



NITRO-LAG 2016 :

Dynamique socio-hydrogéologique du bassin versant de la lagune de Biguglia : Dualité entre résilience et vulnérabilité



μPOL-LAG :

Utilisation des micro-polluants émergents comme marqueurs de l'anthropisation côtière récente des flux superficiels et souterrains vers les lagunes.



Frédéric HUNEAU, Emilie GAREL, Vanina PASQUALINI

UMR CNRS 6134 SPE – Université de Corse

Hydrogéologie, Ecologie

Damienne PROVITOLLO

UMR 7329 Géoazur, - Sophia Antipolis

Géographie

Samuel ROBERT

UMR CNRS 7300 ESPACE– Aix-Marseille Université

Géographie

Séminaire annuel de l'OHM : 20 et 21 mars 2017, Mars

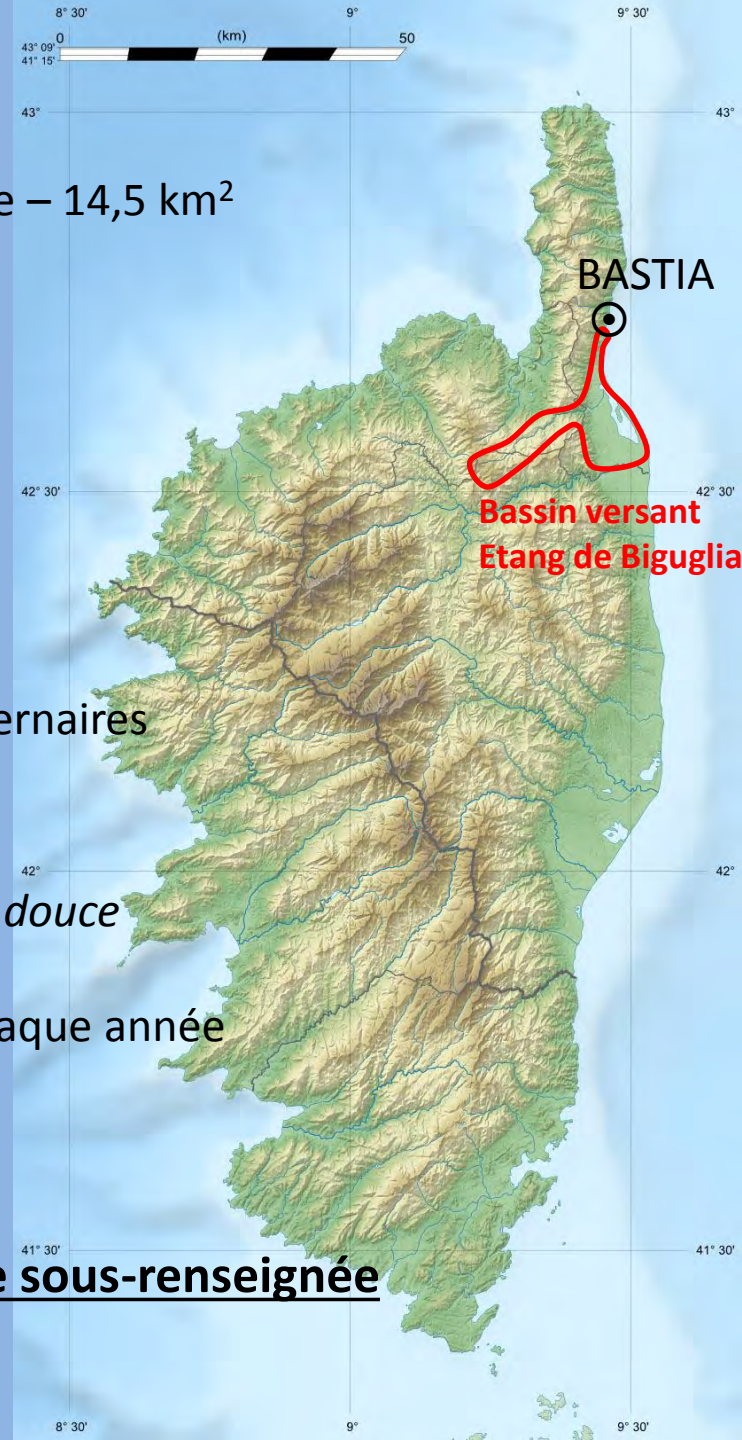
Contexte de l'Etude

- L'étang de Biguglia est la plus vaste zone humide de Corse – 14,5 km²
- Bassin versant de 182 km²
- 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

