



# HYDROGEO-LAG : Vulnérabilité hydrogéologique du bassin versant de la lagune de Biguglia en lien avec l'anthropisation côtière



ohm  
Observatoires  
Hommes-Milieus



Frédéric HUNEAU, Emilie GAREL  
UMR CNRS 6134 SPE – Université de Corse  
Hydrogéologie

Jessy JAUNAT, Alain DEVOS, Olivier LEJEUNE  
EA 3795 GEGENAA – Université de Reims  
Géographie



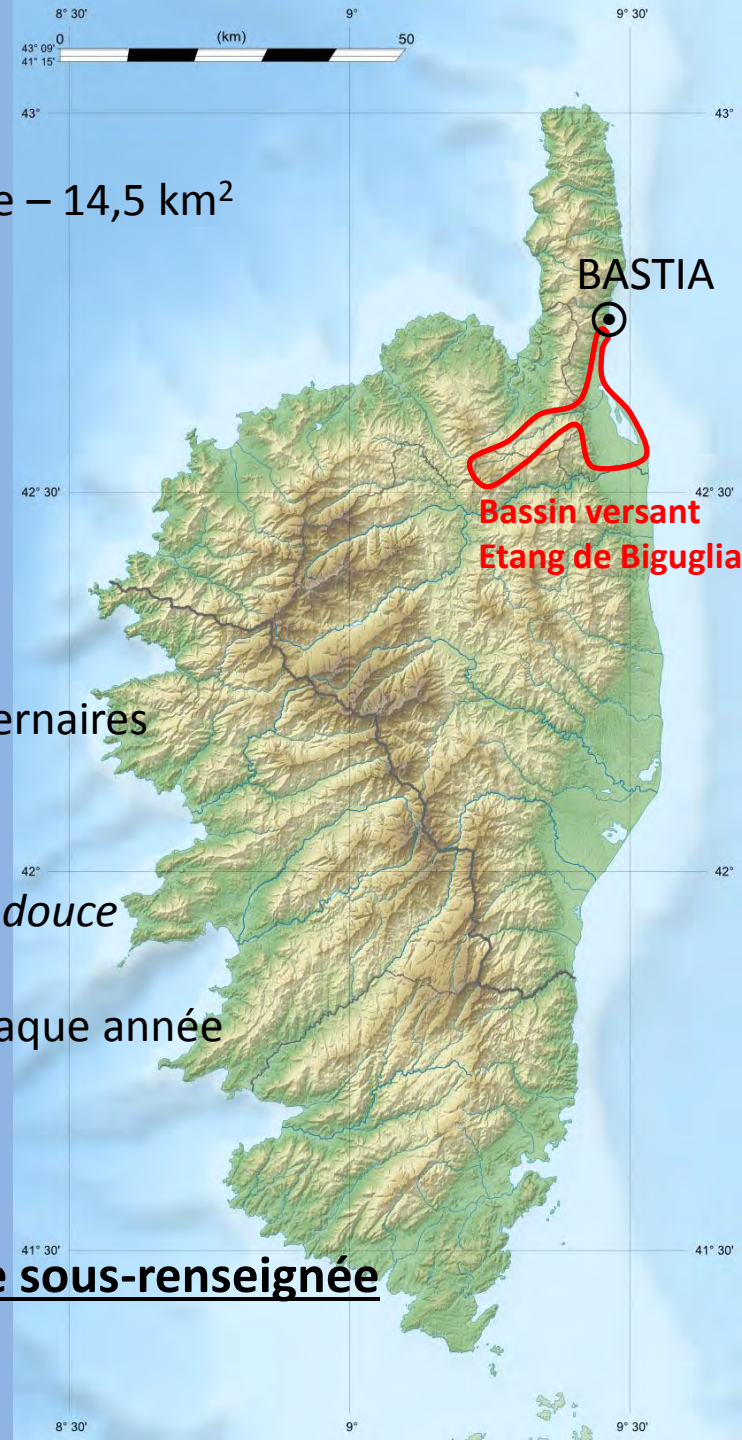
# Contexte de l'Etude

- L'étang de Biguglia est la plus vaste zone humide de Corse – 14,5 km<sup>2</sup>
- Bassin versant de 182 km<sup>2</sup>
- Peu profond : 1,5 m
- Exposé à différentes masses d'eau :
  - eaux marines
  - écoulements superficiels (Bevincu + Golu)
  - **eaux souterraines**
    - ⇒ nappe alluviale du Golu
    - ⇒ nappe alluviale du Bevincu
    - ⇒ +nappe inférieure sous argiles quaternaires

*-Apports d'eau souterraine entre 5 et 25 % des flux d'eau douce*

-20% minimum du renouvellement de l'eau de l'étang chaque année

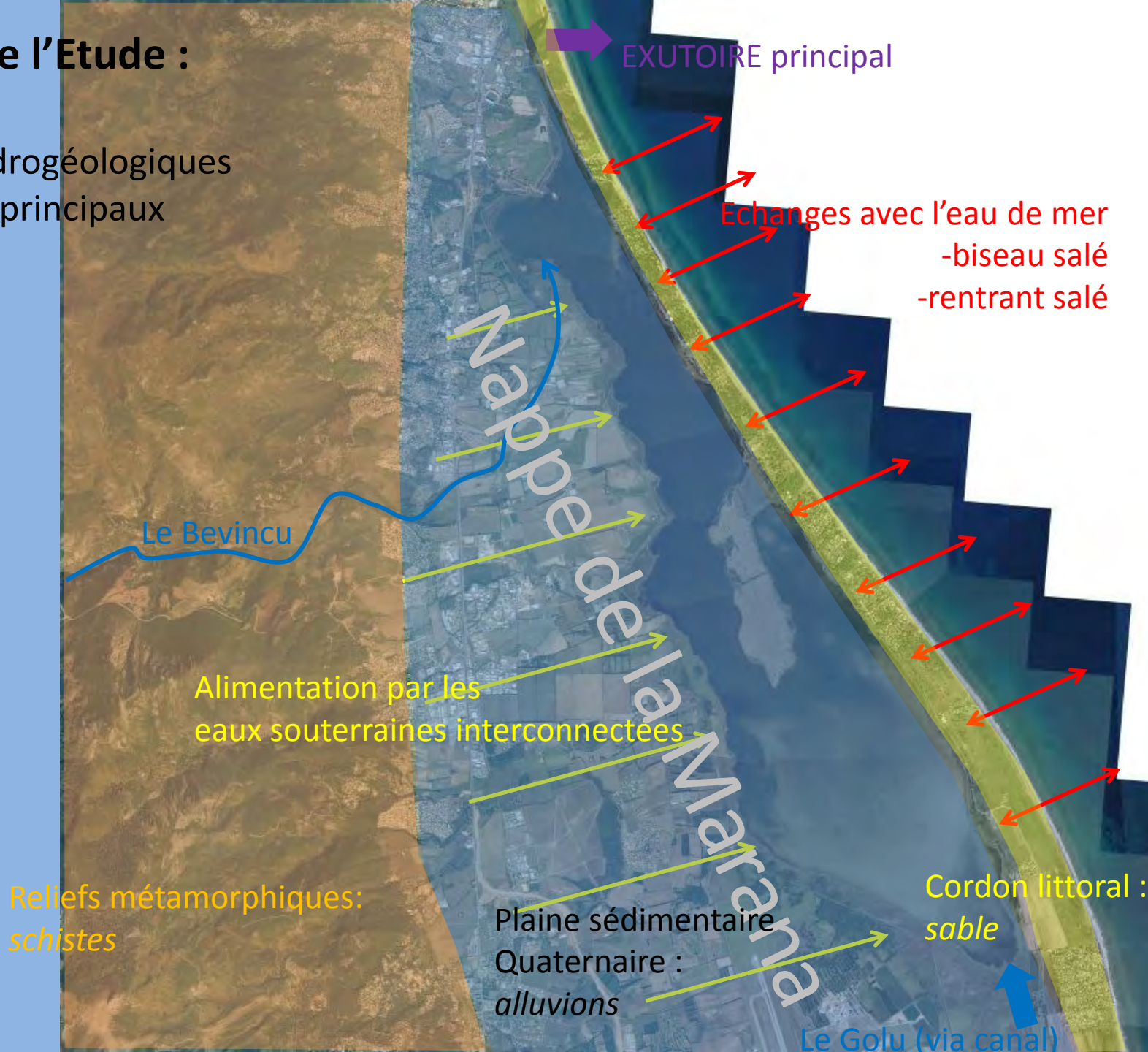
**La composante souterraine du bassin versant reste sous-renseignée**





