

Introduction

Lors de son parcours en surface puis au travers des sols puis dans le sous-sol, l'eau enregistre des informations importantes sur:

la lithologie, l'activité biologique, l'occupation de l'espace par l'homme....

Et donc l'étude de la qualité physico-chimiques et biologique des eaux souterraines peut constituer une source importante d'informations précieuses sur l'étude du milieu si l'on dispose d'une base de données spatialisée importante.

En France une telle base de données existe et elle est à ce jour très sous-utilisée par les scientifiques car sa vocation première est le contrôle sanitaire

Le but de ce travail est d'utiliser **cette base de donnée** pour étudier les mécanismes responsables de la qualité des eaux à l'échelle macro-régionale...
Mais le choix des unités représentatives est délicat:



Comment déterminer les unités fonctionnelles processus biologiques, physicochimiques respor l'échelle macro-régior

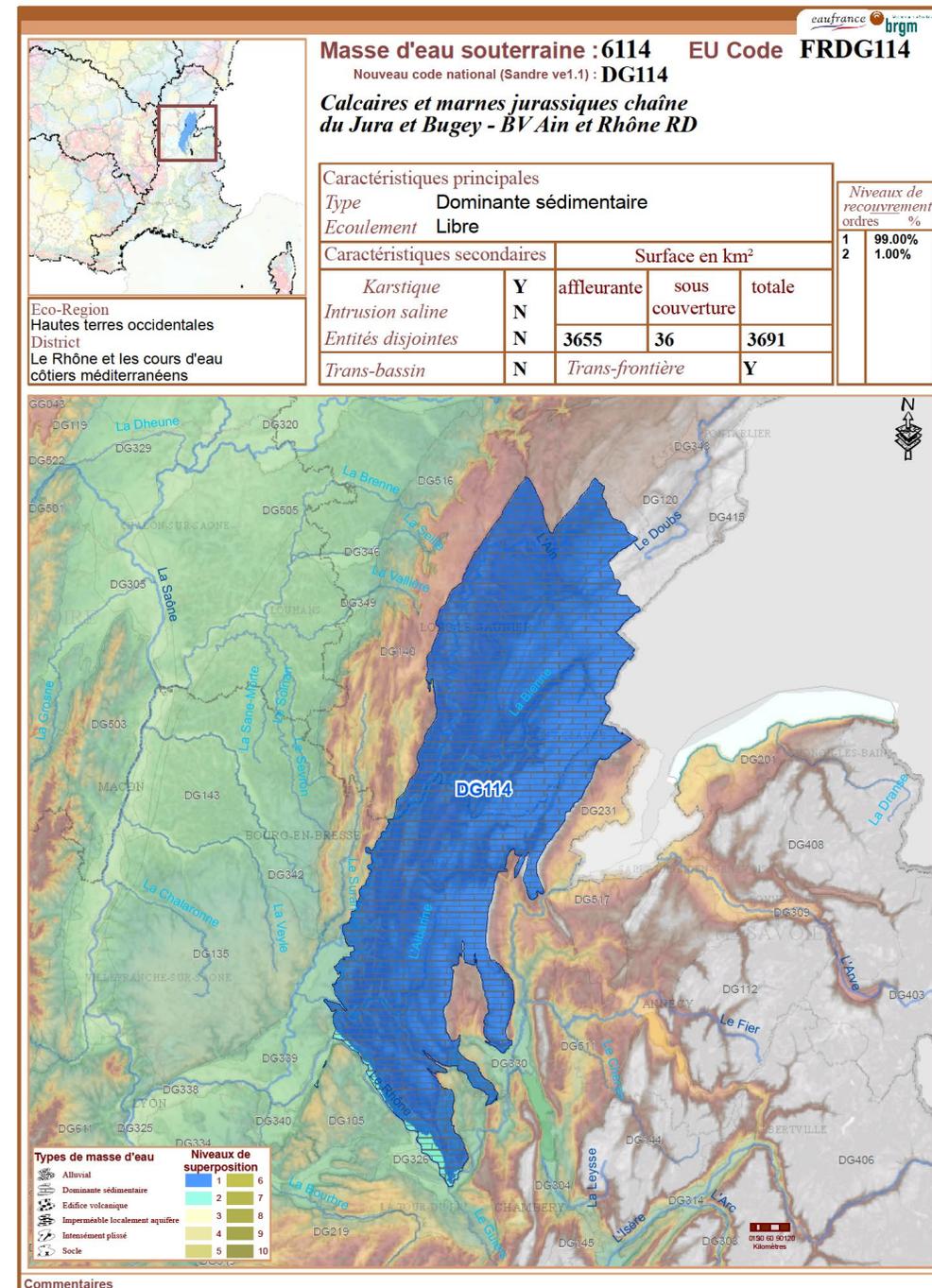
L'échelle locale du forage est inutilisable car trop locale

L'échelle des paysage est encore trop locale:

En 2000 l'Union Européenne a décidé de définir des unités de gestion des ressources en eau souterraine et en eau de surface: les MESO (GWB) pour les ESO.

Mais à l'échelle régionale cette unité n'est pas forcément la plus pertinente.

Comment déterminer l'échelle pertinente ?
quelle méthodologie utiliser?