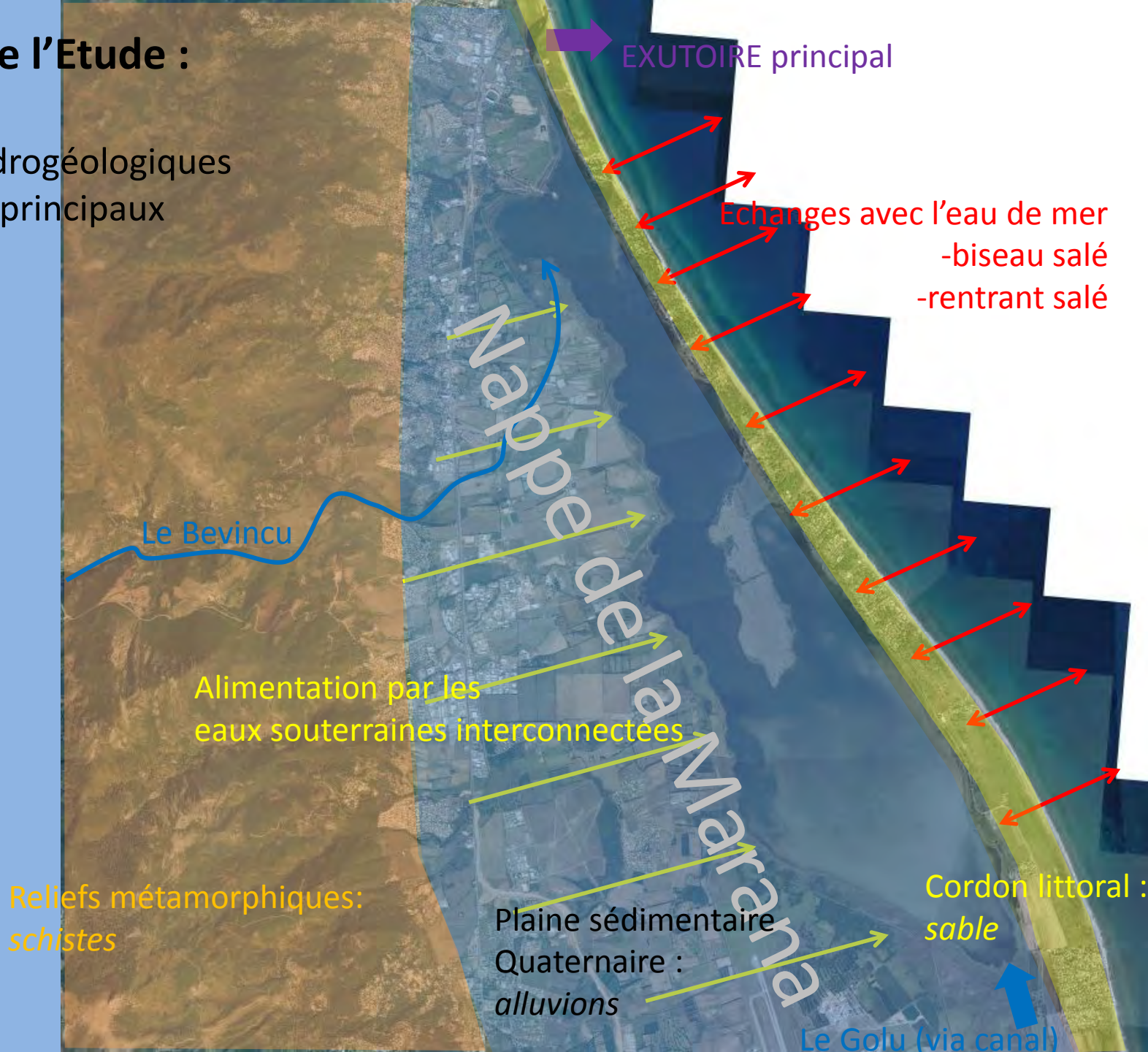
-20% minimum du renouvellement de l'eau de l'étang chaque année

La composante souterraine du bassin versant reste sous-enseignée



Contexte de l'Etude :

Ensemble hydrogéologiques
et flux d'eau principaux



Un contexte très compliqué

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



Voie ferrée

Captages
eau potable

Zones agricoles

Zones urbanisées

Gravières

Route nationale

Aéroport



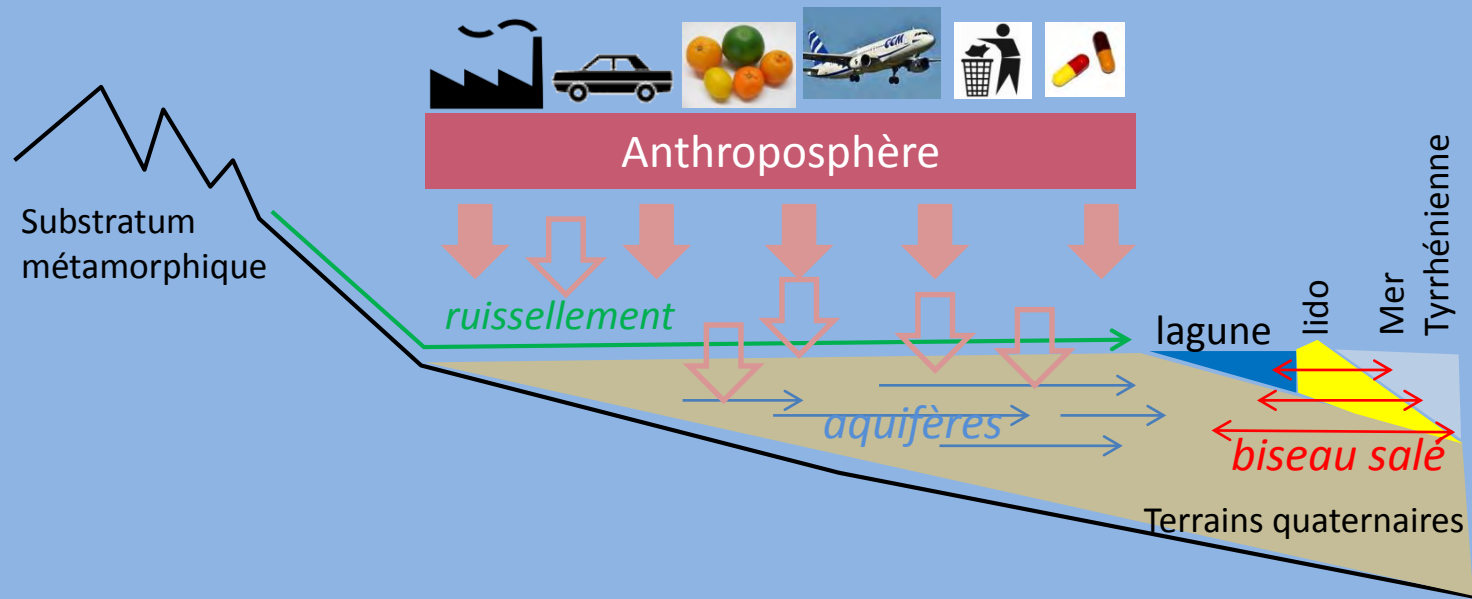


Schéma conceptuel des écoulements et flux polluants associés en lien hydraulique avec l'étang de Biguglia

PROBLÉMATIQUE DE NITRO-LAG (2016)

▪ Années 1950-60



▪ Aujourd'hui (2016)