# Contexte de l'Etude :

Ensemble hydrogéologiques  
et flux d'eau principaux



EXUTOIRE principal

Echanges avec l'eau de mer  
- biseau salé  
- rentrant salé

Le Bevincu

Alimentation par les  
eaux souterraines interconnectées

Reliefs métamorphiques:  
schistes

Plaine sédimentaire  
Quaternaire :  
alluvions

Cordon littoral :  
sable

Le Golu (via canal)

Mappe de la Marne



# Contexte de l'Etude



Voie ferrée

- De nombreuses pressions sur le site
- Conflits d'usage / d'intérêt

Captages  
eau potable

Zones urbanisées

Zones agricoles

Gravières

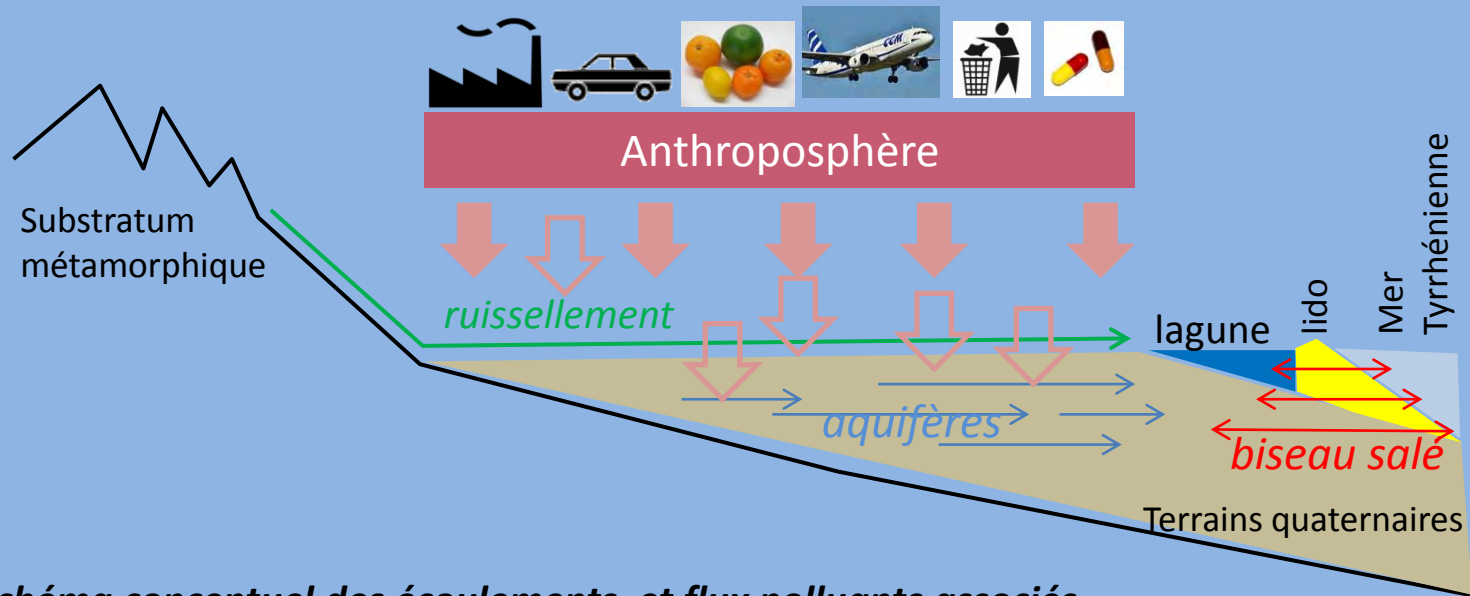
Route nationale

Aéroport



# Objectifs

- Évaluer les conditions de vulnérabilité des eaux souterraines en connexion hydraulique avec la lagune
- Caractériser les flux souterrains d'un point de vue qualitatif
- Mettre en évidence un lien entre les activités en surface/occupation des sols et les eaux souterraines



**Schéma conceptuel des écoulements et flux polluants associés en lien hydraulique avec l'étang de Biguglia**

# Méthodologie



- Reconnaissance de terrain
- Inventaire des puits, forages
- Prélèvements

Univ. Corse UMR SPE



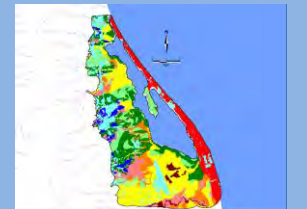
- Analyses isotopiques  $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$
- Analyses chimiques (traceurs anthropiques)

Univ. Corse UMR SPE



- Bilan de l'occupation des sols
- Bilans des paramètres hydrogéologiques structurels

Univ. Reims EA GEGENAA



- Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines du BV

Univ. Reims EA GEGENAA

- Diagnostic qualité
- "Age" des eaux

Validation de la cartographie



OHM  
URBA-lag  
2014

- Sol
- ZNS
- Piézo
- Pente
- Pluvio.
- Perméa.
- Géologie
- ...

