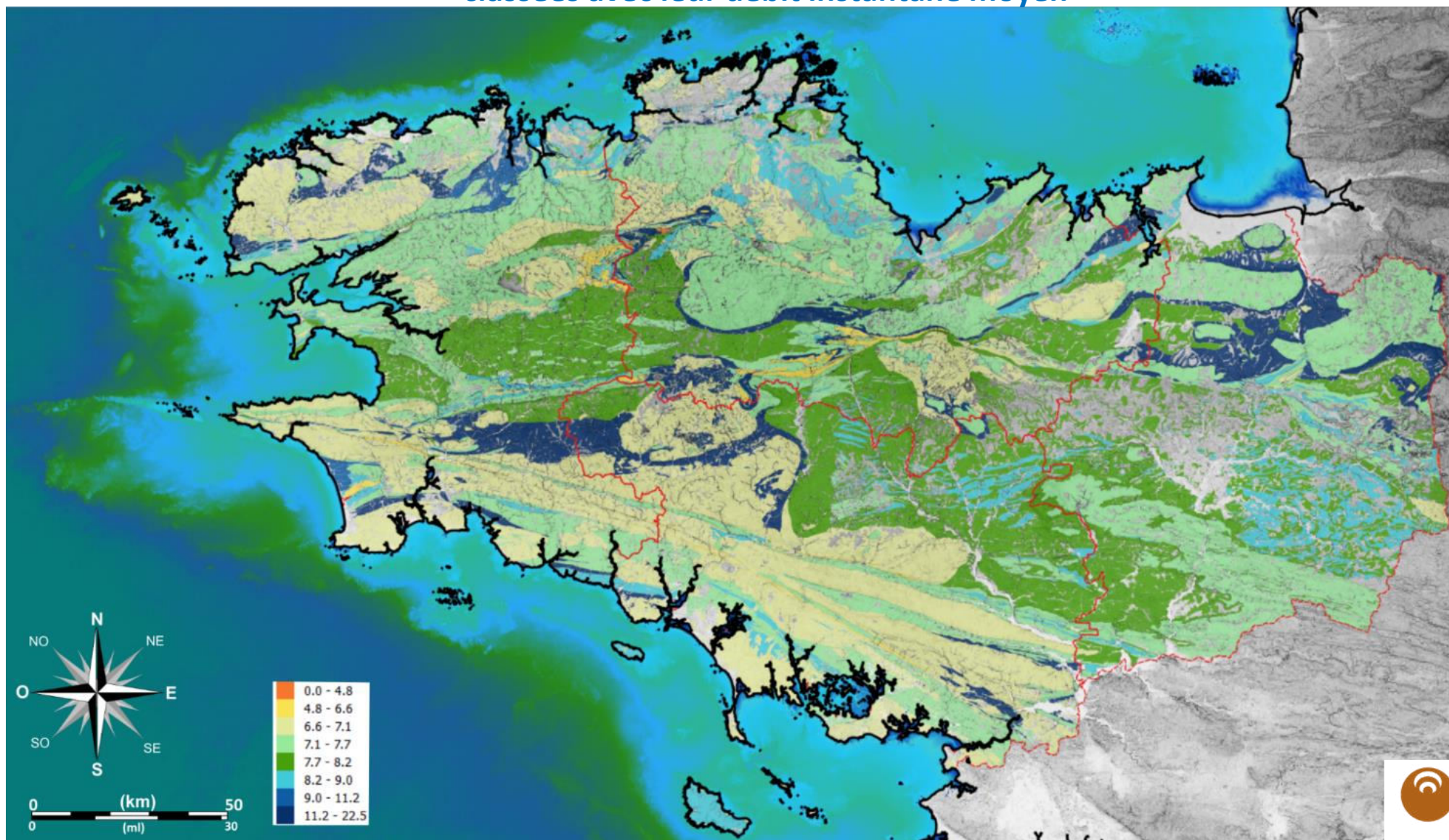
Orientation	Densité
class 1 : 0 à 19 et 180	0,79
class 2 : 20 à 39	0,66
class 3 : 40 à 59	0,66
class 4 : 60 à 79	0,57
class 5 : 80 à 99	0,43
class 6 : 100 à 119	0,48
class 7 : 120 à 139	0,44
class 8 : 140 à 160	0,59
class 9 : 160 à 179	0,72