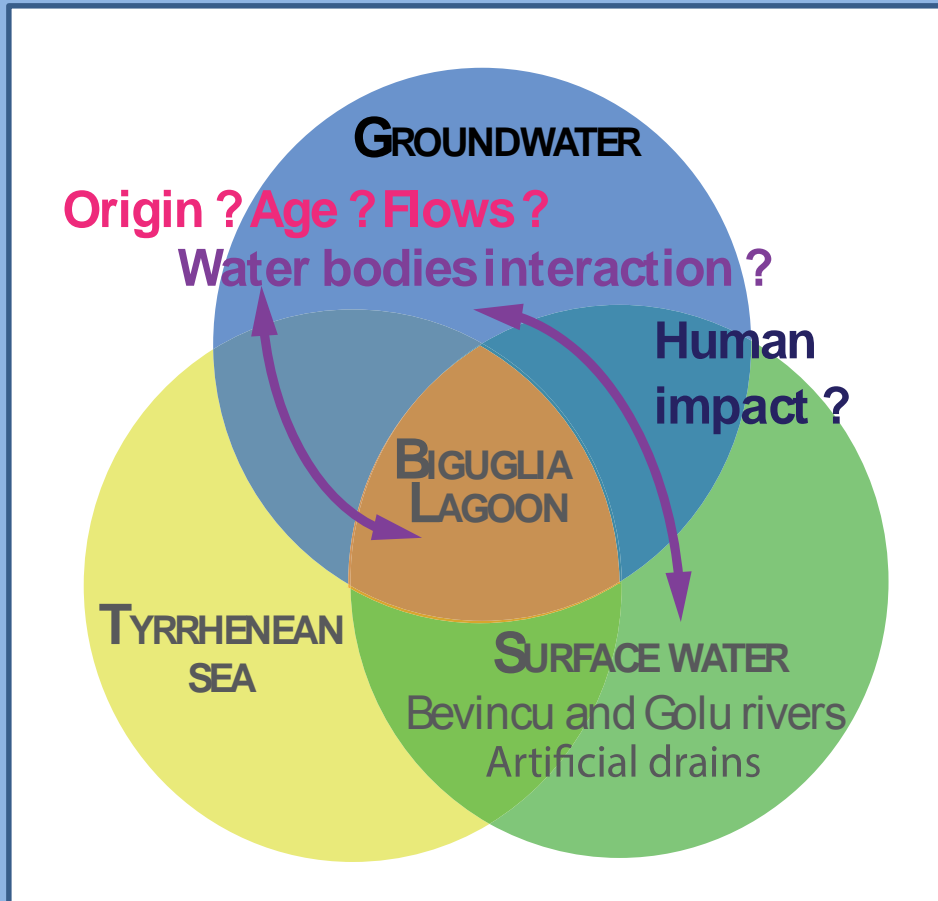


▪ Demain (2050-60)



Définir l'état de résilience des eaux souterraines en interaction avec la lagune en reliant la dynamique anthropique depuis 50 ans et les différents types de pollutions azotées qui impactent les eaux souterraines.

STRATÉGIE D'ÉTUDE



Rôle des eaux souterraines et interaction avec les eaux de surface, la mer, la lagune et la sphère anthropique :

- Un des verrous à lever pour la gestion du littoral ?



STRATÉGIE D'ÉTUDE

Hydrosphère (BV + Lagune)

HYDROGEO-LAG

- Origine des composés azotés ($\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{18}\text{O} - \text{NO}_3$ et ^{11}B)
 - > dans les eaux souterraines
 - > dans la lagune
- Âge des eaux souterraines (^3H , CFCs, SF_6)

Anthroposphère

URBA-LAG, URBA-LAG2, collectif OHM

- Evaluation des changements des pratiques agricoles depuis les années 50
 - Type
 - Occupation du sol
- Urbanisation croissante : marqueurs d'anthropisation des E.S.
 - Assainissement collectif
 - Assainissement autonome

←
Modification
de la qualité

→
AEP
Eaux agricoles

Peut-on définir un état de résilience
du système hydrogéologique ?

→
Influence sur l'état écologique de la
lagune ?

DONNÉES COLLECTÉES

Eaux souterraines :

15 points (HYDROGEO-LAG)

Qualité hydrochimique et marqueurs anthropiques

- Eléments majeurs et traces
- $^{18}\text{O}/^{2}\text{H}$
- ^{15}N et ^{18}O des NO_3
- ^{11}B

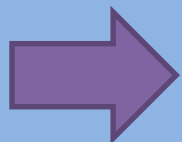
Ages des eaux souterraines :

- Tritium
- CFCs et SF_6 (4 points)