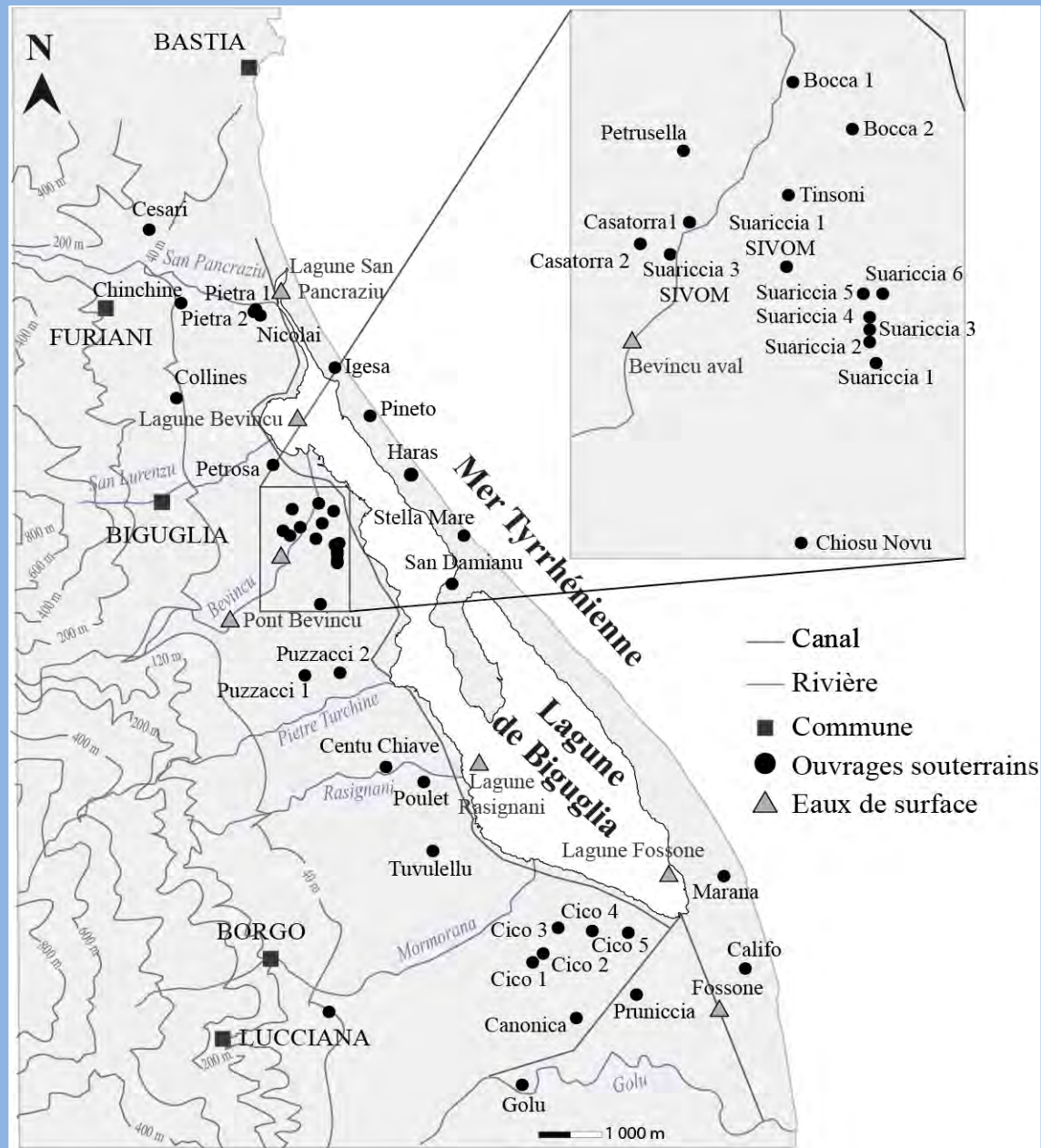
- Outils d'aide à une politique d'aménagement durable du BV
- Préservation du bon état écologique de la lagune



## Sélection des points de suivis

- Accès, état, entretien.
- Accord des propriétaires.
- Répartition homogène & stratégique.
- Objectif d'identification de 40 points.

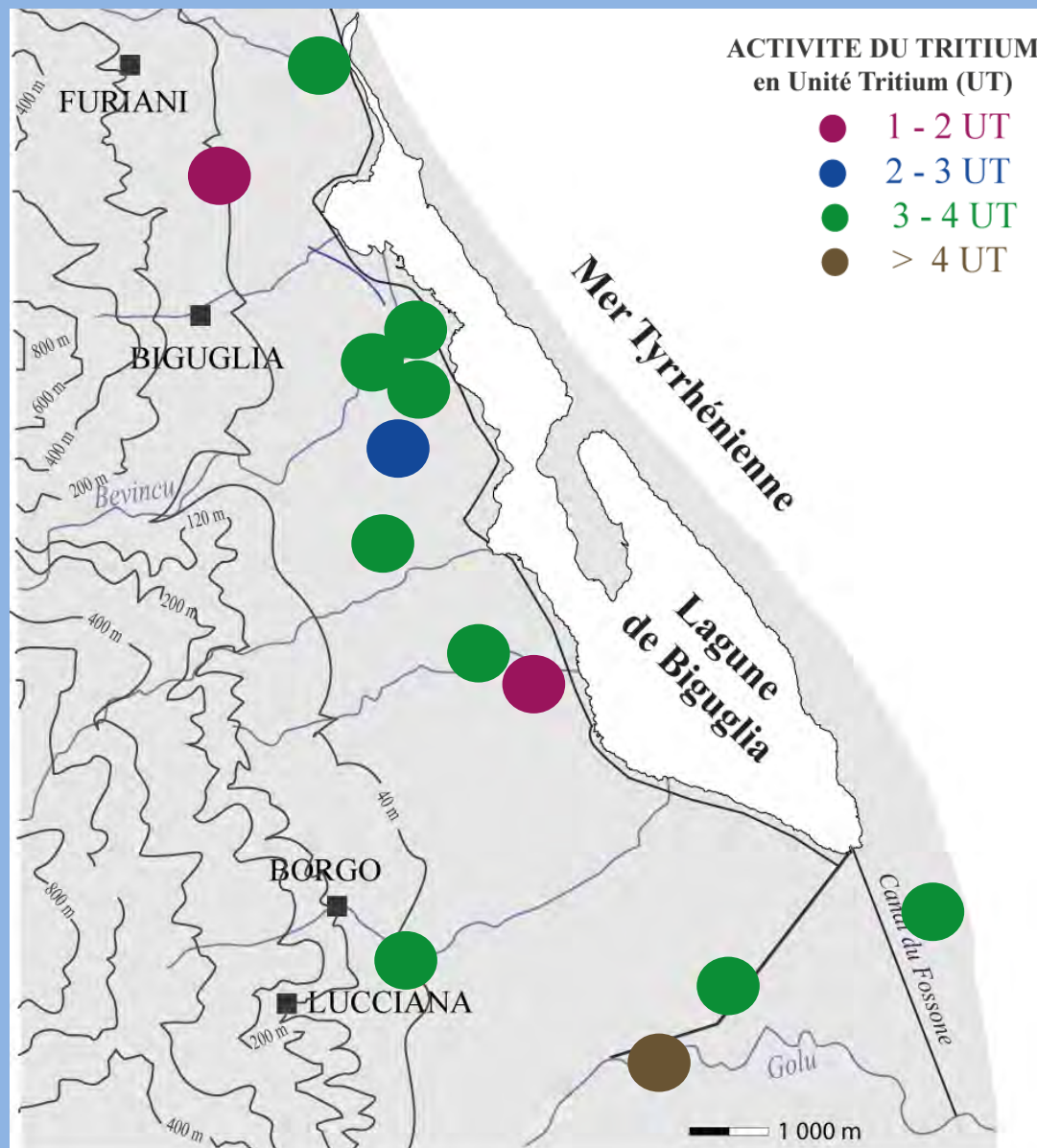
**43 points de suivi souterrains**  
**10 points de suivi de surface**  
 -rivières  
 -lagune