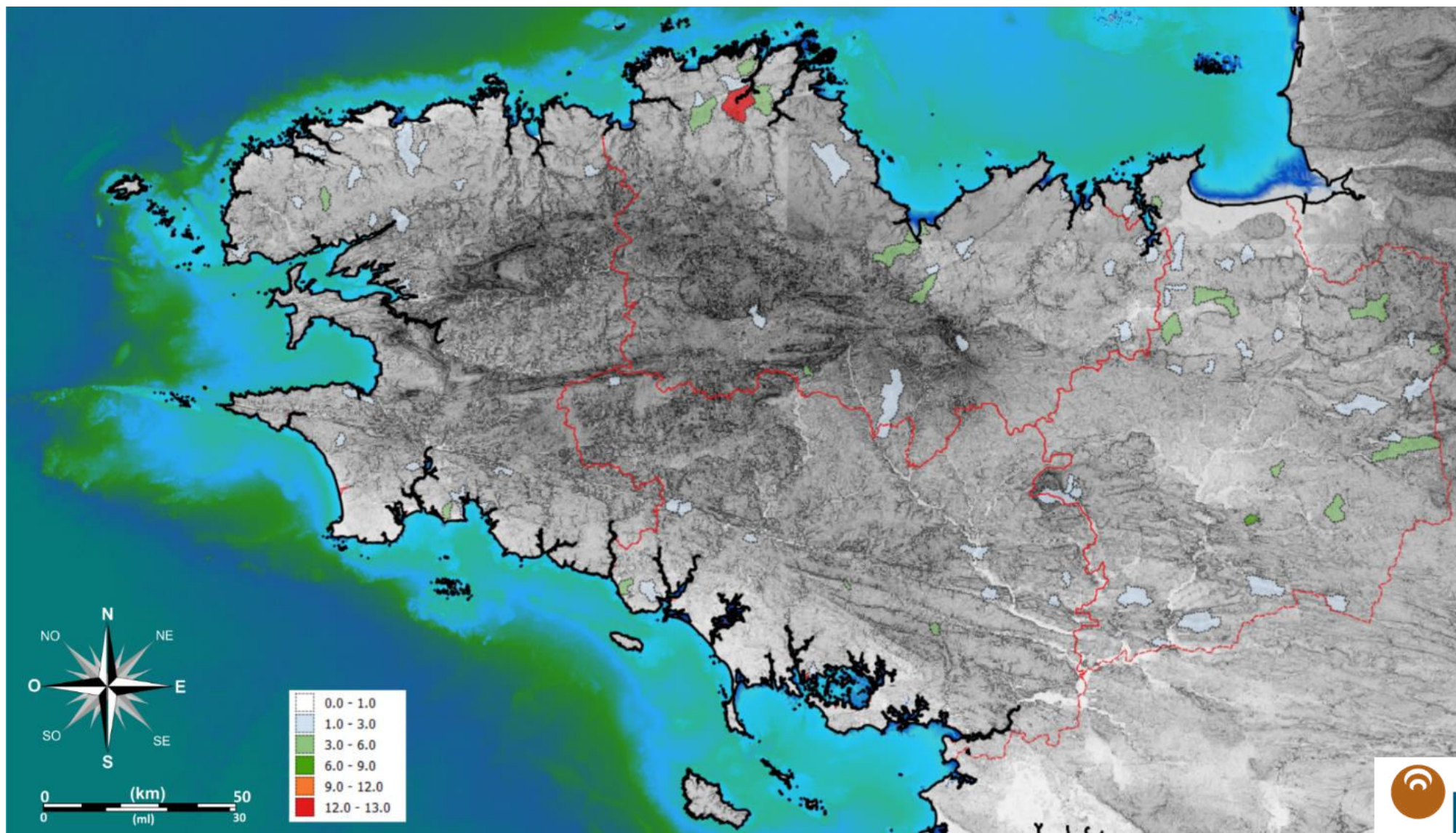
Failles NS, N150 à N045 avec les rejets apparents les plus importants et linéaments manquants aux cartes géologiques (digitalisation au 1/50 000)