Objectif

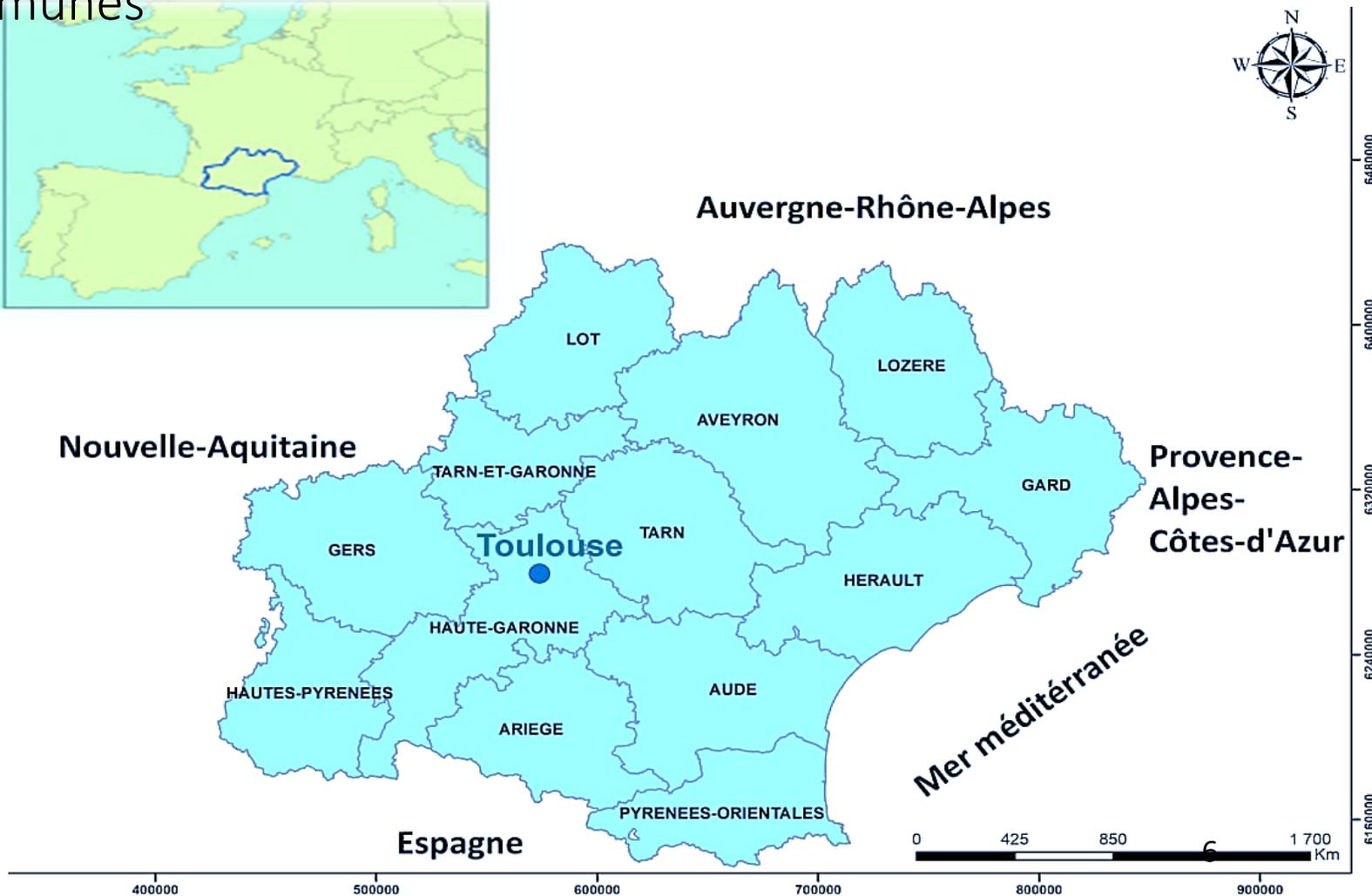
Objectif de cette étude consiste à comprendre les **sources de variations de la qualité des eaux brutes souterraines** destinées à la production d'eau potable à travers des outils statistique dans la région **Occitanie** .

Pour répondre à l'objectif, il faut définir **une typologie et trouver l'échelle le plus pertinent** dans les différentes masses d'eau souterraine en fonction des aspects à travers les outils statistiques

Présentation générale de la zone d'étude

- Région: Occitanie
- Superficie: **72 724 km**, **Deuxième** région française en superficie et se compose de **13** départements et **4 565** communes

- Ariège 09
- Aude 11
- Aveyron 12
- Gard 30
- Haut Garonne 31
- Gers 32
- Hérault 34
- Lot 46
- Lozère 48
- Haut Pyrénées 65
- Pyrénées Orientales 66
- Tarn 81
- Tran et Garonne 82



Contexte Hydrogéologique :

5 grands types de systèmes aquifères sont présents sur la région Occitanie:

- ✓ Les aquifères littorales
- ✓ Les nappes alluviales
- ✓ Les aquifères karstiques
- ✓ Les aquifères de socle
- ✓ Les nappes profondes