# Résultats

## Tritium ( $^3\text{H}$ ) dans les eaux souterraines : dynamique de renouvellement

Carte d'activité du  $^3\text{H}$



- *Information qualitative sur l'âge des eaux .*
- *Teneurs atmosphériques naturelles = 1 UT*
- *Essais nucléaires de 1950-60 = 6 000 UT*
- *Teneurs atmosphériques actuelles = 7-8 UT*
- *Activité  $^3\text{H} \leq 1-2 \text{ UT} \rightarrow$  eau + de 60 ans*
- *Activité  $^3\text{H}$  intermédiaires  $\rightarrow$  eau - de 60 ans*
- *Activité  $^3\text{H} \simeq 7-8 \text{ UT} \rightarrow$  eaux contemporaines*

*Eaux dépourvues de  $^3\text{H} \rightarrow$  + de 60 ans*

*Proportion d'eau ancienne majoritaire*

*Mélanges  $\simeq 50/50$*

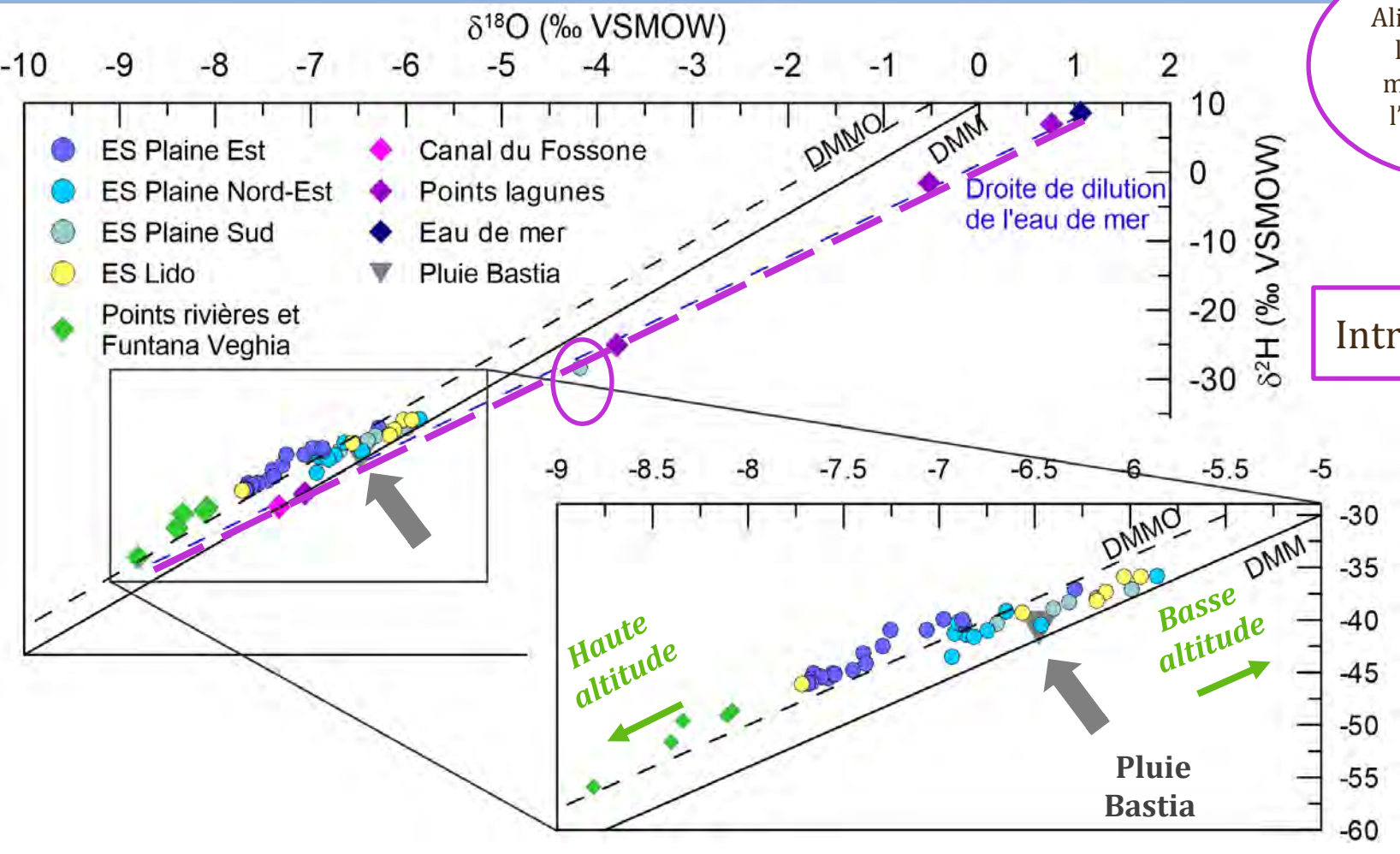
*Proportion d'eau récente majoritaire*