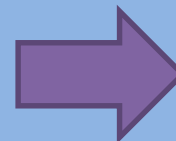
Eaux de lagunes : 5 points

Elements majeurs et traces

^{15}N et ^{18}O sur les nitrates



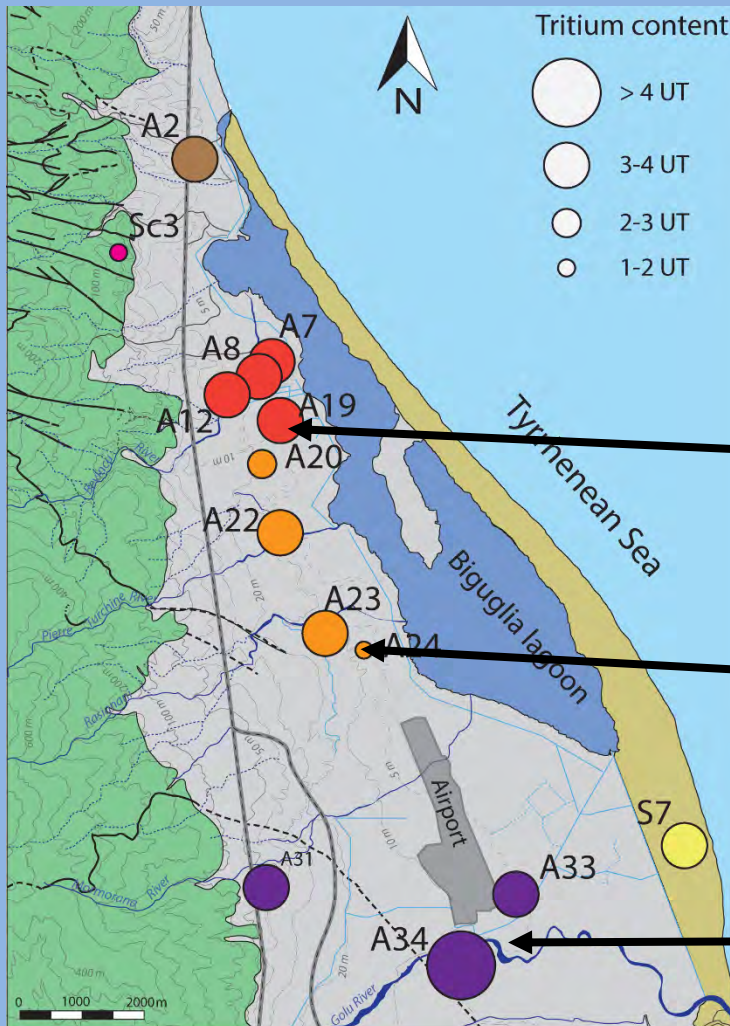
Campagne de terrain réalisée en mai 2016.



Déterminer les facteurs de résilience des eaux souterraines

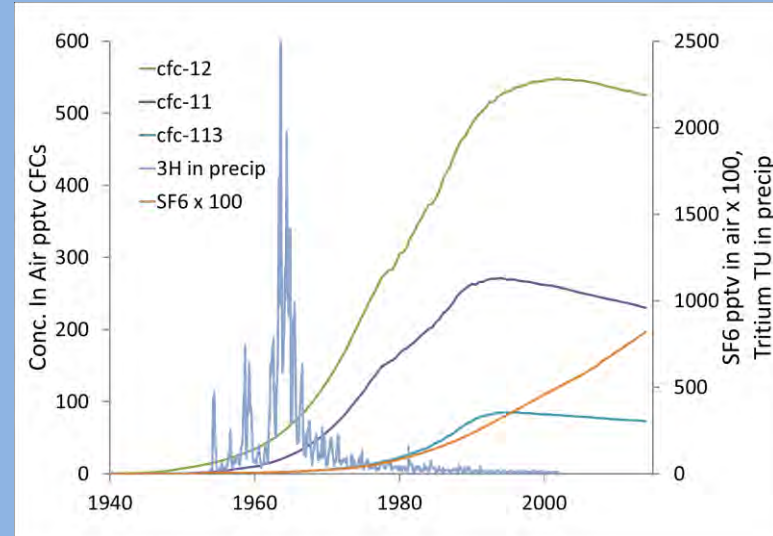
RÉSULTATS : L'ÂGE DES EAUX SOUTERRAINES

- ChloroFluoroCarbons (CFCs) & Sulfur hexaFluoride (SF6) : anthropogenic atmospheric gases



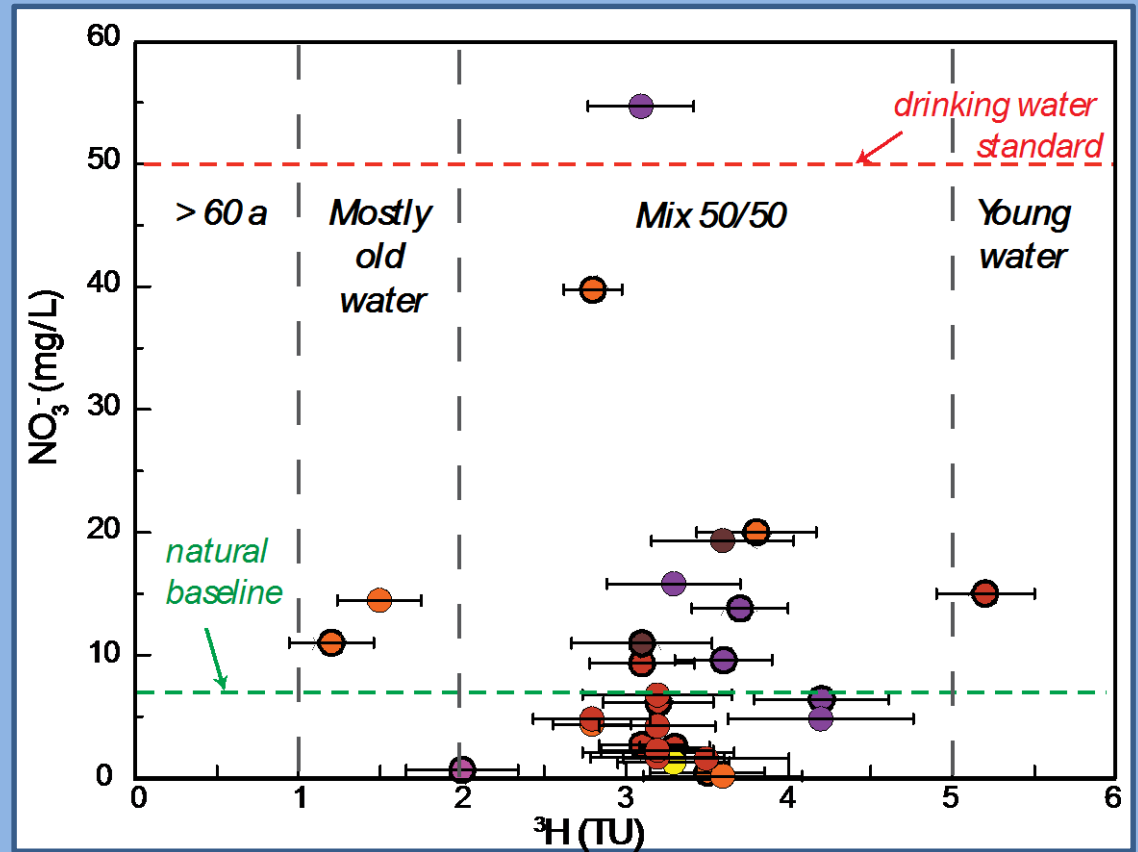
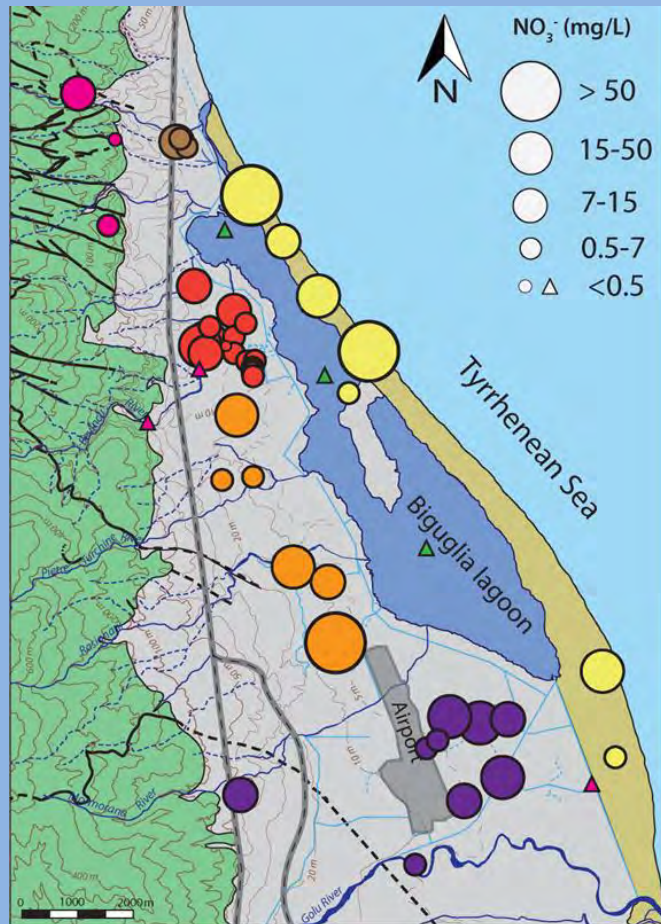
Tritium
 Âge des eaux variant entre 60 ans et actuel