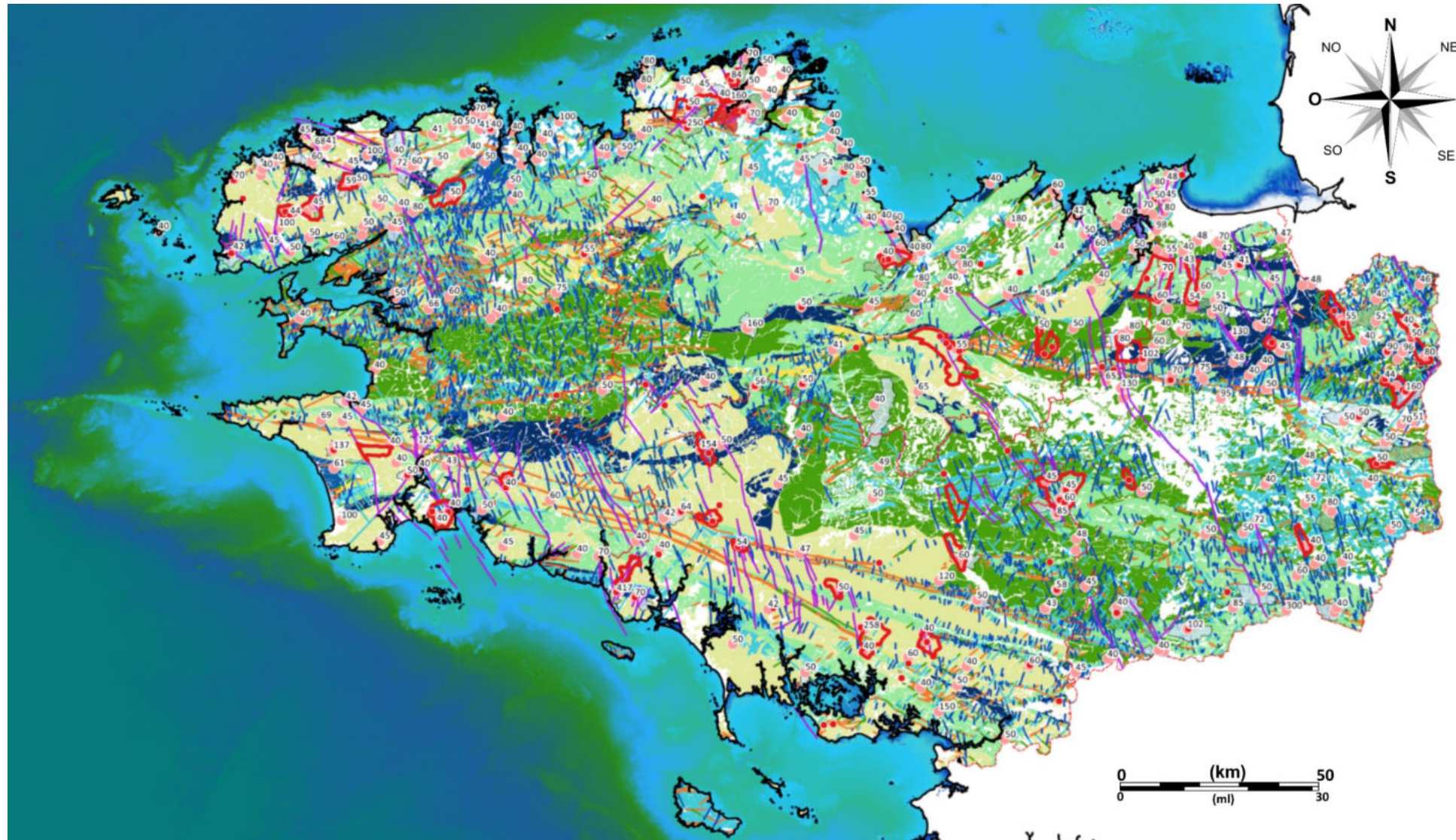
Harmonisation des lithologies des cartes géologiques au 1/50 000, classées avec leur débit instantané moyen