**Dynamique d'écoulement lente**  
**Archivage des polluants dans l'aquifère**



# Résultats

## Origine des eaux souterraines ( $\delta^2\text{H}$ , $\delta^{18}\text{O}$ )



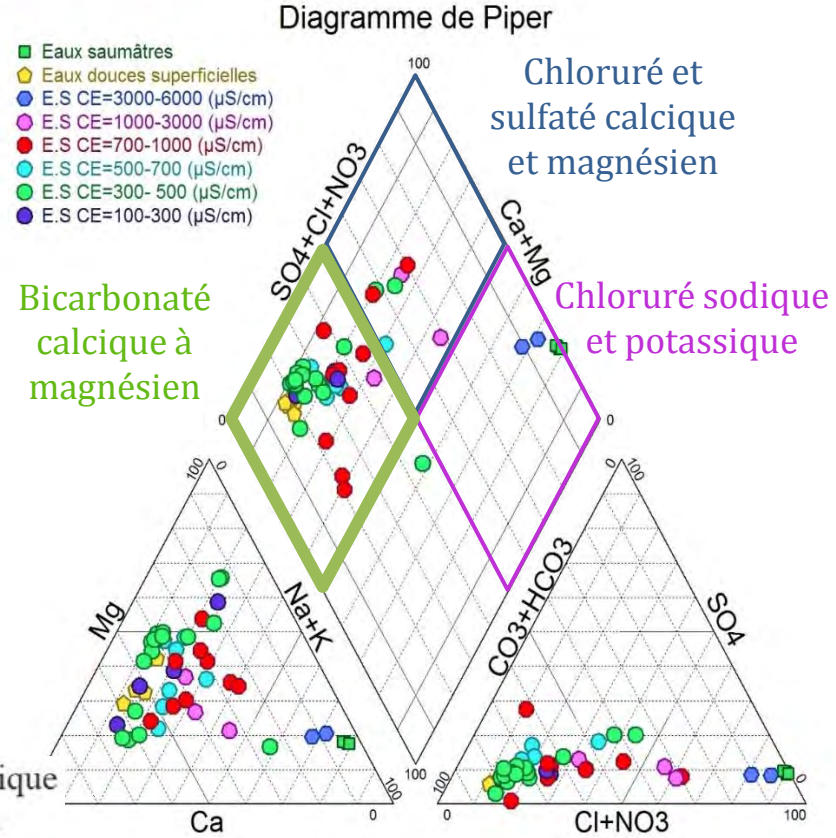
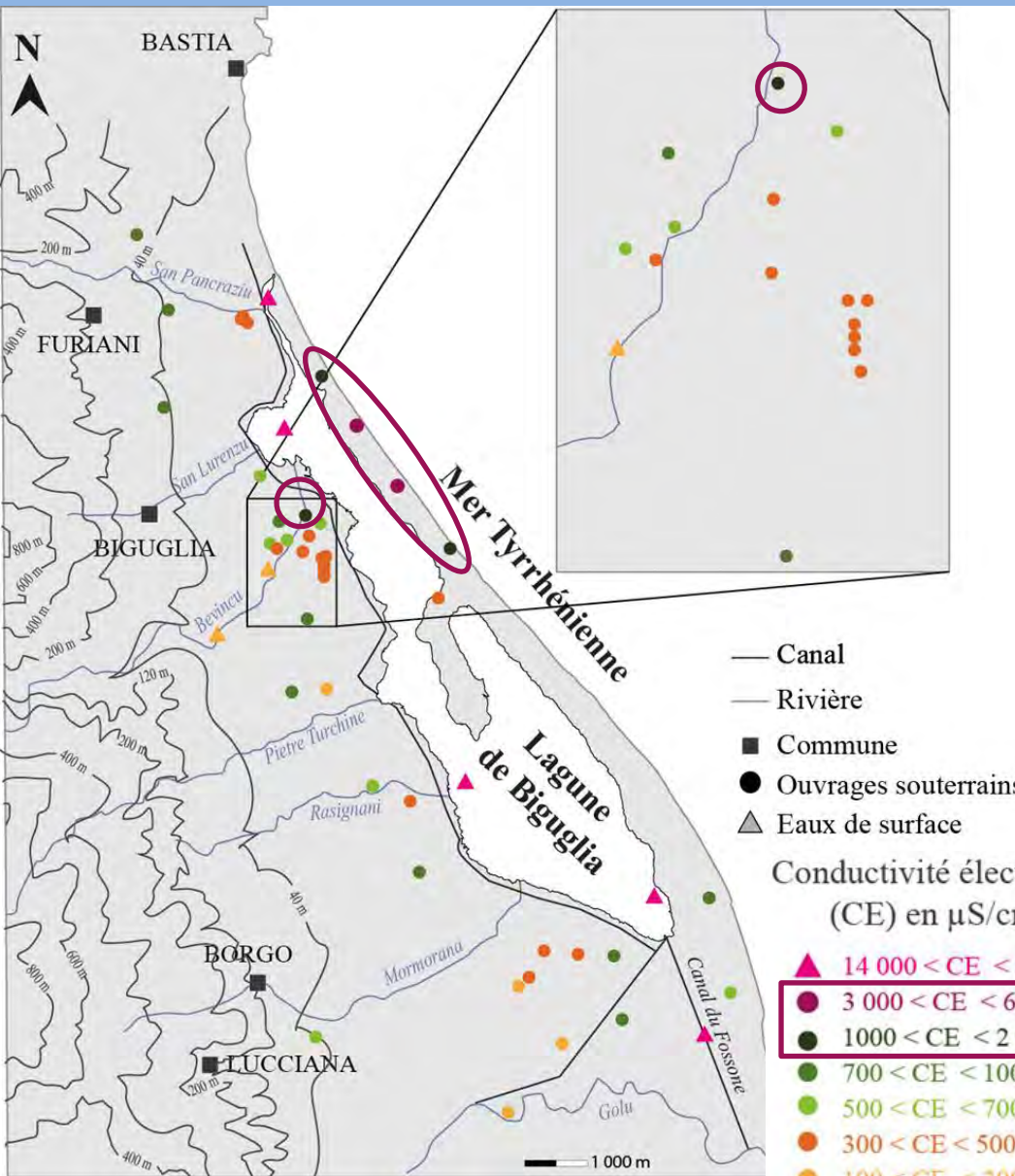
Recharge par les pluies locales :

- De basse altitude (Bastia)
- D'altitude (haut du BV)

- 2 origines de la recharge: autochtone & allochtone.
- Eaux infiltrée en altitude dans niveaux ~ profonds de la plaine
- Une intrusion saline détectée .

# Résultats

## Minéralisation et faciès des eaux (CE et ions majeurs)

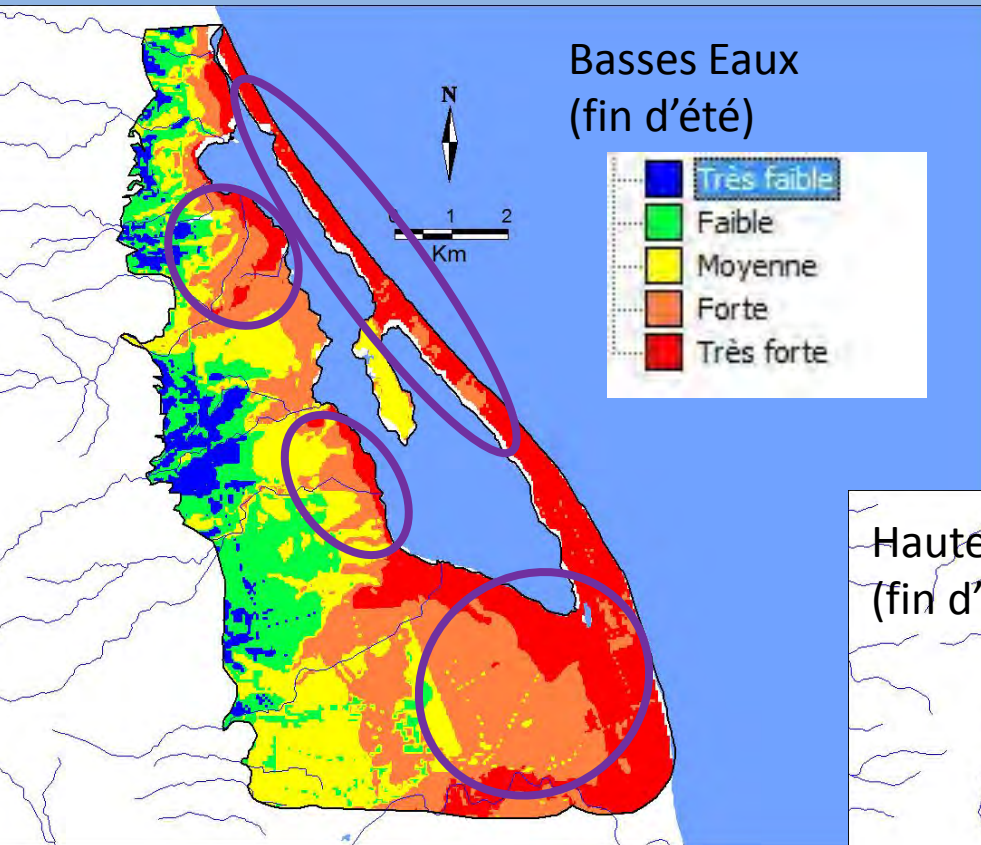


Minéralisation variable  
Globalement faible à modérée

- Influence interaction eau/roche (carbonatées/schistes)
- Influence du pôle marin
- Autre influence? - anthropiques