Gaz atmosphériques anthropiques : (CFCs et SF6)
 => Proportions de mélange entre eaux actuelles et anciennes très variable



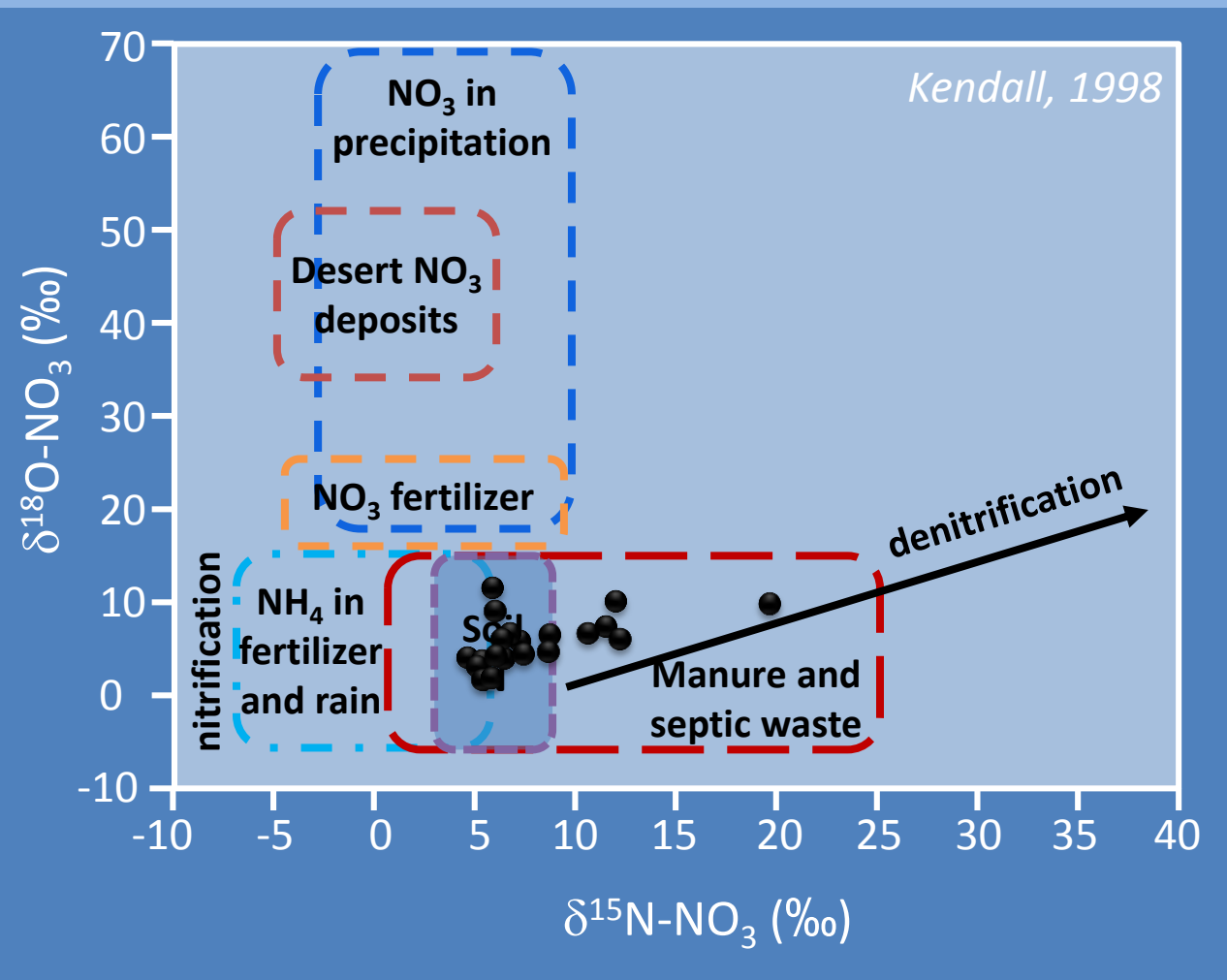
RESULTATS : NITRATES=> ISOTOPES DE L'AZOTE-15 ET DE L'OXYGÈNE-18

- Constat 2015 et 2016:
=> Possible origine ancienne des nitrates présents dans les eaux souterraines



RESULTATS : NITRATES=> ISOTOPES DE L'AZOTE-15 ET DE L'OXYGÈNE-18

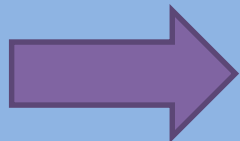
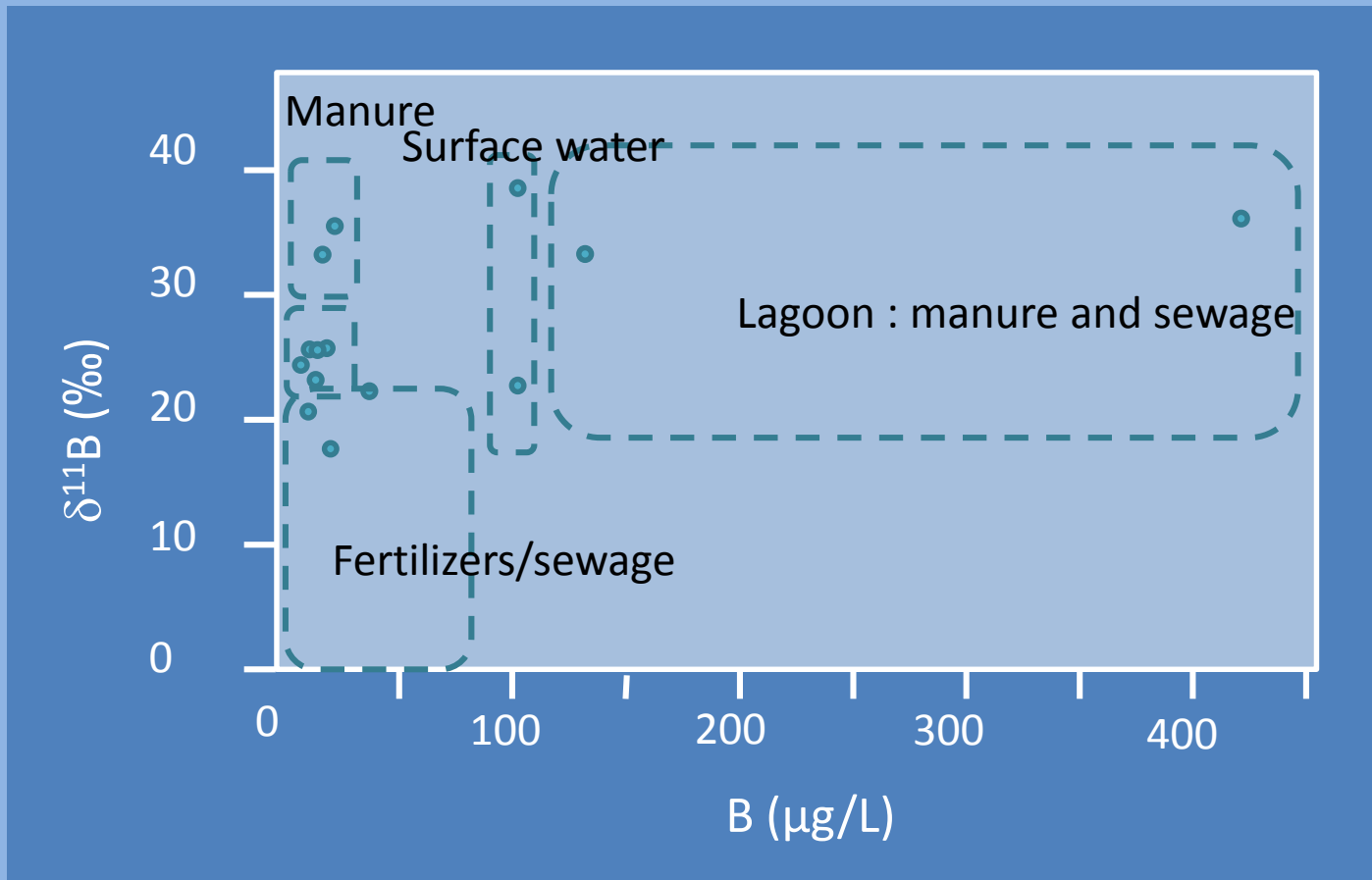
- Collaboration avec le laboratoire Aquatic and Stable Isotope Biogeochemistry – Universität Basel (Suisse)



- Origine des nitrates :
Fertilisants,
Effluents de STEP
Fumier ?
Azote du sol ?

RÉSULTATS : ^{11}B => DISCRIMINATION DE L'ORIGINE ANTHROPIQUE DE L'N

- ^{11}B utilisé pour mieux comprendre l'influence des eaux usées (traceur des détergents)



Impact anthropique visible dans toutes les eaux souterraines même celles dont les concentrations en nitrates sont en dessous de 15 mg/L.

RESULTATS : LA RÉSILIENCE COMME CADRE D'ANALYSE

Manifestation de la résilience Pour Qualité des eaux souterraines	Facteurs de résilience	Données
<ol style="list-style-type: none">1. Potabilité pour l'homme (garantir approvisionnement en eau)2. Potabilité pour l'agriculture3. Faible eutrophisation4. Continuité écologique avec la lagune = rôle écologique de l'eau souterraine comme fournisseur d'eau à la lagune	<ol style="list-style-type: none">1. Niveau d'azote2. Niveau de salinité3. Teneur en nutriments4. Dynamique de l'occupation des sols (depuis 1970) sur les flux polluants générés	<ol style="list-style-type: none">1. Analyse en nitrate2. Conductivité électrique de l'eau3. Type et quantité de phytoplanctons, toxine liée à l'eutrophisation4. Superficie agricole, type d'agriculture en lien avec les pollutions générées

CONCLUSION SUR LES PREMIERS RÉSULTATS DE NITRO-LAG

- Marquage anthropique de l'ensemble des éléments présents dans la lagune
- Présence préférentiel des effets des élevages avicoles et caprins.
- Discrimination précise délicate due à des effets de mélange complexes
- La lagune est l'un des secteurs les plus marqué par les effluents anthropiques
- Très prochainement :
 - proposer un schéma systémique sur le rôle des eaux souterraines dans un cadre socio-hydro-écologique
- Précisions sur les marqueurs urbains => μ POL-LAG

μpol-Lag : 2017 : Utilisation des micro-polluants émergents comme marqueurs de l'anthropisation côtière récente des flux superficiels et souterrains vers les lagunes.

μ-polluants émergents : nouvelle menace sur les hydrosystèmes lagunaires

- les médicaments (antibiotiques, hormones, etc),
- les produits de dégradation de détergents,
- les désinfectants,
- les produits de soin corporels,
- les retardateurs de flamme,
- les antioxydants,
- etc

→ Molécules organiques
→ Nanoparticules

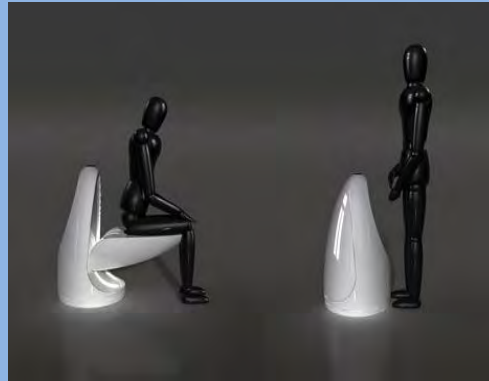
→ petite et moyenne industrie,
→ activités domestiques
→ assainissement

Pharmaceuticals: Pathways

Growing consumption



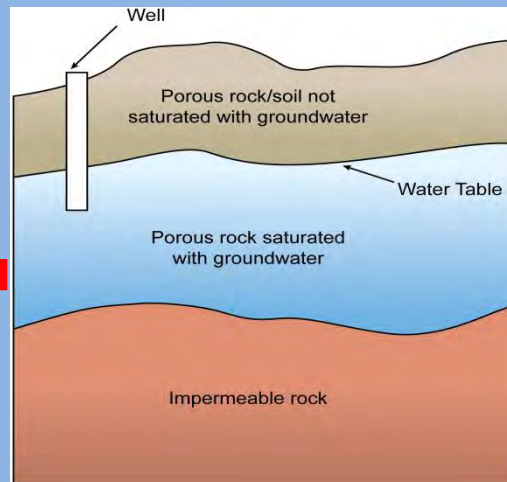
Metabolism



Sewage treatment plant



Drinking water



Ground water



Surface water



Pharmaceuticals: Properties

Hydrophobic ←

Hydrophilic ←



$\text{Log}K_{ow}$



$\text{p}K_a$

→ Weak acid

→ Strong acid

→ Bases

Persistent ←

Non-persistent ←



persistence

Half life



©National Geographic

→ Bioaccumulative

→ Non Bioaccumulative

Bioconcentration factor

Infrastructures d'assainissement :

Ouvrages de surverse du réseau d'eaux usées du SIVOM de la Marana sur les communes de BASTIA, FURIANI, BIGUGLIA, BORGO, LUCCIANA



Poste de relevage (overflow)



BASTIA

FURIANI



BIGUGLIA

BORGO

LUCCIANA

Localisation des postes de refoulement de capacité supérieure à 200 EH et possédant un déversoir d'orage

PR Capacité > 200 EH
PR Déversoir d'orage (poste soumis à régularisation)

Objectifs

- Faire un bilan de l'état de contamination de l'hydrosystème vis-à-vis des émergents
(principales molécules médicamenteuses et vétérinaires + qqs nanoparticules)
- Croiser les données environnementales mesurées avec les données socio-démographiques
(à partir des données de consommations de médicaments/autre de la CPAM, ODARC, CCI)



Lien entre pratiques de consommation et contamination hydro-environnementale ?

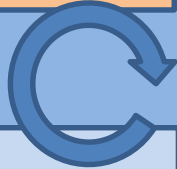


Quid de l'évolution de l'état écologique de l'hydrosystème avec le développement actuel de l'anthropisation ?

Méthodologie



URBA-lag
2014
HYDROGEO-lag
2015
NITRO-lag
2016



-Sol
-Pente
-Pluvio.
-Perméa.
-Géologie
...

-Prélèvements
aquifère
rivière
lagune

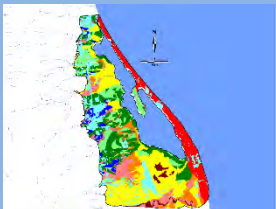
-analyse polluants émergents

-Diagnostic qualité

-collecte des données de
consommation médicamenteuse

-comparaison des données mesurées avec données prédites
-comparaison des données avec occupation du territoire

-Prospective sur le bon état écologique « future » de la lagune
-Impact quantifié de l'augmentation démographique sur le territoire



Méthodologie

- Collecte des données quantifiée de consommation médicamenteuse auprès de la **CPAM 2B**
 - par commune*
 - par établissement vendeur*

-Méthodologie de calcul proposée par *Celle-Jeanton et al. (2014)* :



Environment International 73 (2014) 10–21

Contents lists available at ScienceDirect

Environment International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envint

Evaluation of pharmaceuticals in surface water: Reliability of PECs compared to MECs

Hélène Celle-Jeanton ^{a,b,c,*}, Dimitri Schemberg ^d, Nabaz Mohammed ^{a,b,c,e}, Frédéric Huneau ^{f,g}, Guillaume Bertrand ^h, Véronique Lavastre ^{a,b,i}, Philippe Le Coustumer ^e

Predicted Environmental Concentrations (PECs)
Measured Environmental Concentrations (MECs)

Données additionnelles nécessaires :

- pharmacocinétique
- rendement des STEP, ...

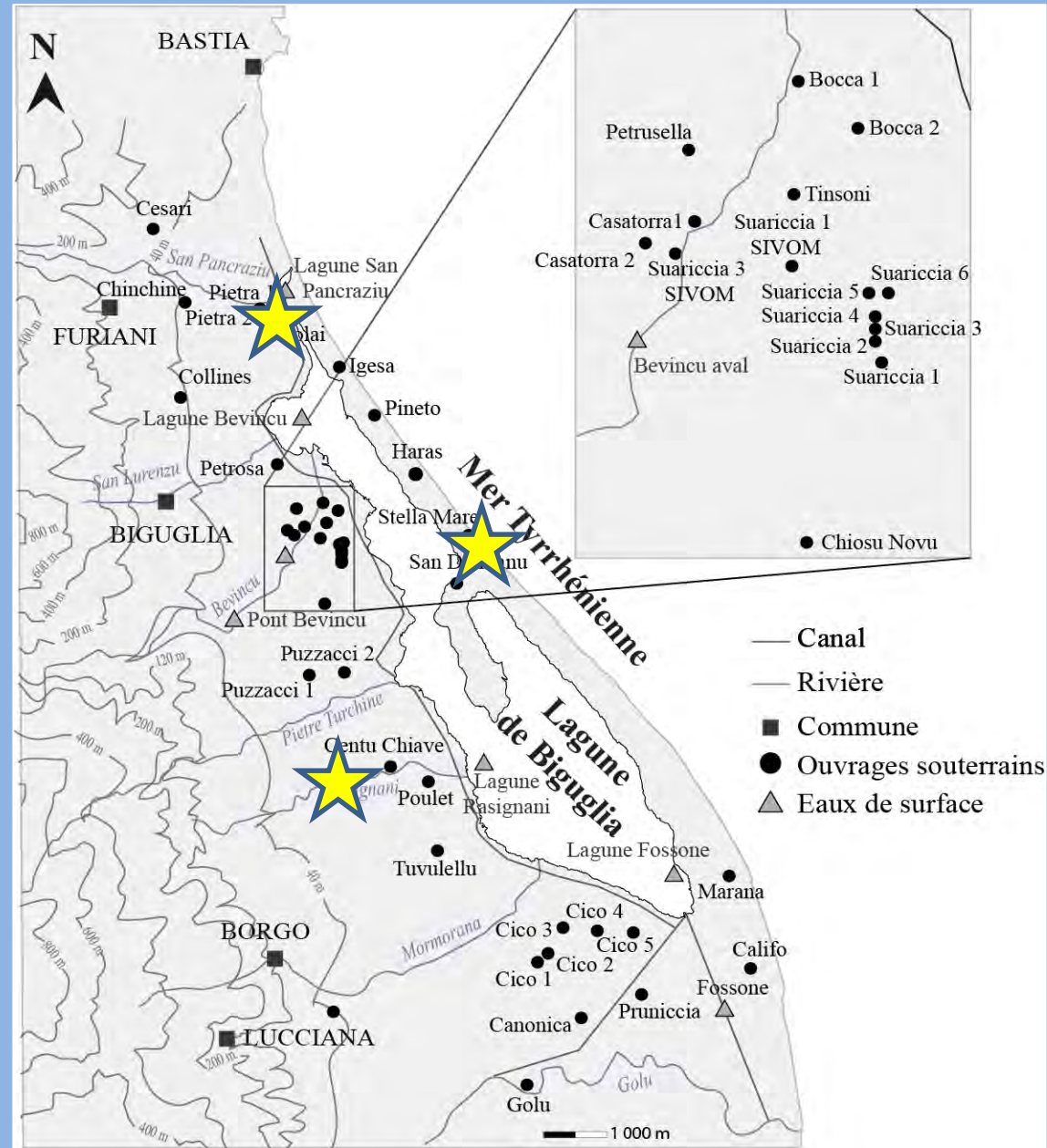
- Prise en compte des molécules vétérinaires et des nanoparticules (petite industrie):
 - données agricoles ODARC*
 - données industrielles DREAL et CCI*

Réseau de mesure

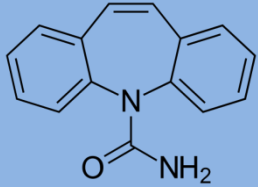
15 points de suivi souterrains
5 points de suivi de surface

-rivières
-lagune

★ STEP
+ linéaire assainissement



Des traceurs potentiellement prometteurs ...



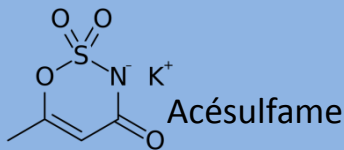
Carbamazépine : antiépileptique

→ *molécule conservative, excellent traceur des eaux usées « anciennes » dans l'environnement*

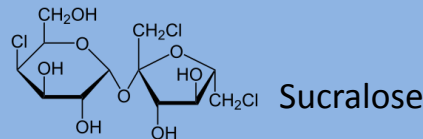


Caféine : stimulant + usage alimentaire

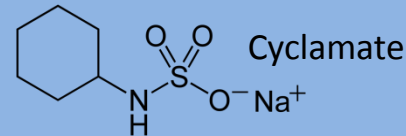
→ *molécule labile, très peu stable, excellent traceur des eaux usées « jeunes » dans l'environnement*



Acésulfame



Sucralose



Cyclamate

Edulcorants de synthèse : usage alimentaire

→ *excellent traceur des eaux usées dans l'environnement*
→ *très vaste dispersion*

Résultats attendus :

- Evaluation qualitative de la qualité des eaux du BV en surface et en souterrain
- Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation (pharmaceutiques, vétérinaires, nanoparticules)
- Evaluer la pérennité du potentiel de ce territoire en termes de services eco-systémiques (production d'eau potable, usages piscicoles, usages agricoles)

Partenaires pour les aspects analytiques :



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 ?