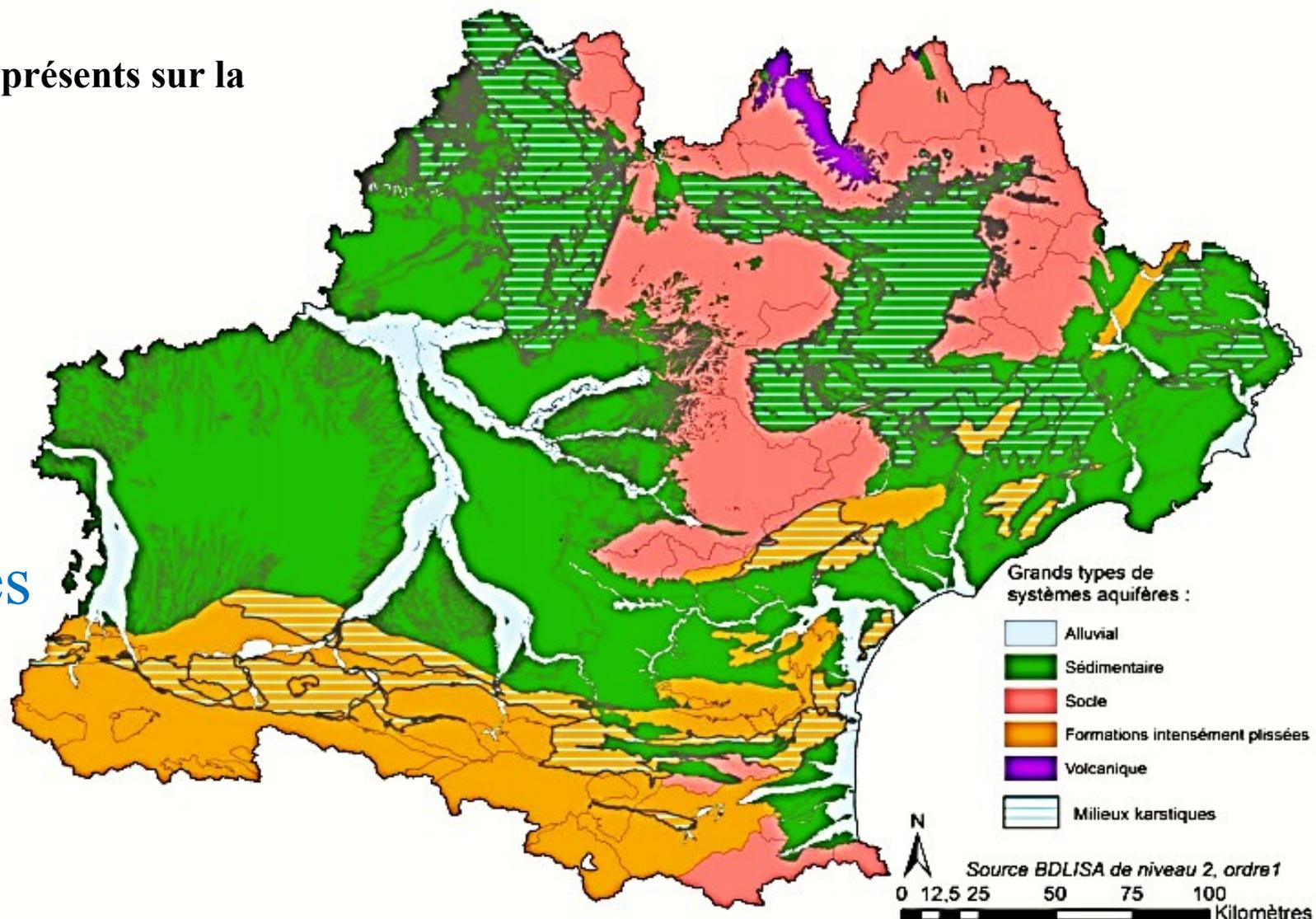


Figure : Les systèmes aquifères d'Occitanie par thèmes (Source : BDLISA de niveau 2, ordre1).

❖ Méthode mathématique / Statistique :

Xlstat , SIG, Surfer, Hydro-AQUA...

❖ Outils Cartographiques :

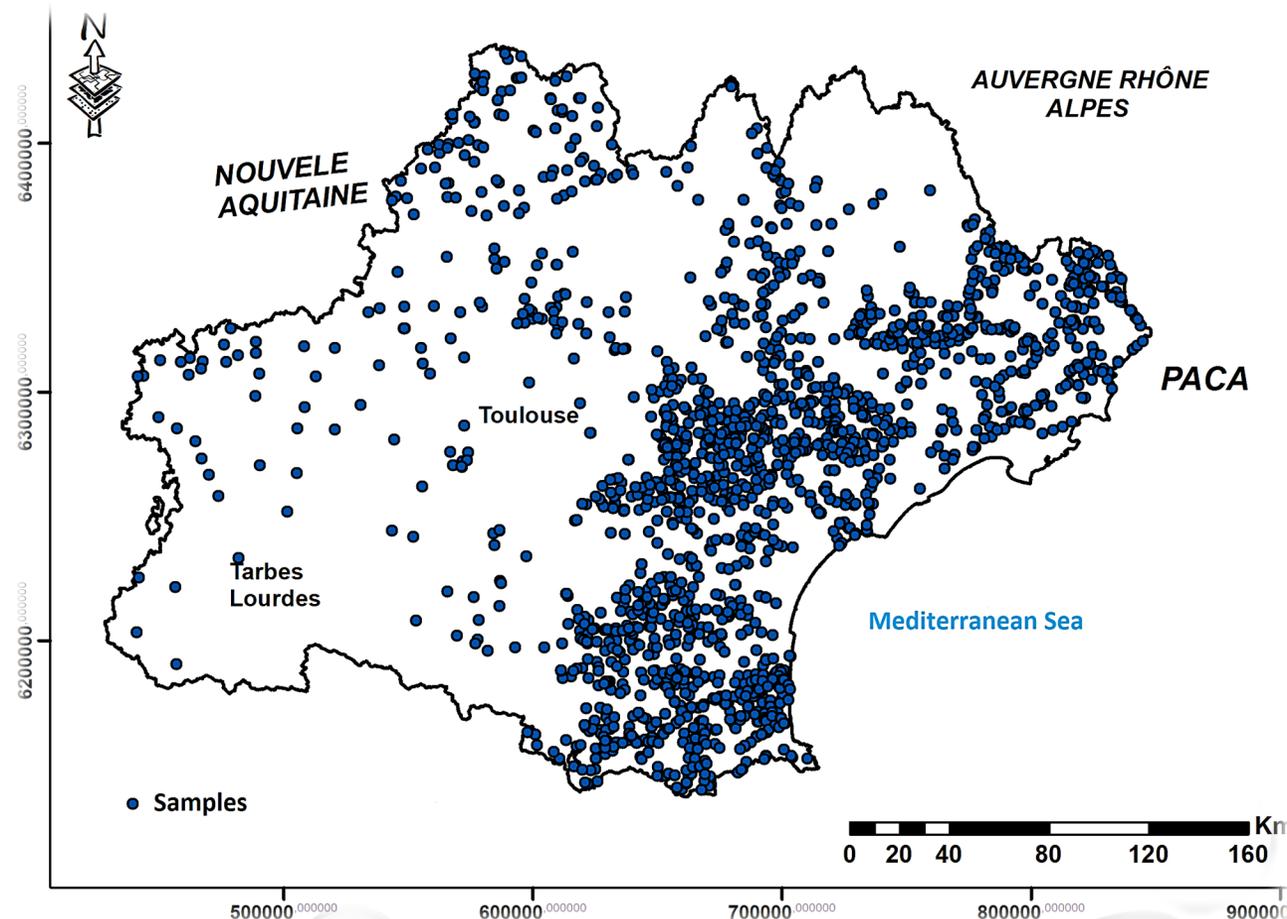
▶ Plusieurs cartes réalisées sur la région Occitanie :

- Paramètre physico-chimique
- Paramètre bactériologique



- Jeu de données fournies par l'ARS :
8111 analyses sur + ?? points de mesure
(juste pour les 'ESO')

- Jusqu'à **13 paramètres** étudiés :
physicochimique et bactériologique:
Entérocoques, Escherichia Coli, HCO_3^- ,
pH, Ca^{2+} , Cl^- , CE, Mg^{2+} , Na, SO_4^{2-} , Fe, Mn,
 NO_3^-