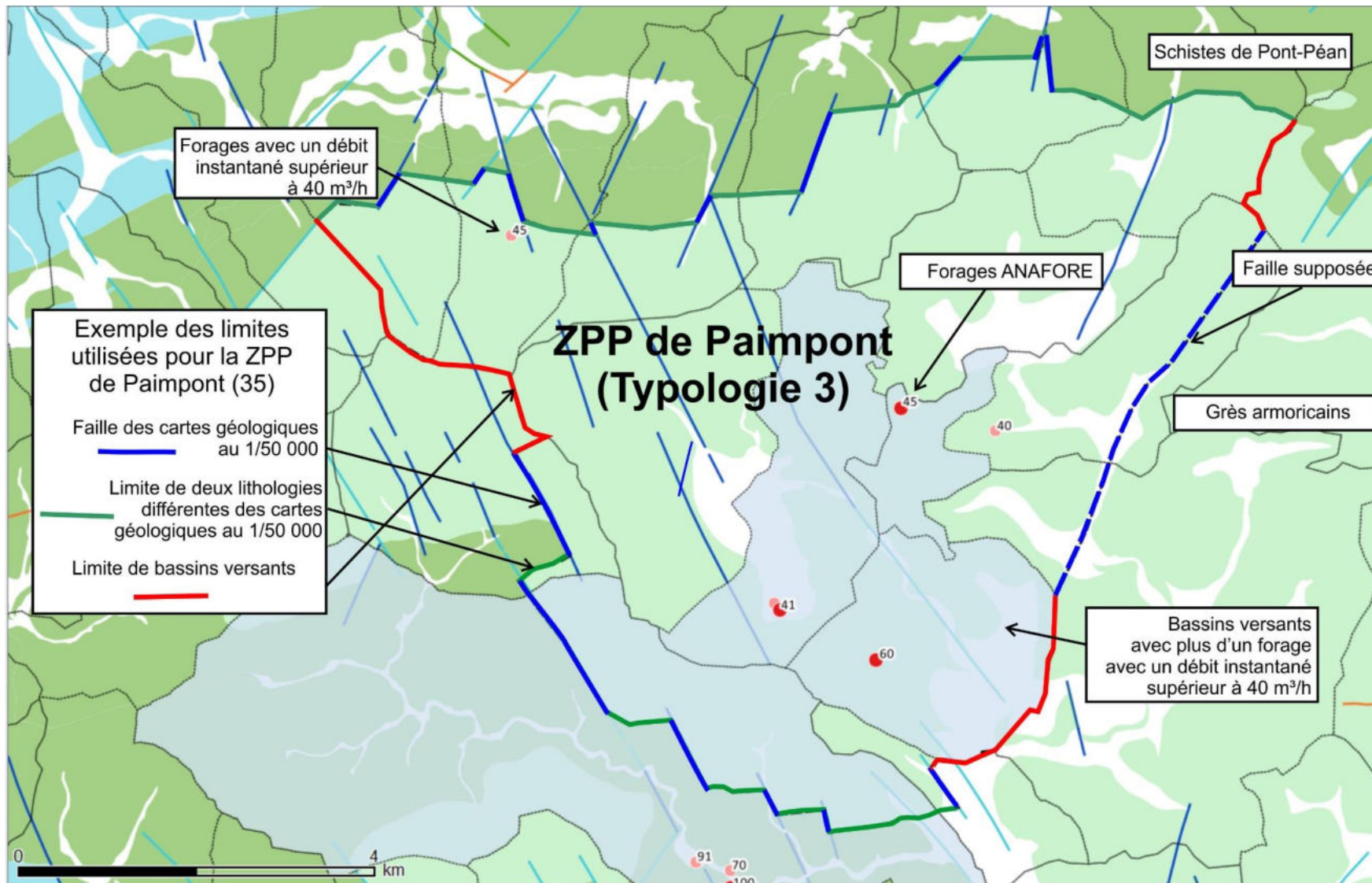
Les bassins versants immédiats avec le nombre des forages avec des débits instantanés supérieurs à 40 m³/h