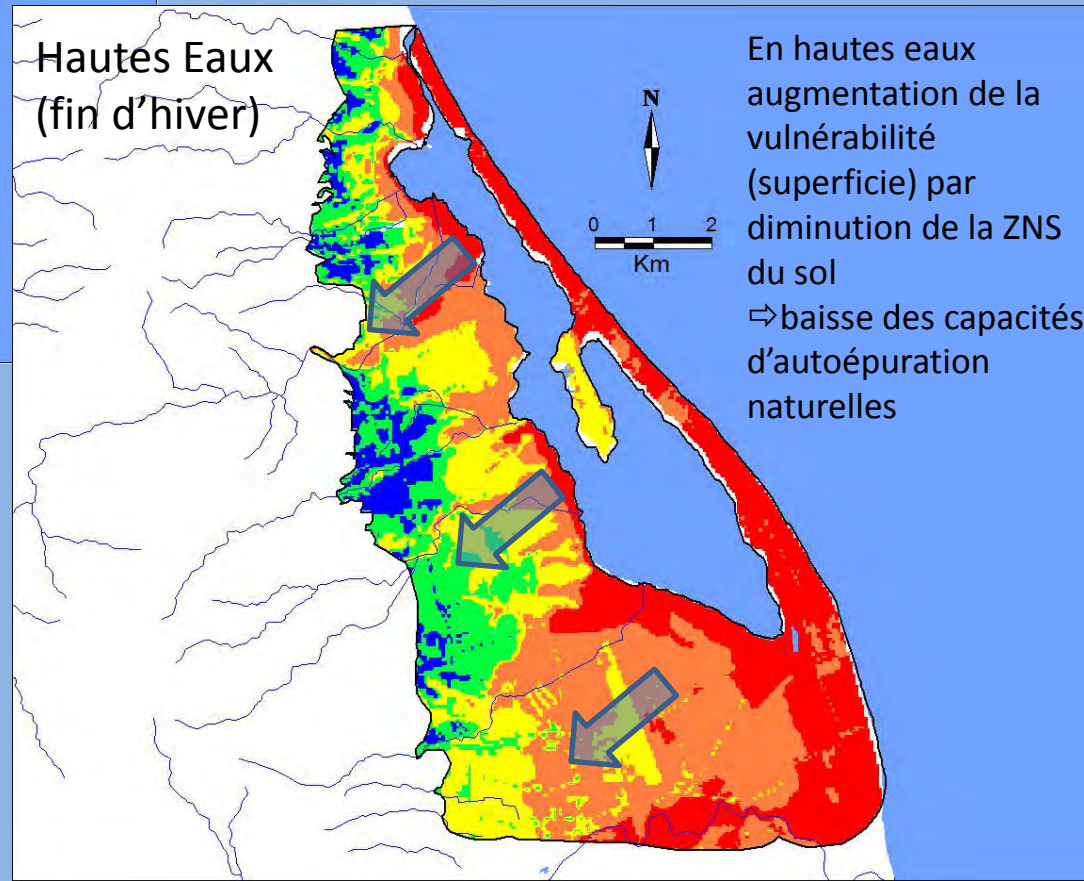
# Résultats : cartes de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines



Méthode DRASTIC (Aller et al. 1987)

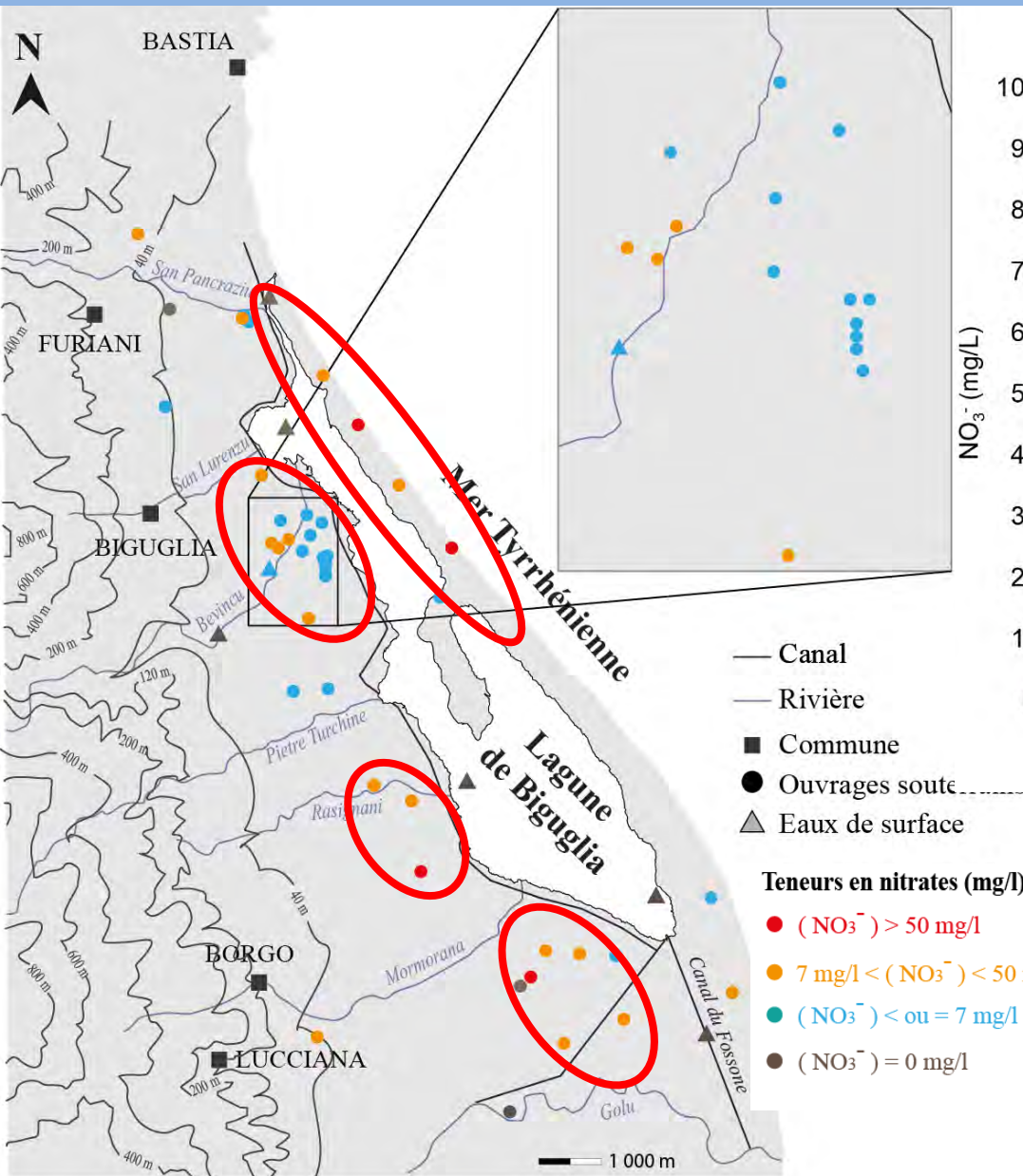
Zones vulnérables :

- lido
- embouchure du Bevincu
- rive gauche du Golu
- pourtour de la lagune

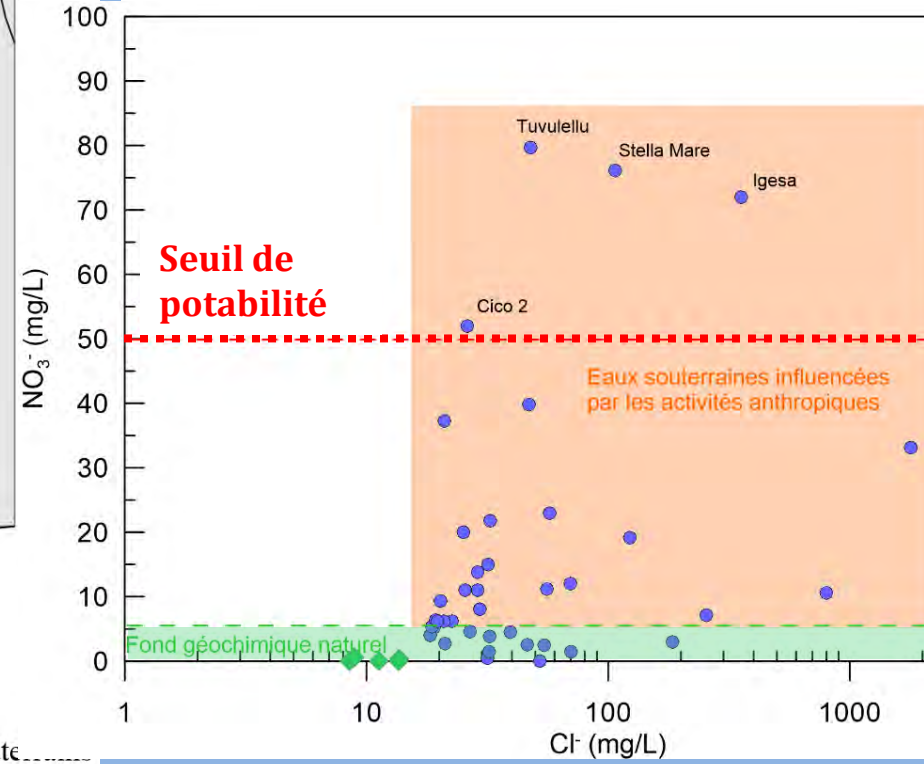


Mise en évidence des zones les plus sensibles à la contamination par les composés anthropiques ( $\text{NO}_3^-$ )

# Résultats : Validation des cartes – Teneurs en nitrates



*Bruit de fond naturel : NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ≤ 5-7 mg/L*



Teneurs variables :

- Concentrations naturelles (champ captant).
- Impact anthropique notable.
- Atteinte du seuil de potabilité.

Lien entre activités de surface et teneurs en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



# Conclusions - Perspectives

- Un espace souterrain déjà très perturbé,
- Les ES constituent un vecteur de pollution,
- Archivage des pollutions dans l'aquifère
- Libération sur le long terme vers la lagune
  
- Vulnérabilité structurelle forte autour de la lagune

- Tracer l'origine exacte des flux d'azote ( $\text{NO}_3^-$ ) –  $^{15}\text{N}$
- Mettre en relation avec les activités humaines
- Reconstitution de l'historique des activités (agriculture)

Nitro-LAG (2016)



## Attentes vis-à-vis de l'OHM :

-Approche interdisciplinaire : mieux appréhender les sites dans leur évolution historique récente (occupations humaines, occupation des sols, aménagements, structuration socio-économique du territoire, )

-Synergie entre projets sur le site de Biguglia : informations qualitatives spatialisées  
-Urba-LAG (2014), Urba-LAG2 ( 2015), ASTIRIA (2016), Nitro-LAG (2016)

-Développer une réflexion sur la résilience de l'hydrosystème : quelle est la capacité limite des eaux souterraines en termes d'impacts humains supportables compte tenu des capacités auto-épuratrices de ce milieu ?





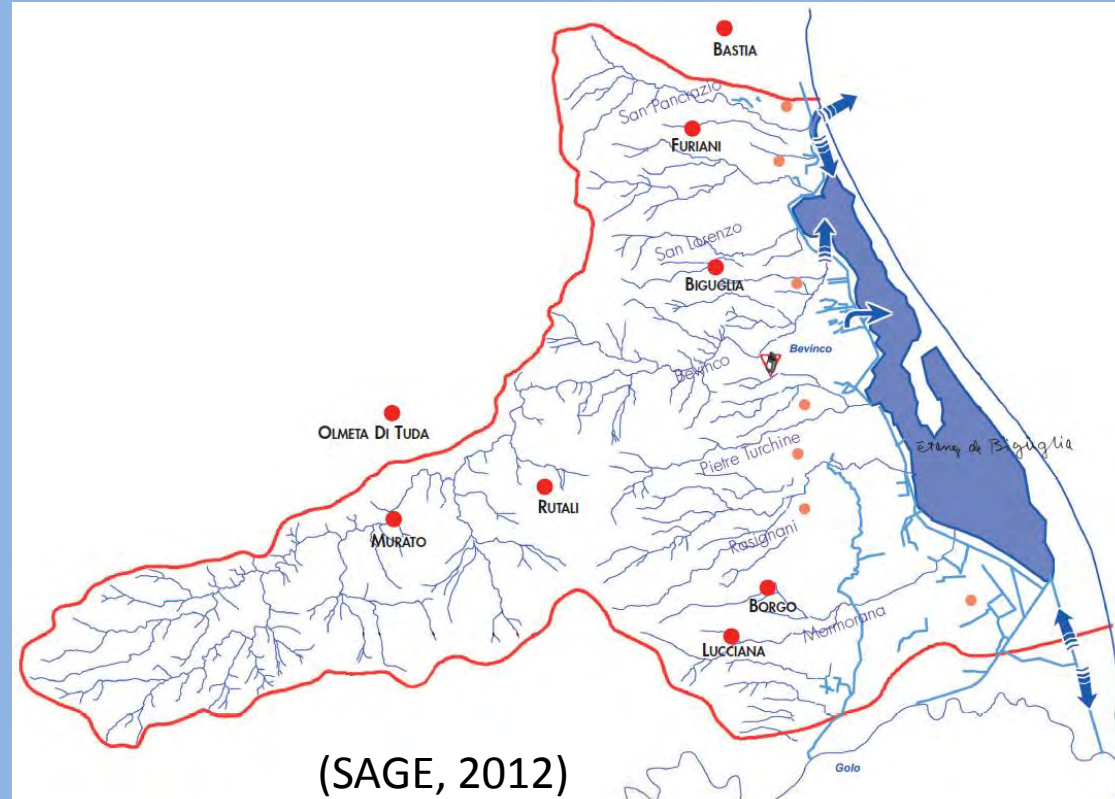
# Contexte de l'Etude

-Un hydrosystème très vulnérable :

- zone d'interface eaux marines/eaux douces (biseau salé mouvant, rentrant salé)
- proximité immédiate d'une zone urbaine majeure – Bastia
- seul espace disponible pour l'extension urbaine actuelle et future
- un environnement déjà très modifié par l'homme d'un point de vue hydraulique



➔ *Rôle ambivalent des canaux : - assainissement des terres  
- progression du biseau salé*



(SAGE, 2012)

# Méthodologie

Université de Corse

- Approche géochimique et isotopique de traçage des écoulements souterrains :
  - *paramètres in situ, ions majeurs, traces (traceurs anthropiques  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $K^+$ , etc)*
  - *traceurs intrinsèques de la molécule d'eau :  $^{18}O$  et  $^2H$*
  - *indicateur de temps de séjour :  $^3H$*
- Investigations sur 20-30 points (puits, forages, piézomètres) répartis sur zone
- 2 campagnes d'investigations hautes eaux (avril 2015) et basses eaux (septembre 2015)
- Définition de la signature isotopique locale des pluies et du cadre isotopique régional
  - Implantation d'un pluviomètre totalisateur au niveau du Fortin*

Université de Reims

- Confrontation avec l'occupation des sols (SIG)
- Etablissement d'une cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines à partir des données géologiques, hydrogéologiques, hydrochimiques, pressions anthropiques, nature des sols, etc.
  - . Méthode SINTACS (Prof., Infiltration, ZNS, Sol, Aquifère, Conduct., Topo.)
  - . Méthode GOD (GW occurrence, Overall aquifer class, Depth)



# Premières investigations : mars 2015

- 15 points de prélèvements identifiés
- difficultés d'accès (autorisations)
- de nombreux ouvrages ont été abandonnés (salinisation)
- répartition des ouvrages inégale
- mauvais entretien des captages

Le Bevincu

Le Golu





# Premières investigations : mars 2015

## Types d'ouvrages prélevés

+ qqs sources (haut bassin)

### Piézomètres



### Puits & Forages

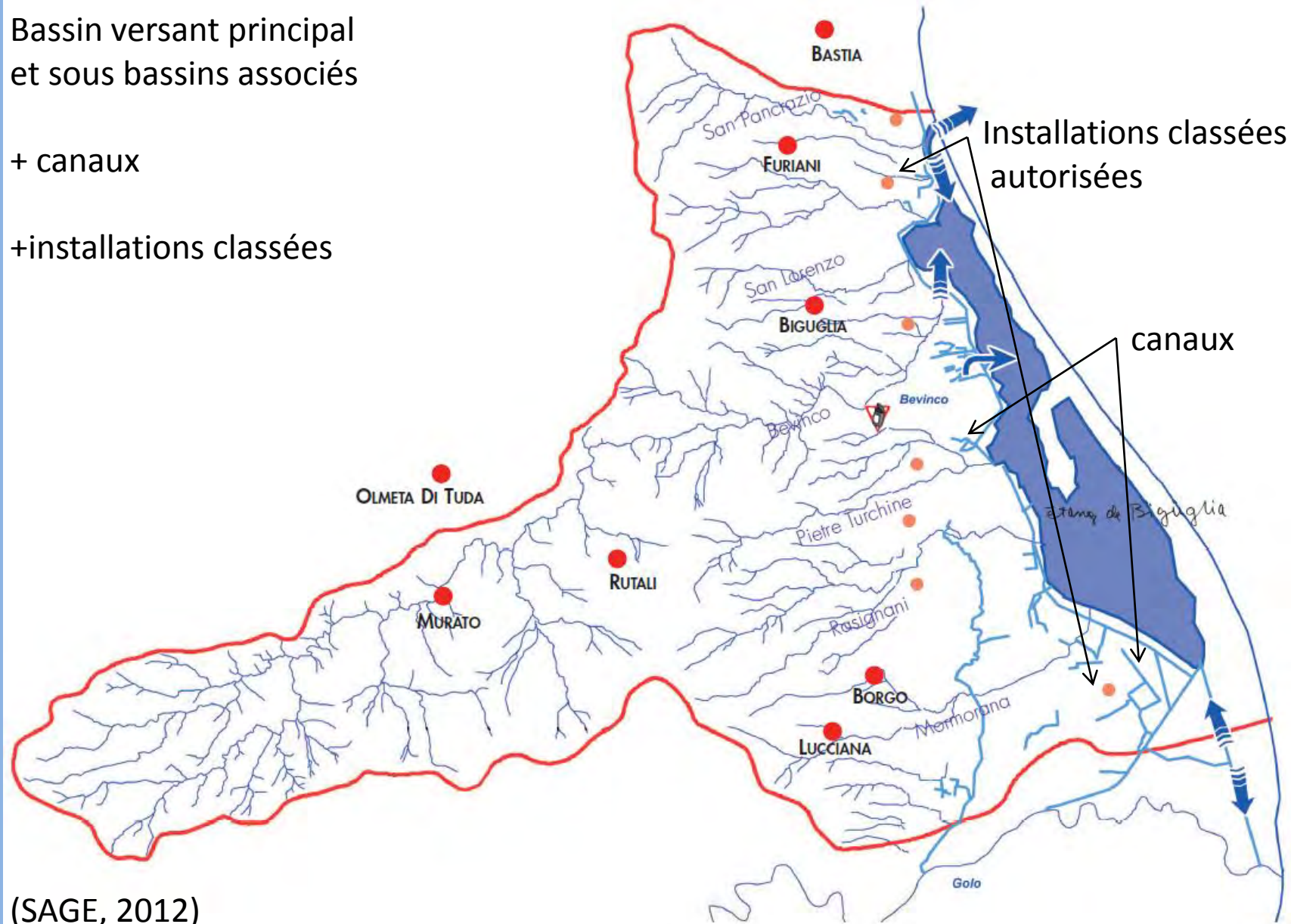


# Contexte de l'Etude

Bassin versant principal  
et sous bassins associés

+ canaux

+ installations classées



Installations classées  
autorisées

canaux

(SAGE, 2012)