❖ **Problématique scientifique :**

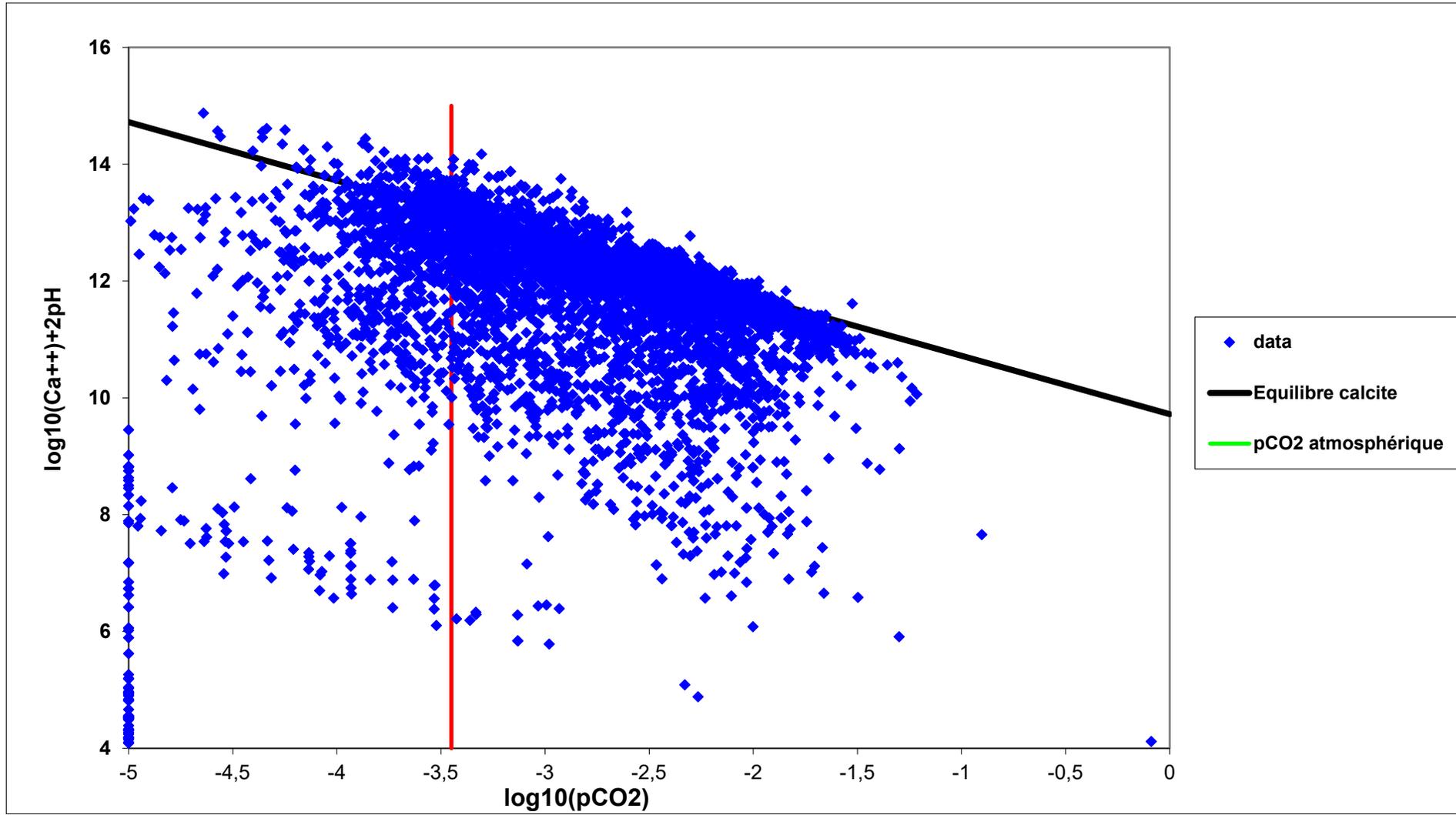
**La base de données la base SISE-EAUX est riche en informations.
Ses utilisations actuelles est un peut limité,,,**

L'utilisation de cette base de données pourrait être plus poussée mais des difficultés peuvent apparaitre:

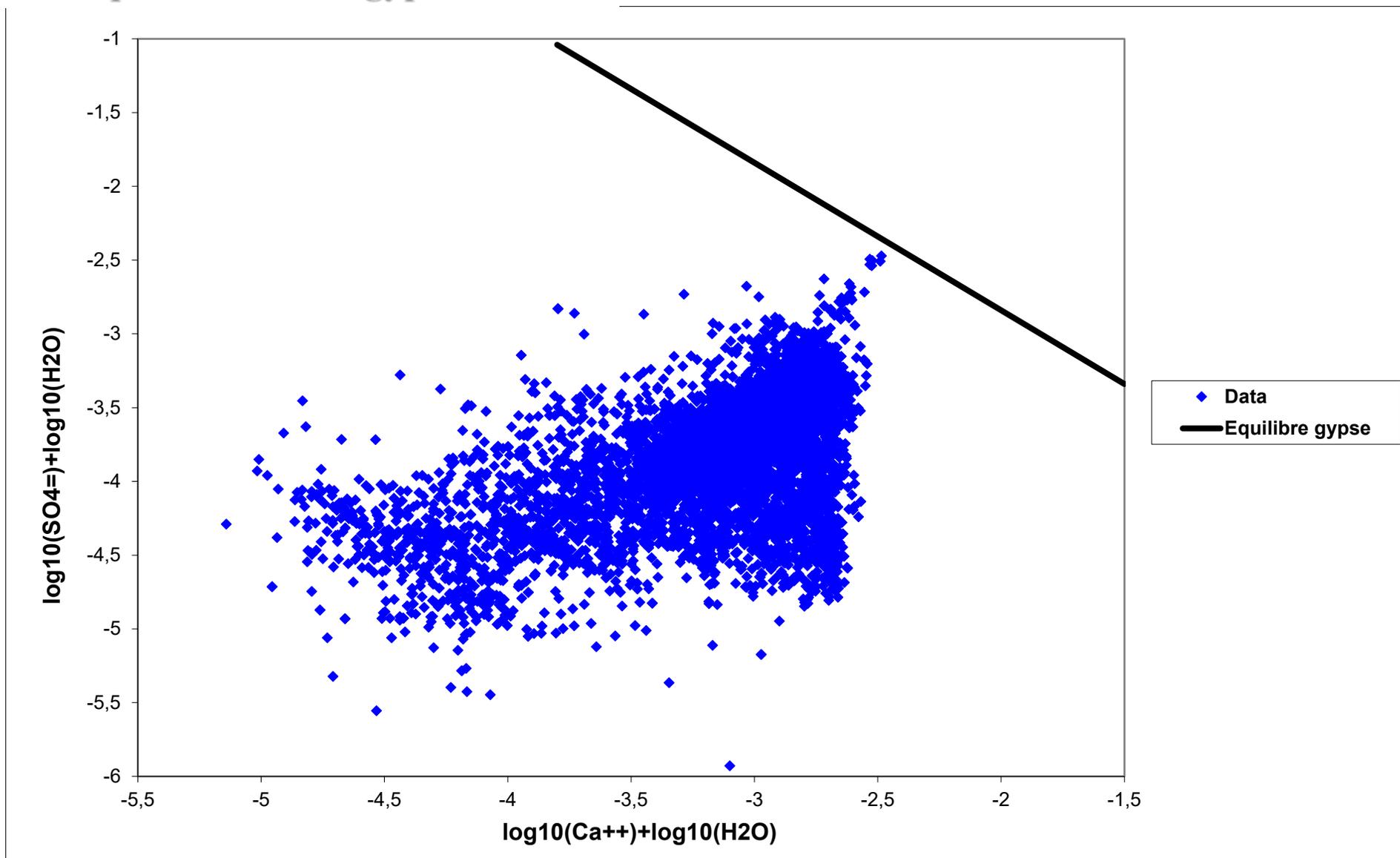
- ❖ **La multitude et diversité des paramètres (13 Dimension) !**
- ❖ **L'hétérogénéité spatiale des milieux naturels est importante à l'échelle régionale !**
- ❖ **La diversité des sources de dégradation de la qualité des eaux est également importante !**

I. Approche géochimique de la qualité des eaux à l'échelle régionale :

1. Equilibre des eaux avec la calcite :

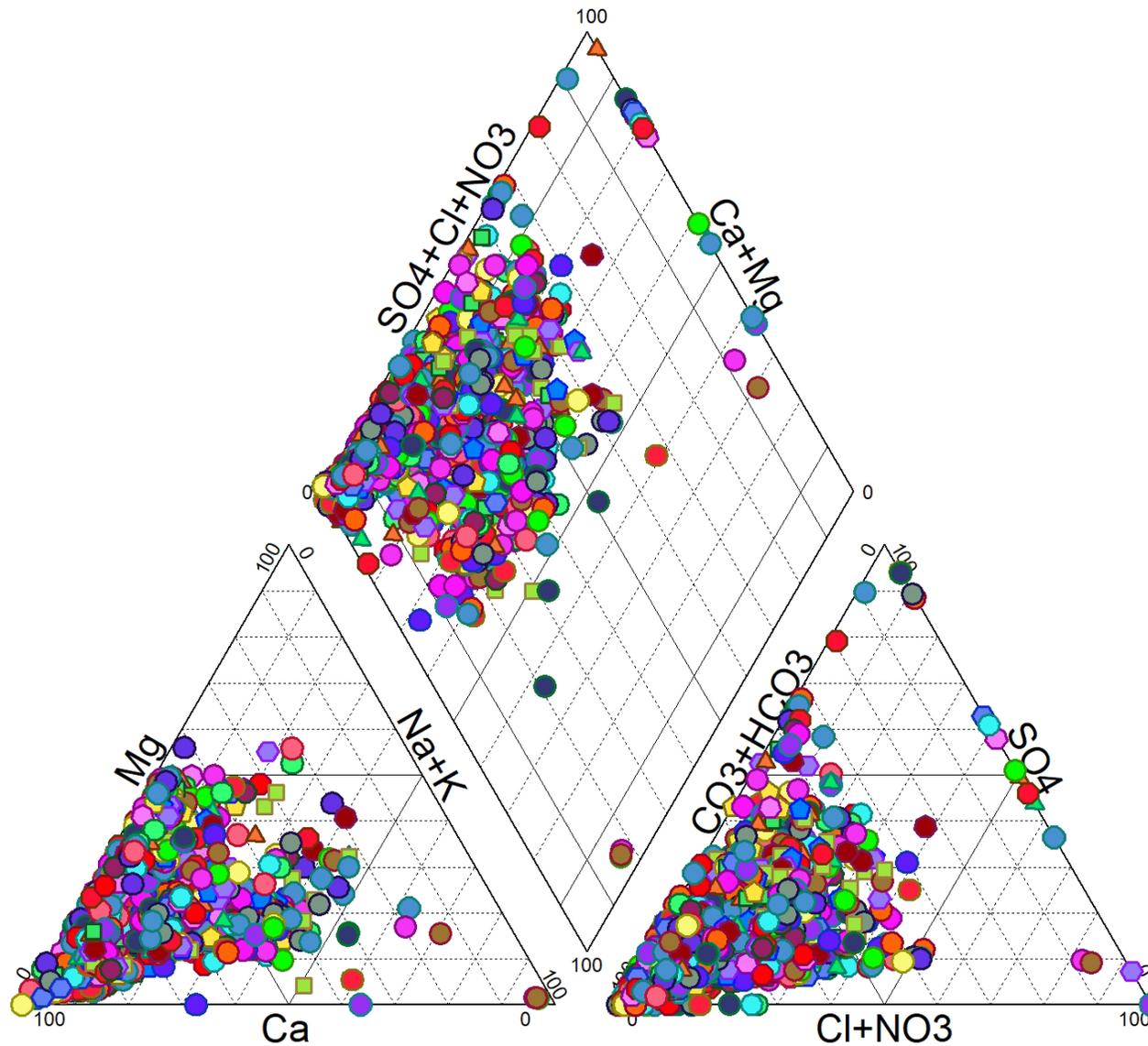


2. Equilibre avec le gypse :



II. Faciès chimiques :

Diagramme de Piper



Traitement des données de qualité des 'ESO' d'Occitanie

➤ ACP :

Variable	Observations	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
EC	8110	0	8110	0,000	3,996	2,416	0,428
Ca	8110	0	8110	0,000	2,507	1,565	0,466
Cl	8110	0	8110	-1,000	3,415	0,864	0,603
Mg	8110	0	8110	-1,000	2,204	0,752	0,498
Na	8110	0	8110	-1,000	3,146	0,839	0,351
SO4	8110	0	8110	-1,000	3,009	1,105	0,672
HCO3	8110	0	8110	0,000	3,365	2,038	0,570
Ecoli	8110	0	8110	0,000	4,913	0,875	1,137
Enteroc.	8110	0	8110	0,000	4,959	0,608	0,905
Fe	8110	0	8110	0,000	5,342	0,635	0,799
Mn	8110	0	8110	0,000	3,369	0,544	0,708
NO3	8110	0	8110	-1,000	1,992	0,605	0,594
H+	8110	0	8110	-9,200	-4,000	-7,459	0,551

Résultats et Discussions

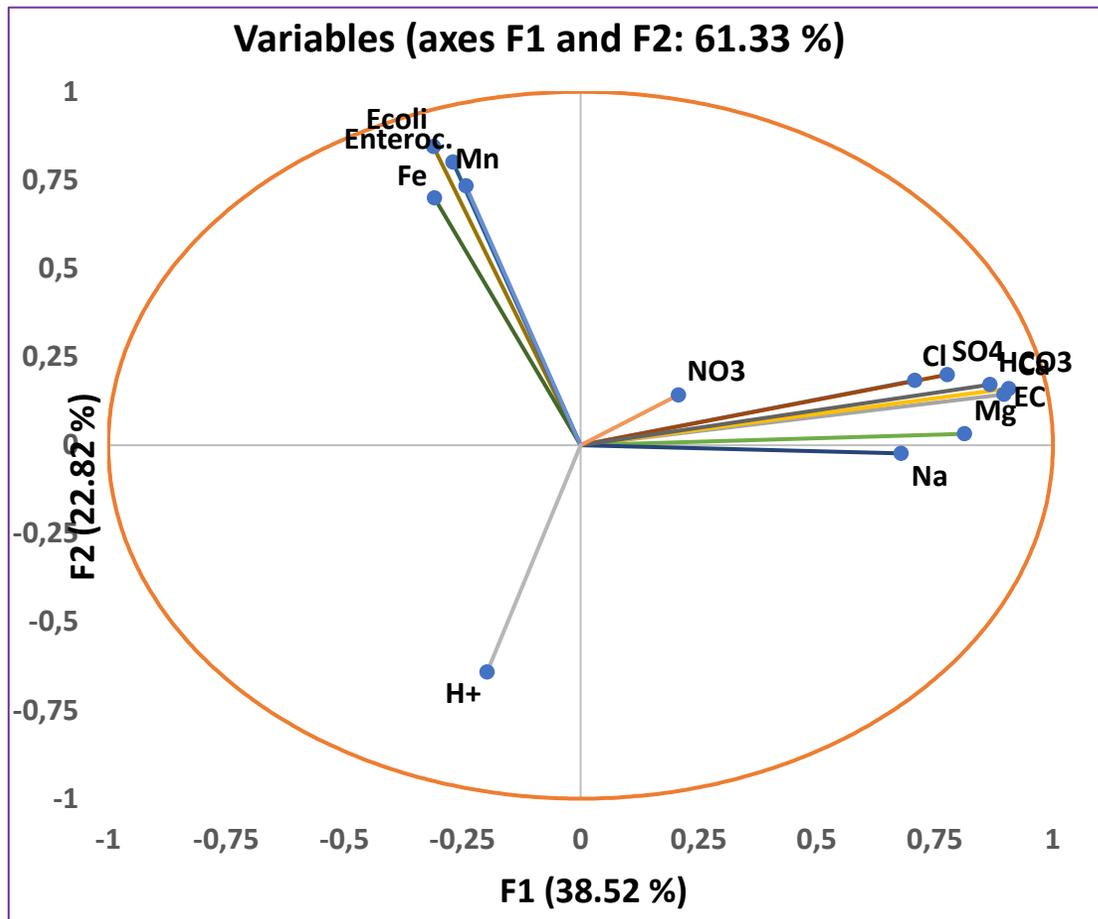
Matrice des corrélations

Variables	EC	Ca	Cl	Mg	Na	SO4	HCO3	Ecoli	Enteroc.	Fe	Mn	NO3	H+
EC	1	0,897	0,542	0,716	0,505	0,625	0,848	-0,151	-0,110	-0,193	-0,109	0,176	-0,254
Ca	0,897	1	0,545	0,710	0,444	0,674	0,906	-0,129	-0,090	-0,210	-0,128	0,190	-0,279
Cl	0,542	0,545	1	0,451	0,708	0,607	0,475	-0,077	-0,065	-0,014	0,032	0,352	-0,076
Mg	0,716	0,710	0,451	1	0,434	0,569	0,721	-0,228	-0,191	-0,222	-0,159	0,073	-0,224
Na	0,505	0,444	0,708	0,434	1	0,569	0,395	-0,250	-0,216	-0,105	-0,107	0,153	0,000
SO4	0,625	0,674	0,607	0,569	0,569	1	0,602	-0,080	-0,065	-0,067	-0,035	0,098	-0,239
HCO3	0,848	0,906	0,475	0,721	0,395	0,602	1	-0,116	-0,080	-0,185	-0,129	0,097	-0,345
Ecoli	-0,151	-0,129	-0,077	-0,228	-0,250	-0,080	-0,116	1	0,819	0,561	0,567	0,109	-0,431
Enteroc.	-0,110	-0,090	-0,065	-0,191	-0,216	-0,065	-0,080	0,819	1	0,477	0,509	0,093	-0,363
Fe	-0,193	-0,210	-0,014	-0,222	-0,105	-0,067	-0,185	0,561	0,477	1	0,617	-0,027	-0,288
Mn	-0,109	-0,128	0,032	-0,159	-0,107	-0,035	-0,129	0,567	0,509	0,617	1	0,036	-0,284
NO3	0,176	0,190	0,352	0,073	0,153	0,098	0,097	0,109	0,093	-0,027	0,036	1	0,078
H+	-0,254	-0,279	-0,076	-0,224	0,000	-0,239	-0,345	-0,431	-0,363	-0,288	-0,284	0,078	1

Résultats et Discussions

Calcul sur 15 paramètres : Matrice des corrélations

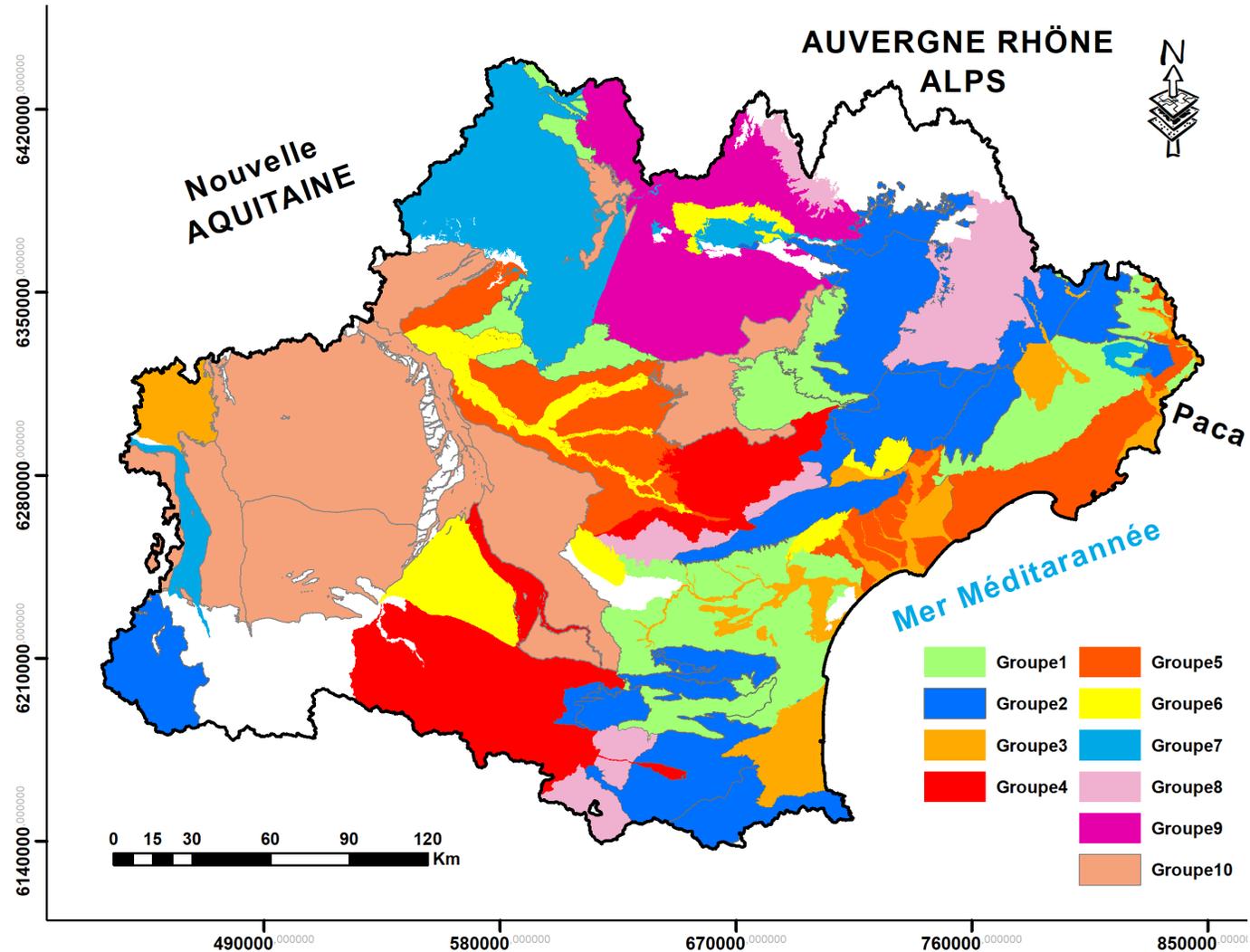
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Eigenvalue	5,007	2,966	1,304	0,956	0,571	0,499
Variability (%)	38,517	22,818	10,032	7,354	4,391	3,836
Cumulative %	38,517	61,335	71,367	78,721	83,112	86,948



	F1	F2	F3	F4	F5	F6
EC	0,401	0,083	-0,114	0,114	0,184	0,137
Ca	0,405	0,093	-0,146	0,170	0,140	0,146
Cl	0,316	0,107	0,455	-0,161	-0,146	-0,044
Mg	0,363	0,019	-0,181	0,007	0,207	0,008
Na	0,303	-0,013	0,385	-0,397	-0,303	-0,041
SO4	0,347	0,116	0,061	-0,227	-0,243	0,116
HCO3	0,387	0,100	-0,252	0,139	0,150	0,088
Ecolic	-0,139	0,491	-0,002	0,181	-0,261	0,184
Enterococ	-0,121	0,465	-0,008	0,222	-0,349	0,433
Fe	-0,138	0,406	0,124	-0,345	0,364	-0,150
Mn	-0,109	0,426	0,136	-0,227	0,535	0,081
NO3	0,092	0,083	0,563	0,671	0,145	-0,352
H+	-0,089	-0,373	0,399	0,031	0,281	0,749

Résultats et Discussions

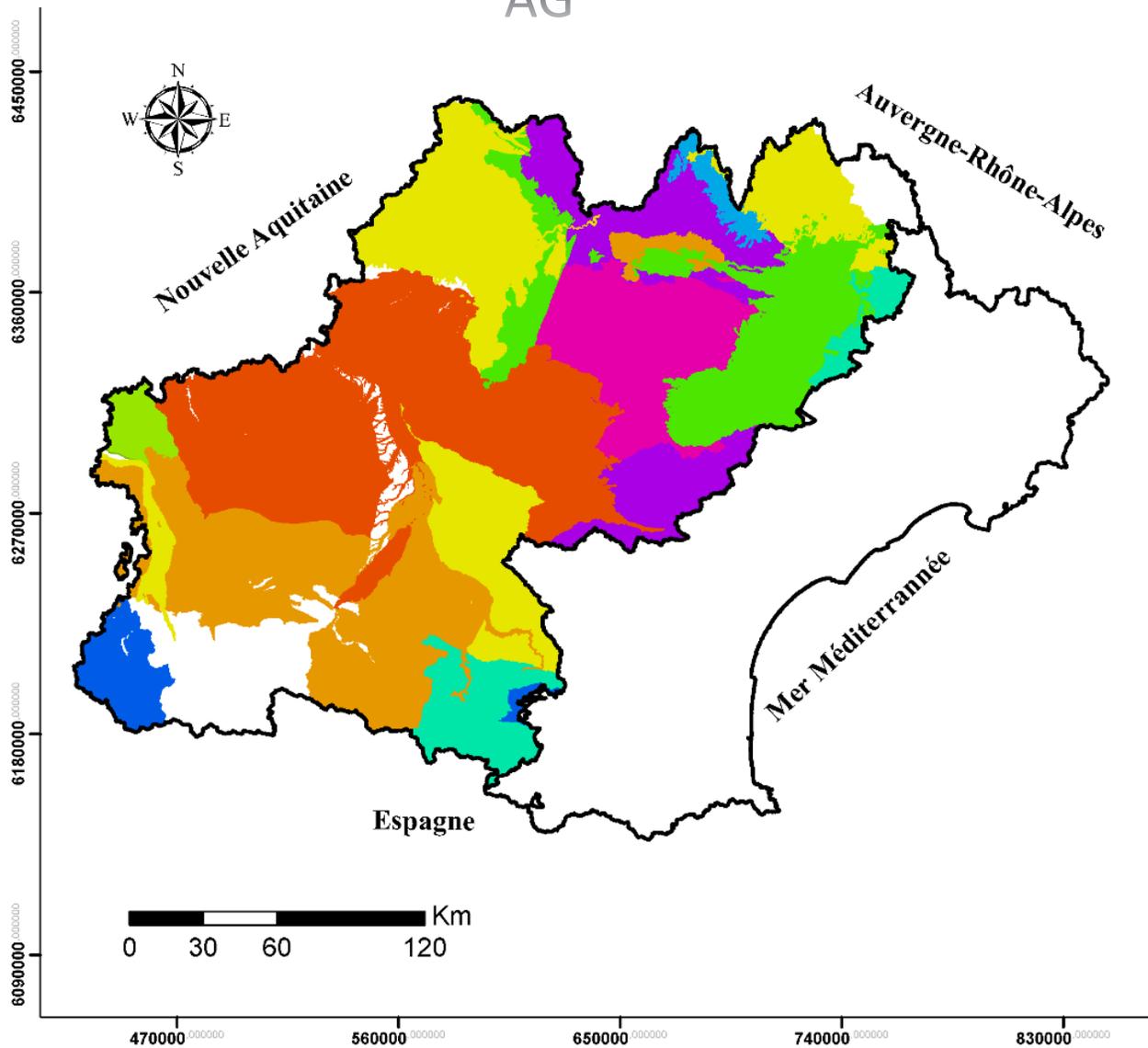
Cartographie des différents groupes des MESO :



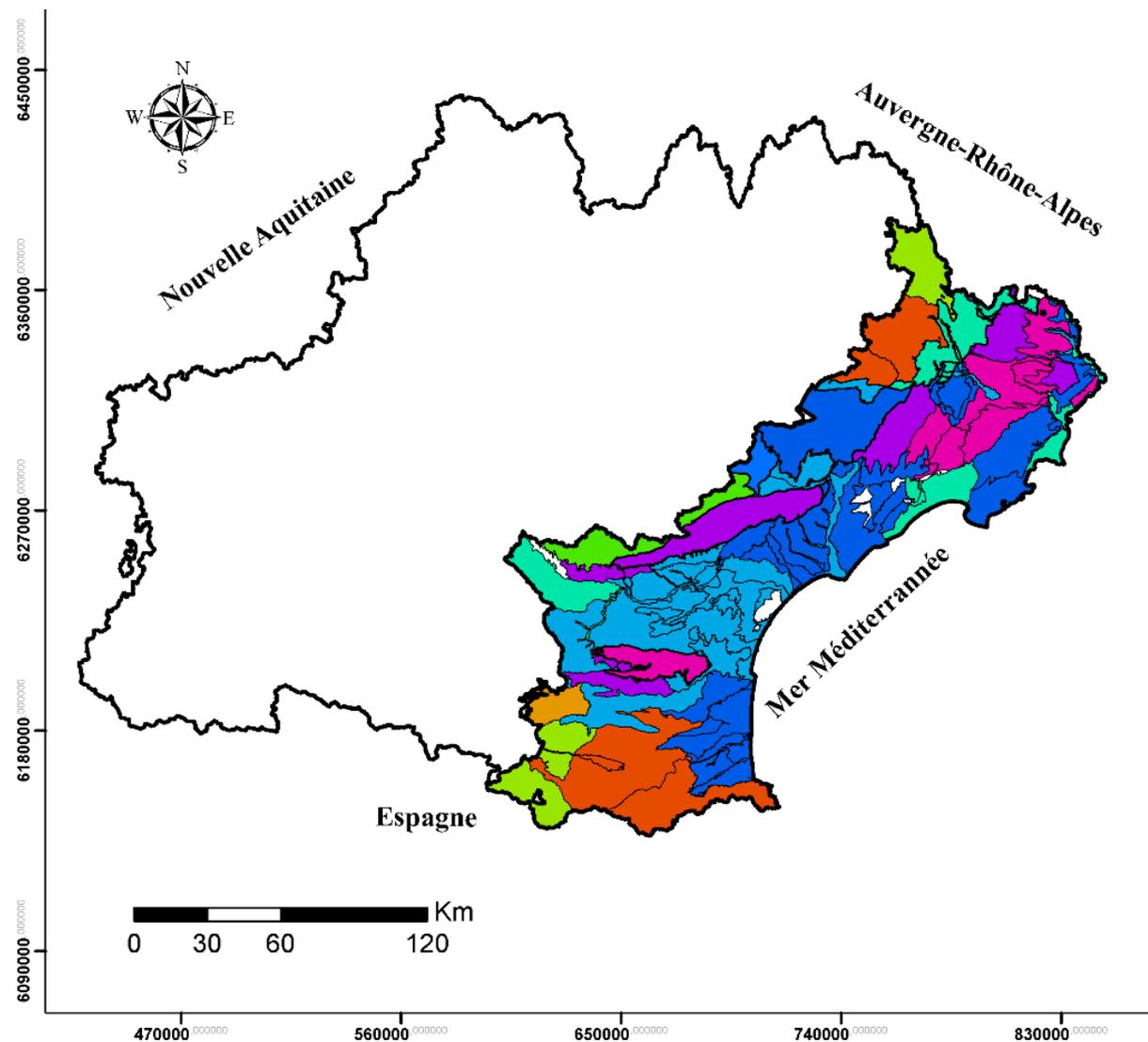
la carte faites à partir de la Classification ascendante hiérarchique

Résultats et Discussions

AG



RMC



Conclusion

❖ La méthodologie adopté à permis :

- Définir les grands *ensembles hydrogéologiques* cohérents au niveau de leur fonctionnement hydrogéologique et hydrochimique 'MESO'.
- D'étudies les mécanismes responsable la qualité de ces ensembles facilement et de travailler sur la totalité de la région.
- Il y possible de proposer une *méthode de surveillance* et de *protection* adaptée à chaque unité fonctionnelle.

Merci pour votre attention