La délimitation des ZPP jongle entre structures tectoniques, lithologies favorables, forages avec de fortes productions d'eau souterraine identifiées et bassins versants « immédiats » favorables.

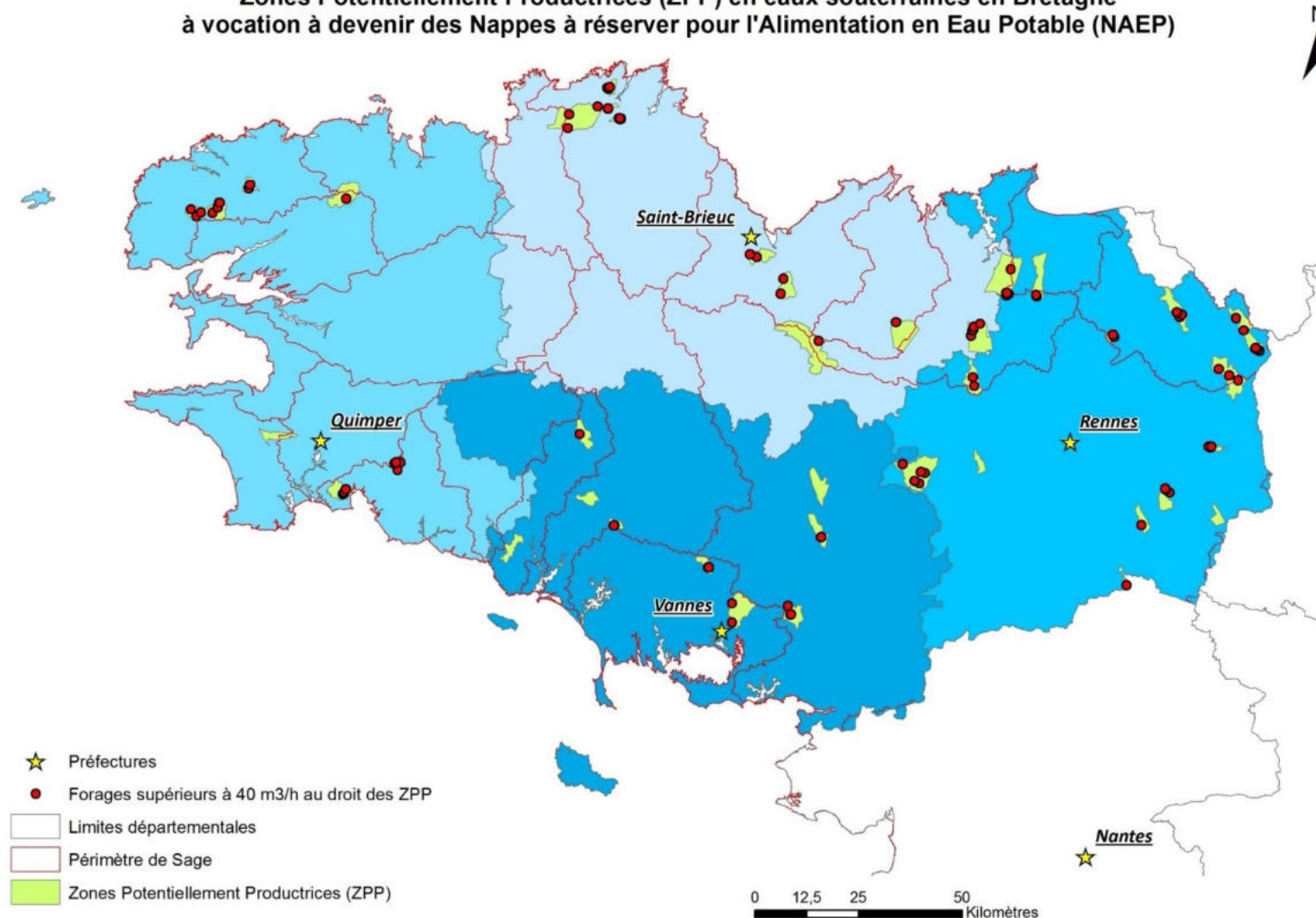


La délimitation des ZPP jongle entre structures tectoniques, lithologies favorables, forages avec de fortes productions d'eau souterraine identifiées et bassins versants « immédiats » favorables.



La délimitation des ZPP jongle entre structures tectoniques, lithologies favorables, forages avec de fortes productions d'eau souterraine identifiées et bassins versants « immédiats » favorables.

Zones Potentiellement Productrices (ZPP) en eaux souterraines en Bretagne
à vocation à devenir des Nappes à réserver pour l'Alimentation en Eau Potable (NAEP)



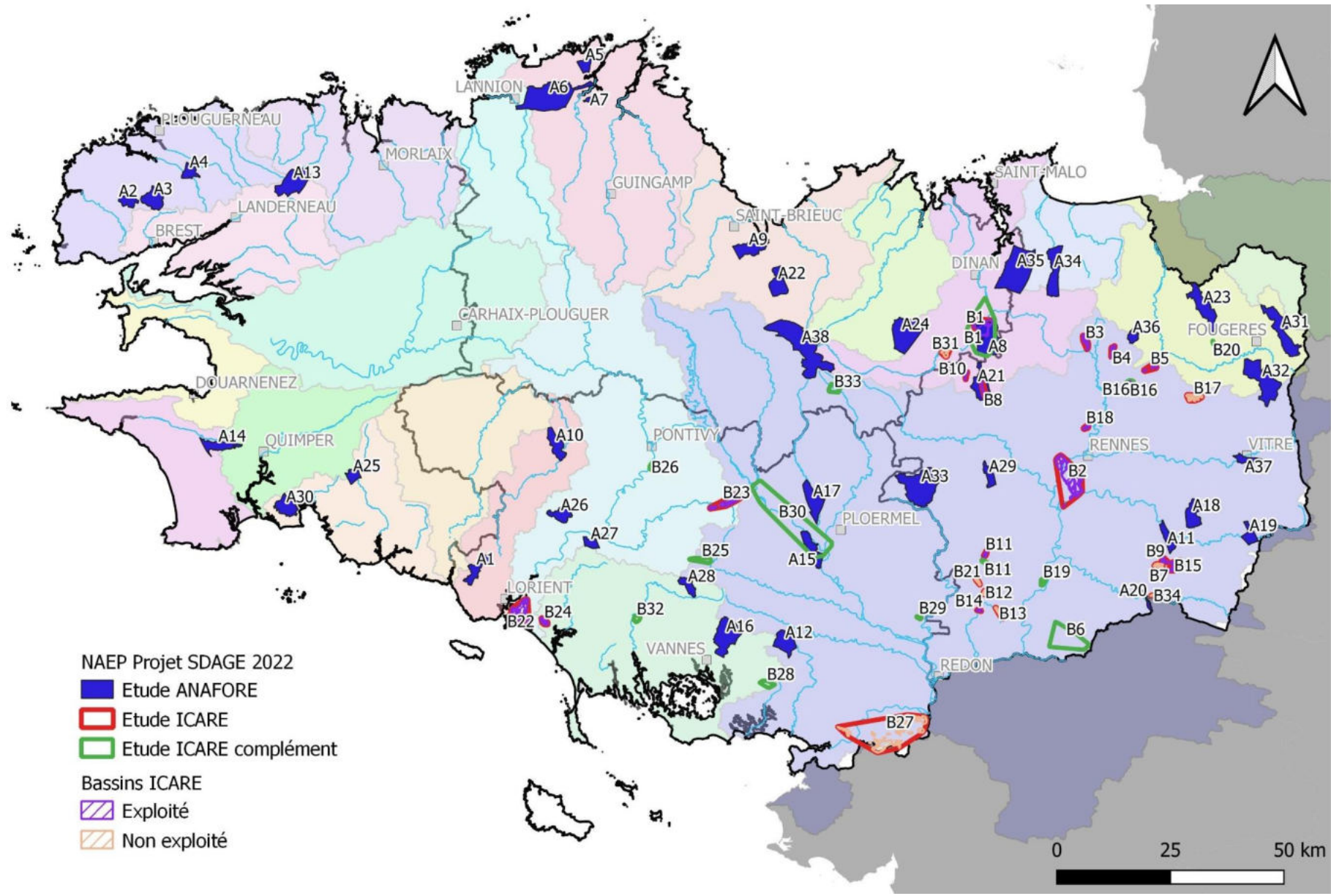
CONCLUSIONS & DISCUSSIONS

AU DELA DES ZPP, ANAFORE A PERMIS :

- DE DEFINIR DE NOUVEAUX TYPES D'AQUIFERES DE SOCLE ;
- DE DEFINIR QUELS SECTEURS PEUVENT ETRE PROPICES OU AU MOINS COMMENT LES RECHERCHER SUR UN SECTEUR ET MIEUX IMPLANTER CES OUVRAGES DE RECONNAISSANCES EN FONCTION DES FAILLES/FRACTURES ;
- ET DE MIEUX DIAGNOSTIQUER LES CIRCULATIONS SOUTERRAINES, A TRAVERS LE DEVELOPPEMENT D'UN OUTIL PERFORMANT (METHODE DES DERIVEES) AFIN DE MIEUX CARACTERISER LA TAILLE DE L'AQUIFERE IMMEDIAT.



NAEP
Carte
globale
NAEP
(ANAFORE
+ ICARE)



- NAEP Projet SDAGE 2022
- Etude ANAFORE
 - Etude ICARE
 - Etude ICARE complément
- Bassins ICARE
- Exploité
 - Non exploité

Pour en savoir plus

Rapports à venir :

- ANAFORE, Rapport [BRGM/RP-70280-FR](#)
- ICARE, Rapport [BRGM/RP-70336-FR](#)



Merci de votre attention

Intervenants :

- BARDEAU Mélanie, Directrice du BRGM Bretagne, m.bardeau@brgm.fr
- SCHROËTTER Jean-Michel, Docteur en Sciences de la Terre au BRGM Bretagne, jm.schroetter@brgm.fr
- LUCASSOU Flora, Ingénieure hydrogéologue et environnement au BRGM Bretagne, f.lucassou@brgm.fr

WWW.BRGM.FR



SERVICE
GÉOLOGIQUE
NATIONAL



Géosciences pour une Terre durable
brgm

**SIÈGE - CENTRE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE**
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 Orléans Cedex 2 - France
Tél. : (33) 2 38 64 34 34
Fax : (33) 2 38 64 35 18
www.brgm.fr



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE ET DE L'ÉDUCATION
MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET MÉTÉO
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES