

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

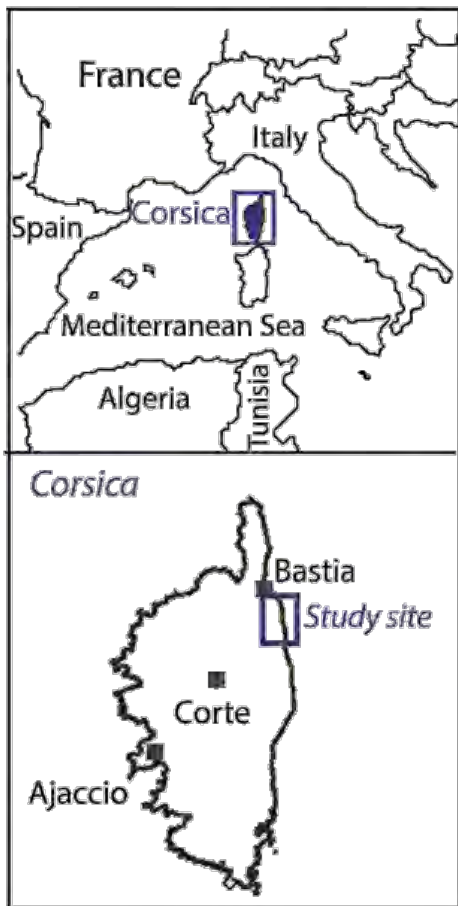


M. Erostate¹, F. Huneau¹, E. Garel¹, V. Pasqualini¹

¹University of Corsica, UMR CNRS 6134 SPE, France. erostate_m@univ-corse.fr



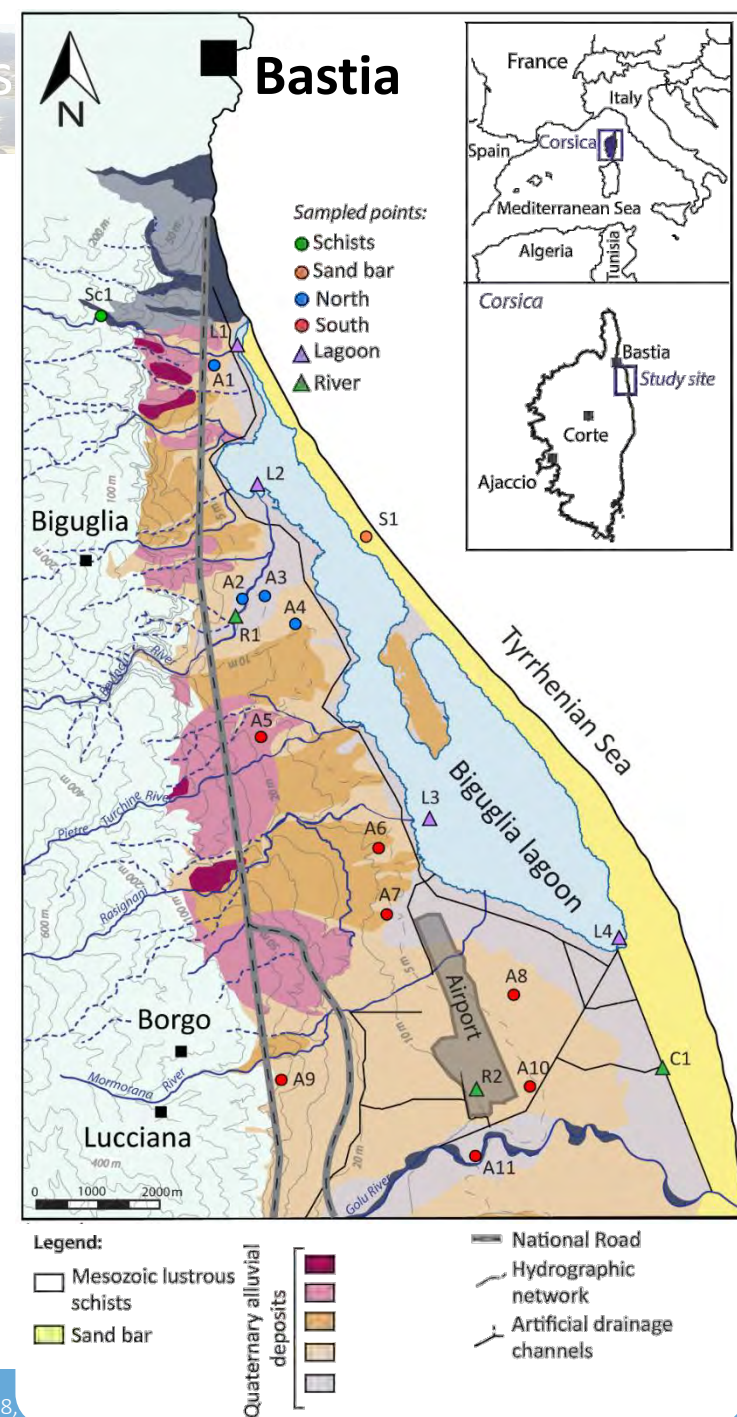
Site d'étude: la lagune de Biguglia



- ❖ Plus grande zone humide de Corse: 14,5 km²
- ❖ Classée RAMSAR depuis 1990 (migration des oiseaux)
- ❖ Réserve naturelle depuis 1994
- ❖ Peu profonde: 0,8 - 2 m

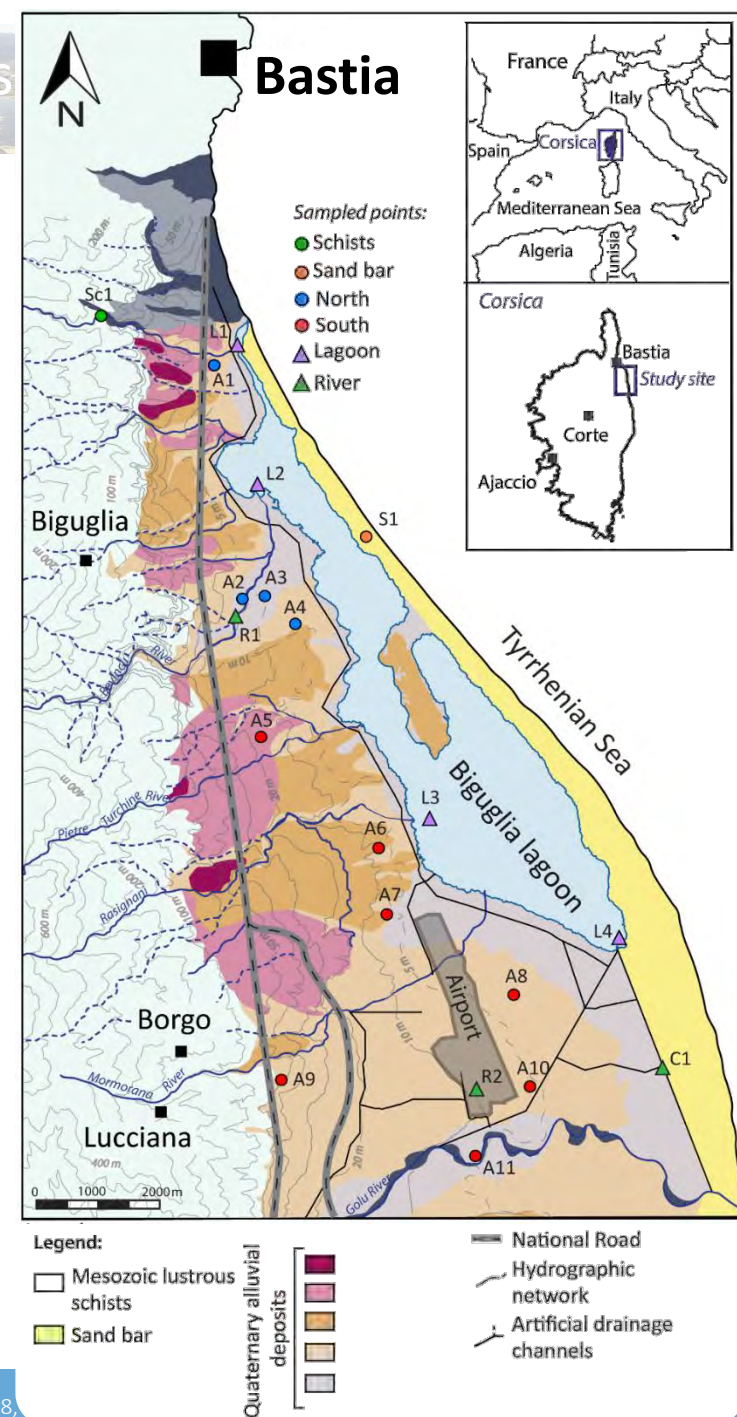
Site d'étude: la lagune de Biguglia

- ❖ Bassin versant: 182 km²
- ❖ **Géologie:**
 - Schistes lustrés au Nord et à l'Ouest
 - Plaine sédimentaire au Sud



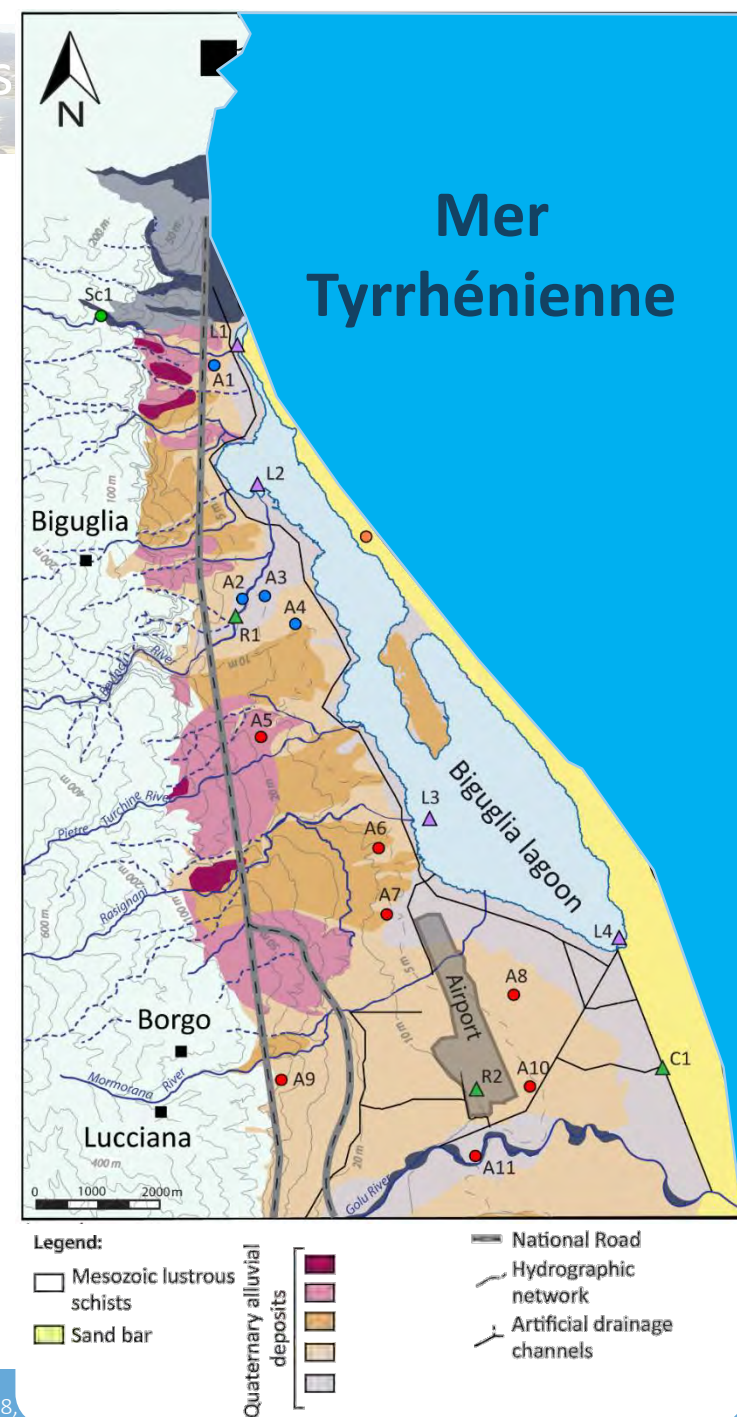
Site d'étude: la lagune de Biguglia

- ❖ Bassin versant: 182 km²
- ❖ **Géologie:**
 - Schistes lustrés au Nord et à l'Ouest
 - Plaine sédimentaire au Sud
- ❖ **En connexion avec différentes masses d'eau:**



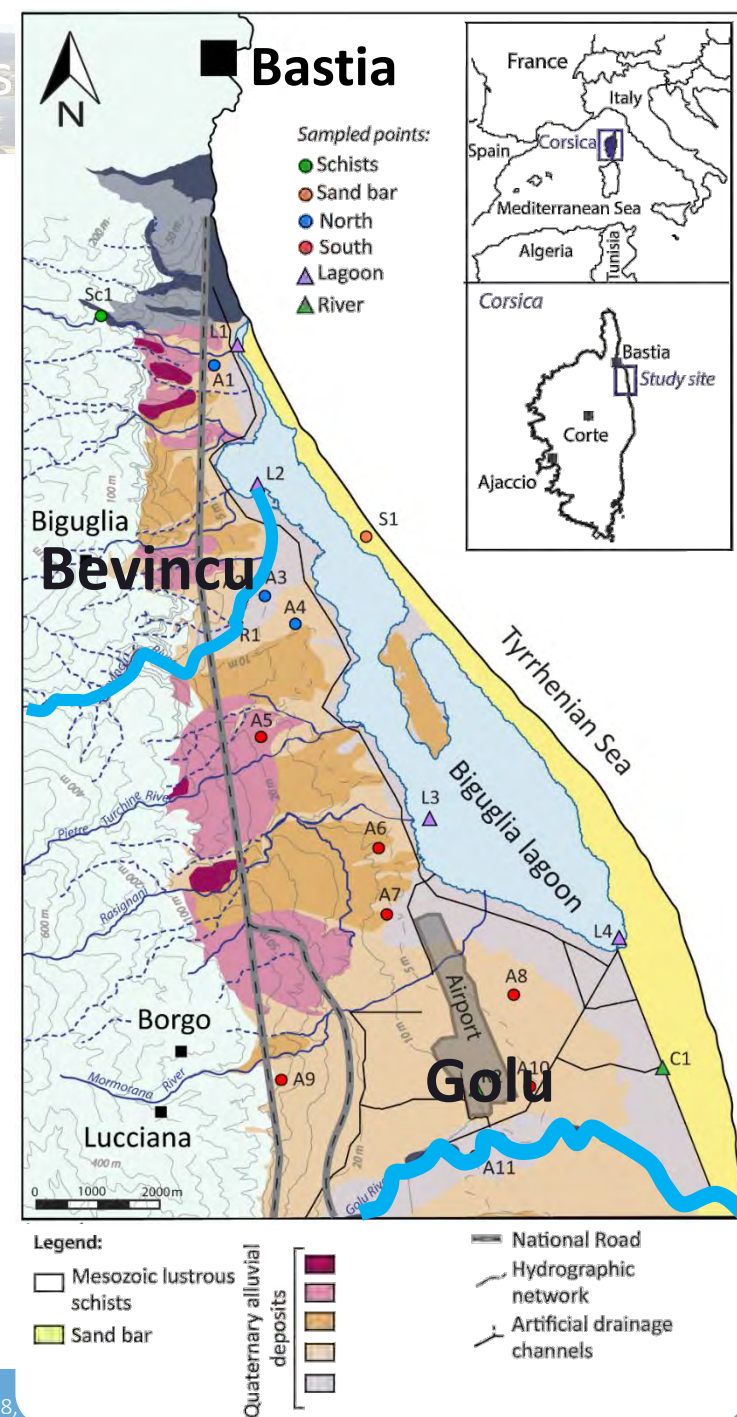
Site d'étude: la lagune de Biguglia

- ❖ Bassin versant: 182 km²
- ❖ **Géologie:**
 - Schistes lustrés au Nord et à l'Ouest
 - Plaine sédimentaire au Sud
- ❖ **En connexion avec différentes masses d'eau:**
 - Mer



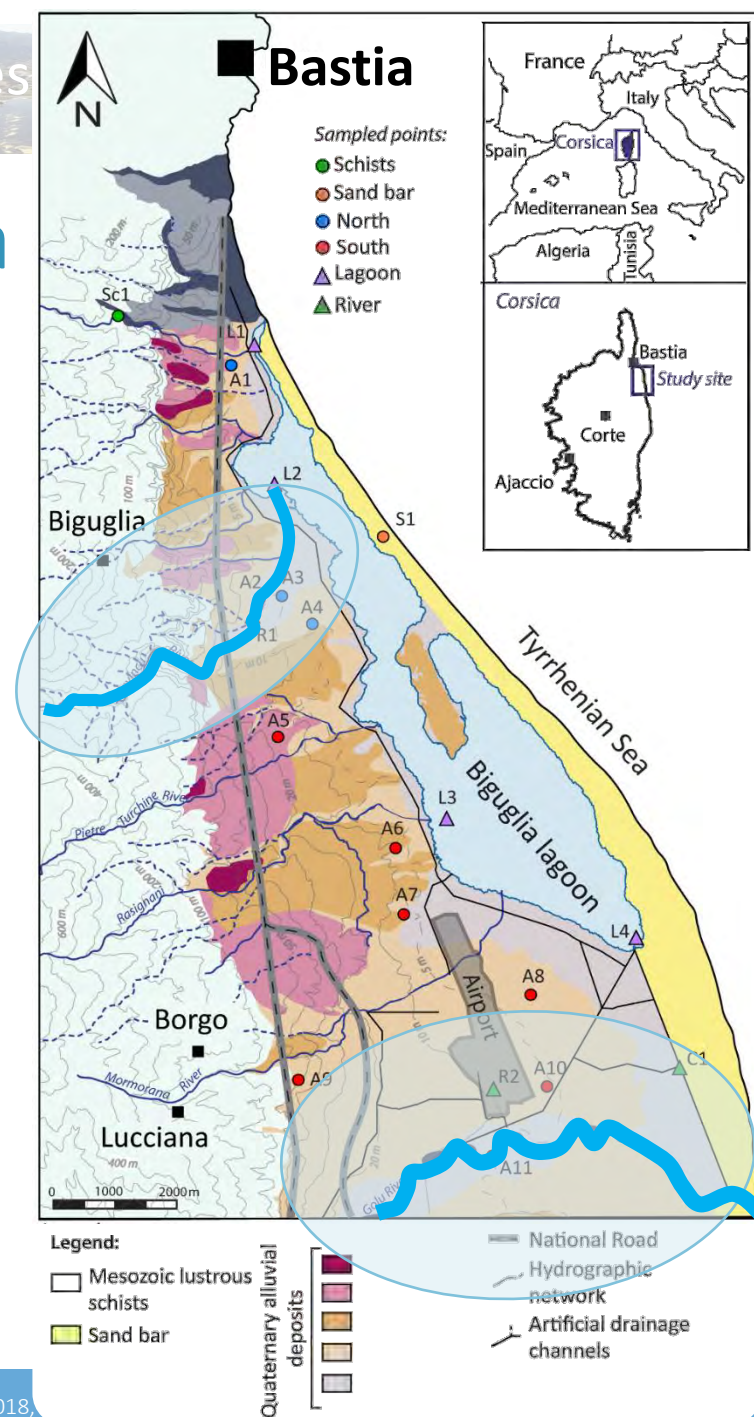
Site d'étude: la lagune de Biguglia

- ❖ Bassin versant: 182 km²
- ❖ **Géologie:**
 - Schistes lustrés au Nord et à l'Ouest
 - Plaine sédimentaire au Sud
- ❖ **En connexion avec différentes masses d'eau:**
 - Mer
 - Rivières: Bevincu & Golu



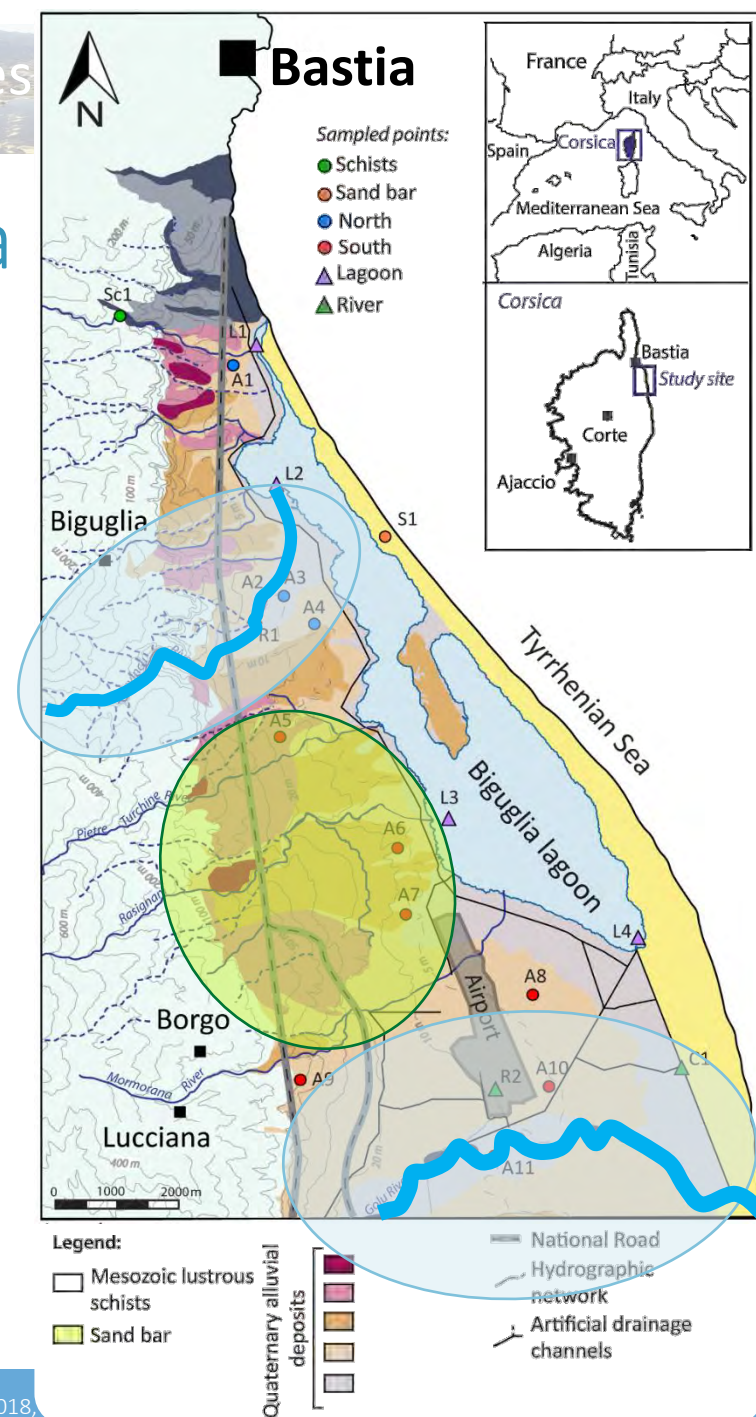
Site d'étude: la lagune de Biguglia

- ❖ Bassin versant: 182 km²
- ❖ **Géologie:**
 - Schistes lustrés au Nord et à l'Ouest
 - Plaine sédimentaire au Sud
- ❖ **En connexion avec différentes masses d'eau:**
 - Mer
 - Rivières: Bevincu & Golu
 - Eaux souterraines
 - *Aquifère alluvial du Bevincu*
 - *Aquifère alluvial du Golu*



Site d'étude: la lagune de Biguglia

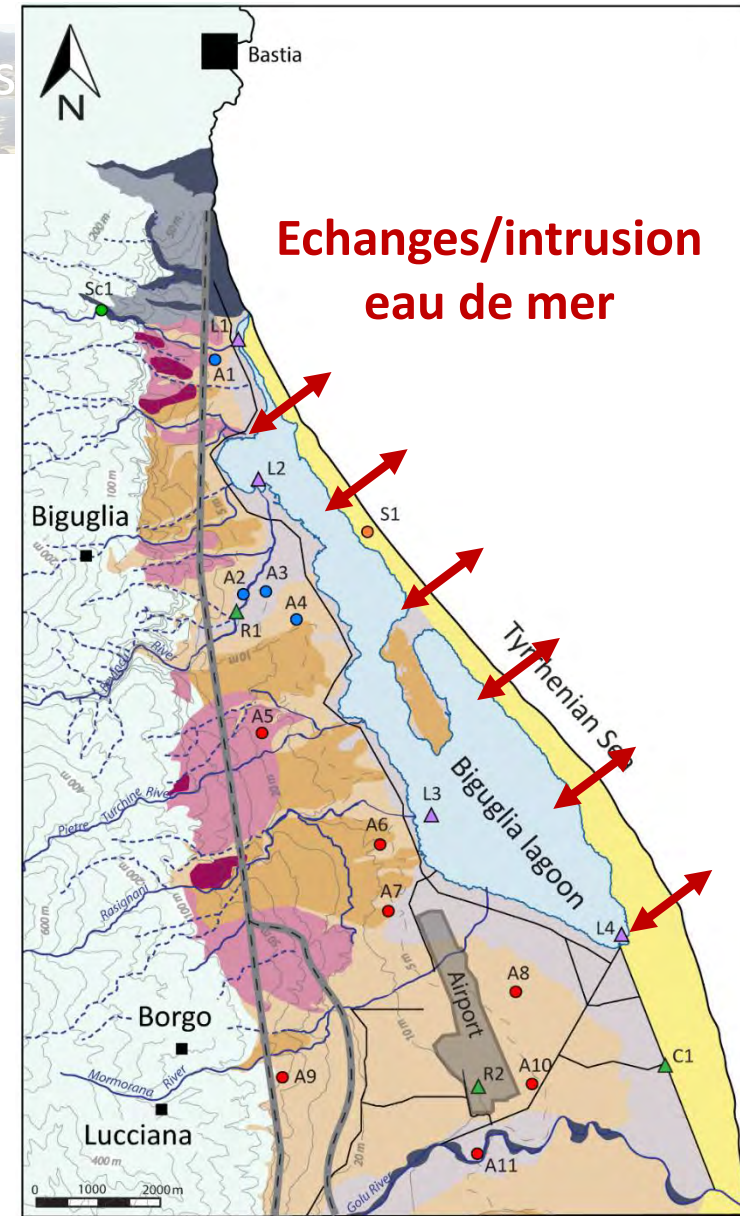
- ❖ Bassin versant: 182 km²
- ❖ **Géologie:**
 - Schistes lustrés au Nord et à l'Ouest
 - Plaine sédimentaire au Sud
- ❖ **En connexion avec différentes masses d'eau:**
 - Mer
 - Rivières: Bevincu & Golu
 - Eaux souterraines
 - *Aquifère alluvial du Bevincu*
 - *Aquifère alluvial du Golu*
 - *Aquifère semi-confiné quaternaire*



Site d'étude: la lagune de Biguglia

Hydrosystème vulnérable:

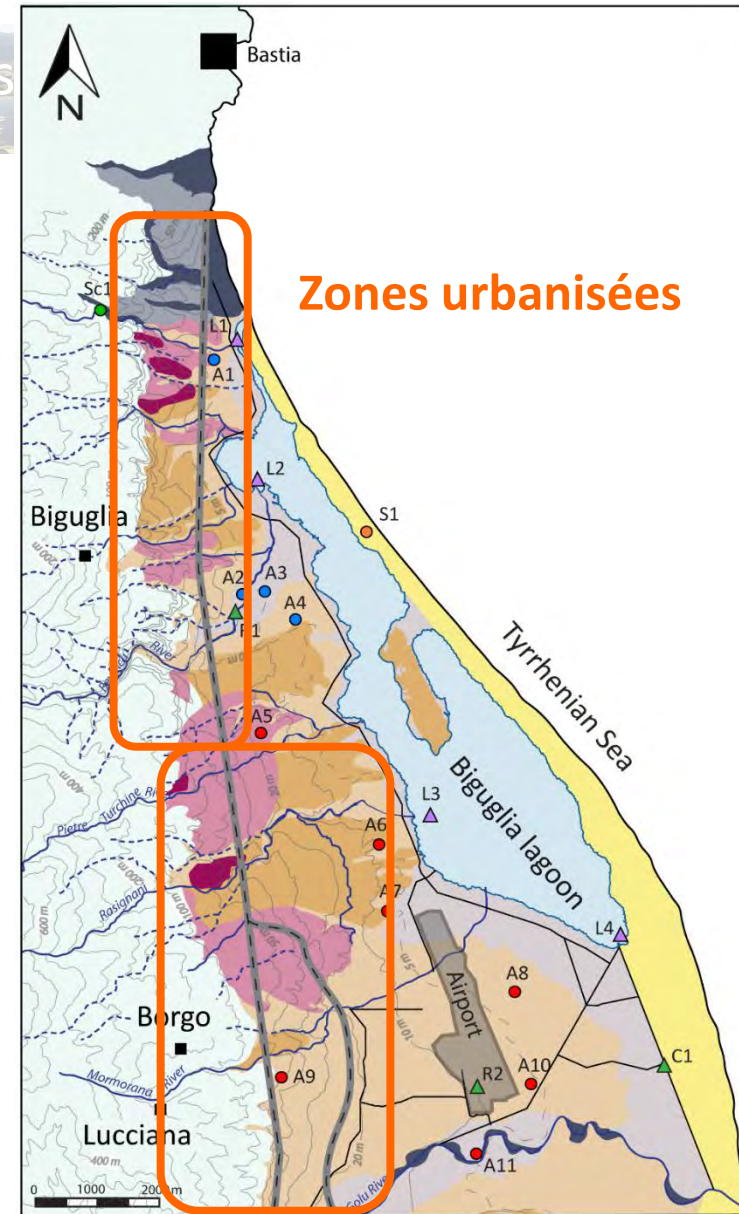
- ❖ Interface eau salée/eau douce



Site d'étude: la lagune de Biguglia

Hydrosystème vulnérable:

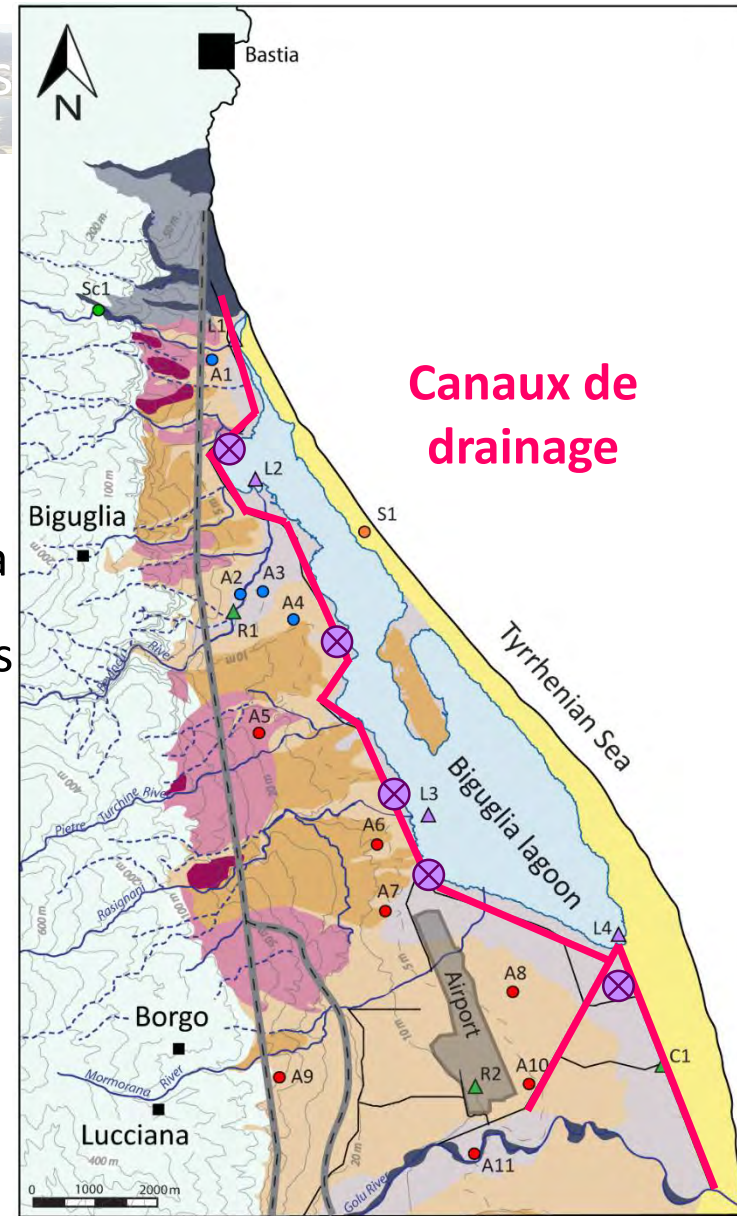
- ❖ Interface eau salée/eau douce
- ❖ Menacée par l'urbanisation croissante, associée à une modification importante de l'occupation des sols durant les 60 dernières années



Site d'étude: la lagune de Biguglia

Hydrosystème vulnérable:

- ❖ Interface eau salée/eau douce
- ❖ Menacé par l'urbanisation croissante, associée à une modification importante de l'occupation des sols durant les 60 dernières années
- ❖ Fortement modifié par les infrastructures hydrauliques

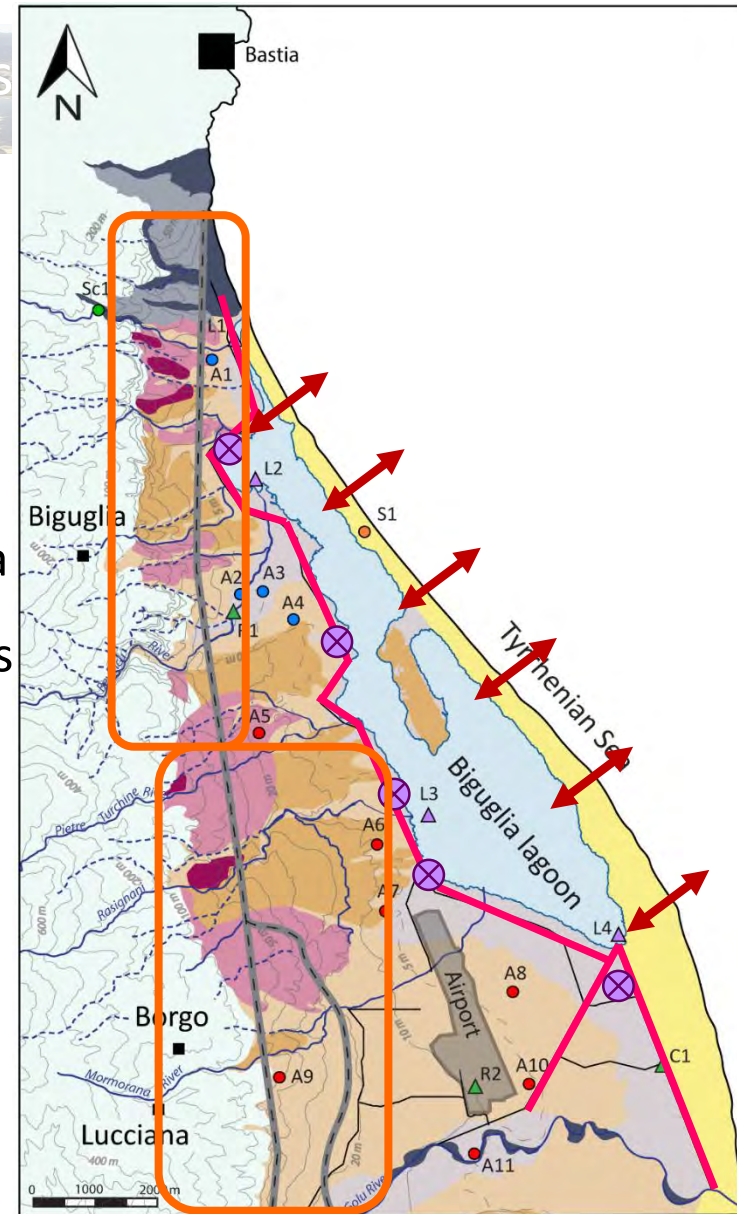


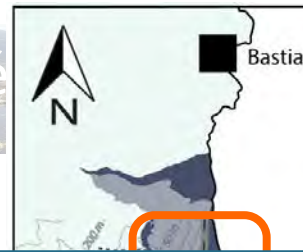
Site d'étude: la lagune de Biguglia

Hydrosystème vulnérable:

- ❖ Interface eau salée/eau douce
- ❖ Menacé par l'urbanisation croissante, associée à une modification importante de l'occupation des sols durant les 60 dernières années
- ❖ Fortement modifié par les infrastructures hydrauliques

Fonctionnement des eaux souterraines largement ignoré et peu étudié



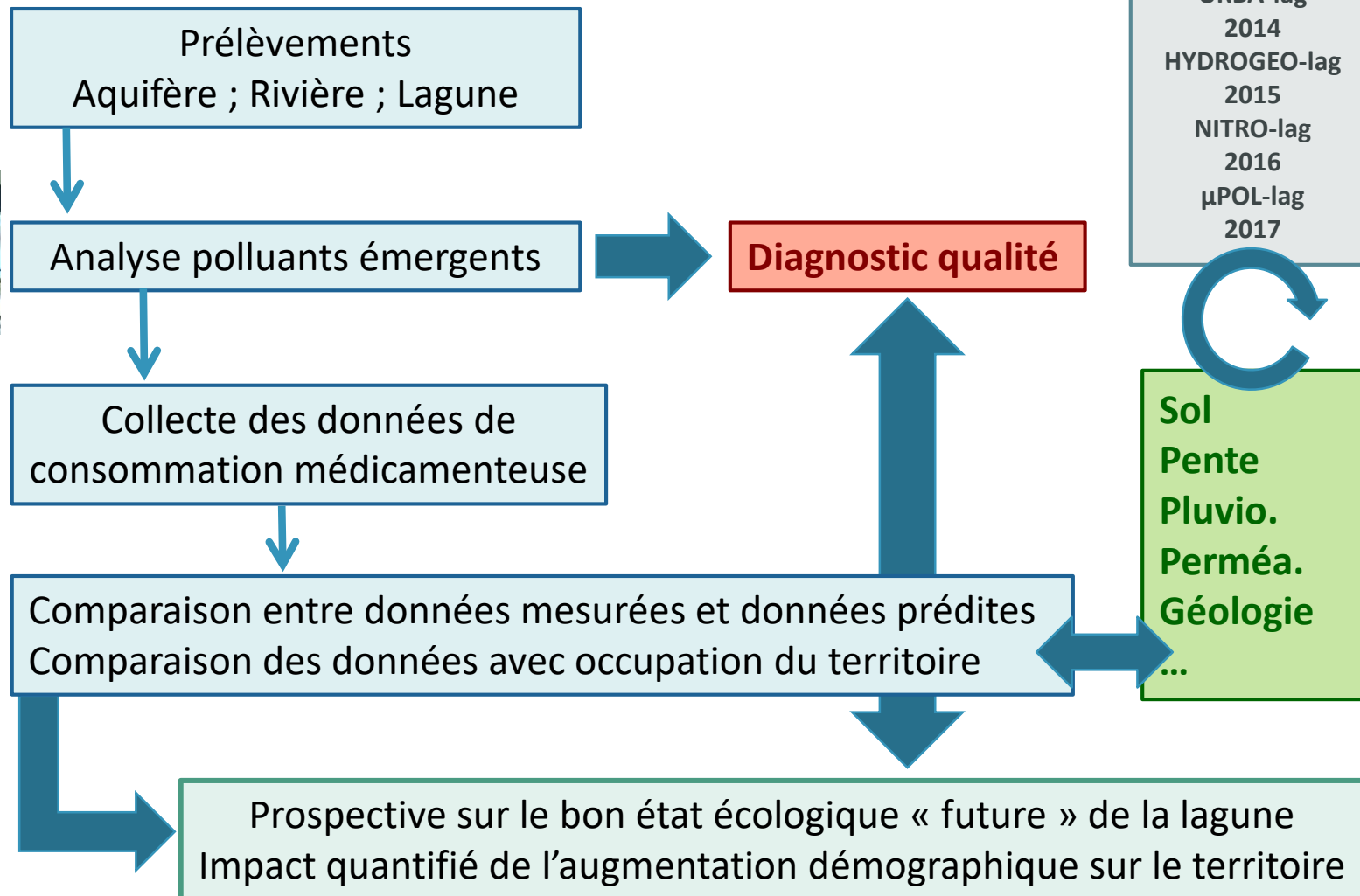
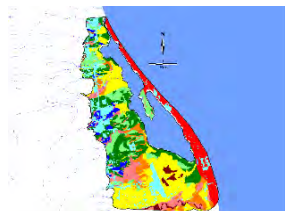


Study area: Biguglia lagoon

Objectifs

- Faire un bilan de l'état de contamination de l'hydrosystème vis-à-vis des polluants émergents
- Croiser les données environnementales mesurées avec les données socio-démographiques (données de consommations de médicaments – CPAM)
- Lien entre pratiques de consommation et contamination hydro-environnementales ?
- Evolution de l'état écologique des l'hydrosystèmes avec le développement actuel de l'anthropisation ?

Méthodologie



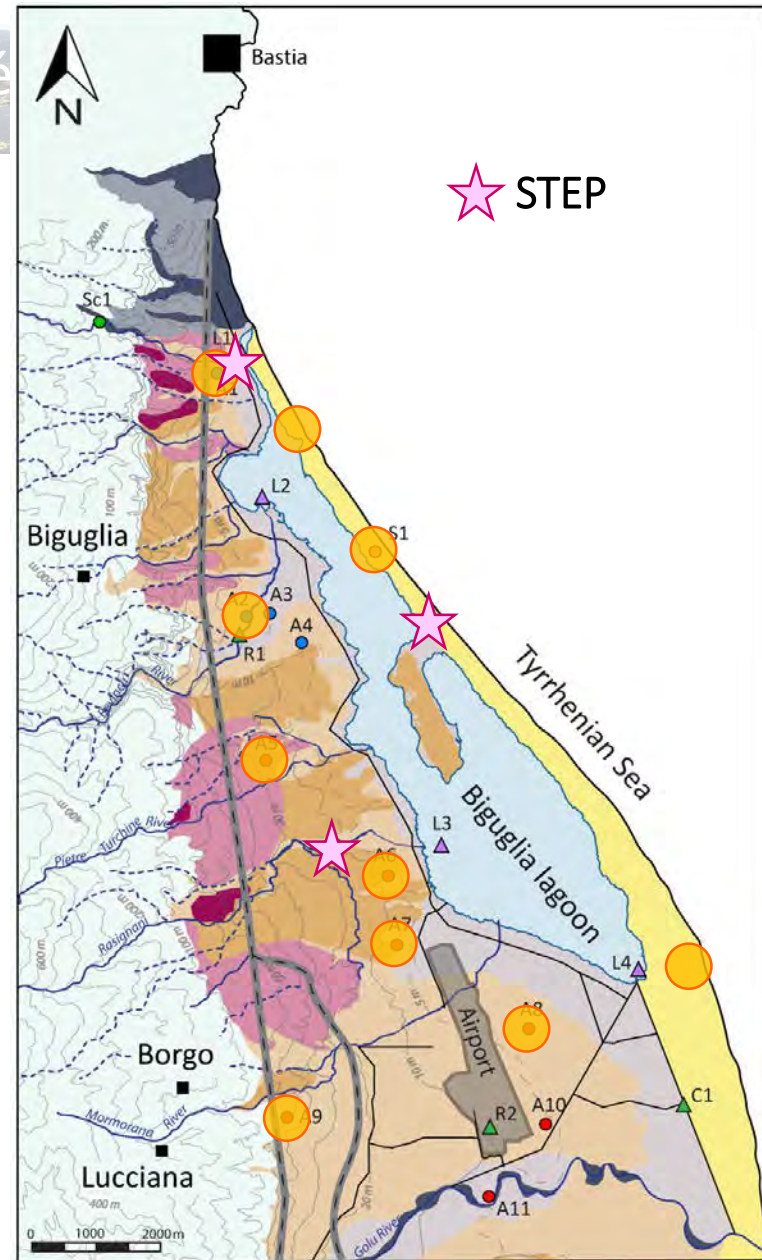
Méthodologie

- **Traceur**: *élément ou substance, naturel ou anthropique, dont les variations dans l'espace et/ou dans le temps peuvent marquer et différencier une masse d'eau, identifier son origine ou repérer son évolution*
 - ➔ **Connexion hydraulique (eau souterraine & surface)**
 - ➔ **Fonctionnement hydrodynamique & informations temporelles** (absence, présence, altération du composé...)
- Micropolluants organiques : non présents à l'état naturel, liés à la consommation humaine ➔ Traceurs des eaux contemporaines
- Conservatif ou labile ➔ Identification d'eau à infiltration « récente » ou « ancienne » (accumulation progressive)

Méthodologie

14 points de prélèvement :

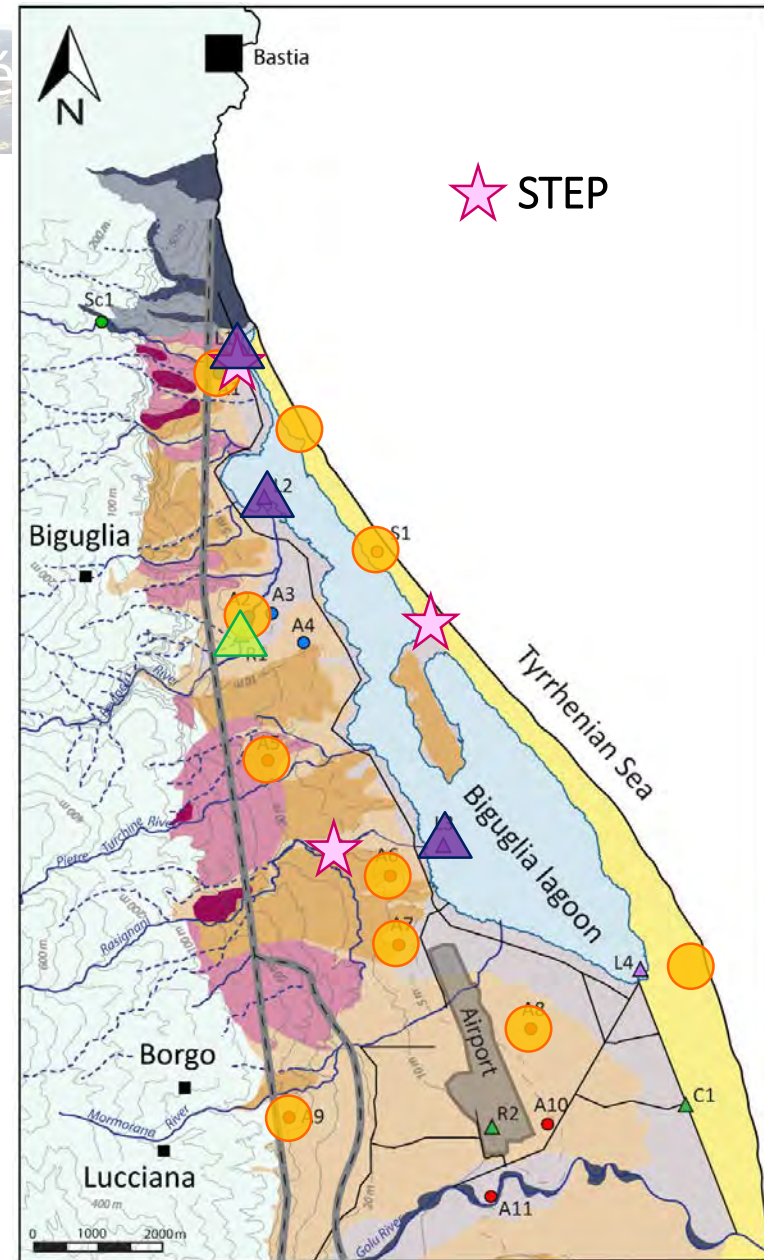
- 10 eaux souterraines



Méthodologie

14 points de prélèvement :

- 10 eaux souterraines
- 4 eaux de surface
 - Rivière Bevincu
 - 3 points en Lagune



Résultats

Prévu: Evaluation qualitative de la qualité des eaux du BV en surface et en souterrain

50 MOLÉCULES ANALYSÉES

<u>Antibiotiques & antibactériens</u>		<u>Cholestérol</u>	<u>Antidouleur & anti-inflamatoire</u>		<u>Usage domestique</u>	
Sulfamethoxazol	Chloramphenicol	Clofibrac acid	Ibuprofen	Naproxene-o-desmethyl	Acesulfam	Caffein
Peniciline G potassium salt	Clarithromycin	Gemfibrozil	Ibuprofen-2-hydroxy	Naproxene	Saccharin	Paraxanthine
Sulfamerazine	Sulfanilamide	Bezafibrate	Ibuprofen-carboxy	Diclofenac-4'-hydroxy	Cotinine	
Sulfamethazin	Triclocarban	<u>Produit contraste</u>	Ketoprofen	<u>Psychotrope</u>	<u>Anti-épileptique</u>	
Sulfapyridin	Triclosan	Iopamidol	Paracetamol	Venlafaxine	Carbamazepine	Gabapentin
Trimetoprim	Roxithromycin	Iopromid	Diclofenac	Sertraline	Carbamazepine 10,11-epoxide	Carbamazepine 10,11-dihydroxy
Erythromycin	Azithromycin	Iohexol	Tramadol	<u>Diurétique</u>	Carbamazepine 10,11-dihydro-10-hydroxy	Oxcarbazepine
<u>Phytosanitaire</u>	<u>Hypertension</u>	<u>Antihistaminique</u>	<u>Bêta-bloquant</u>	Furosemide	Carbamazepine 2-hydroxy	
Warfarin	Atenolol	Ranitidin	Metoprolol	Hydrochlorothiazide		

Résultats

Prévu: Evaluation qualitative de la qualité des eaux du BV en surface et en souterrain

50 MOLÉCULES ANALYSÉES

<i>Antibiotiques & antibactériens</i>		<i>Cholestérol</i>	<i>Antidouleur & anti-inflamatoire</i>		<i>Usage domestique</i>	
Sulfamethoxazol	Chloramphenicol	Clofibrac acid	Ibuprofen	Naproxene-o-desmethyl	Acesulfam	Caffein
Peniciline G potassium salt	Clarithromycin	Gemfibrozil	Ibuprofen-2-hydroxy	Naproxene	Saccharin	Paraxanthine
Sulfamerazine	Sulfanilamide	Bezafibrate	Ibuprofen-carboxy	Diclofenac-4'-hydroxy	Cotinine	
Sulfamethazin	Triclocarban	<i>Produit contraste</i>	Ketoprofen	<i>Psychotrope</i>	<i>Anti-épileptique</i>	
Sulfapyridin	Triclosan	Iopamidol	Paracetamol	Venlafaxine	Carbamazepine	Gabapentin
Trimetoprim	Roxithromycin	Iopromid	Diclofenac	Sertraline	Carbamazepine 10,11-epoxide	Carbamazepine 10,11-dihydroxy
Erythromycin	Azithromycin	Iohexol	Tramadol	<i>Diurétique</i>	Carbamazepine 10,11-dihydro-10-hydroxy	Oxcarbazepine
<i>Phytosanitaire</i>	<i>Hypertension</i>	<i>Antihistaminique</i>	<i>Bêta-bloquant</i>	Furosemide	Carbamazepine 2-hydroxy	
Warfarin	Atenolol	Ranitidin	Metoprolol	Hydrochlorothiazide		

Résultats

X : présence
- : absence

	Ibuprofène	Caféine	Paraxanthine	Paracétamol	Cotinine	Acésulfame
PR	X 2/2	X 2/2	X 2/2	X 2/2	X 2/2	X 2/2
STEP	X 2/2	X 2/2	X 2/2	X 2/2	X 2/2	X 2/2
Eaux sout.	X 10/10	X 3/10	X 2/10	X 3/10	X 2/10	X 3/10
Eaux de surface	X	X	-	X	-	-
Lagune	-	X 2/3	X 2/3	X 2/3	-	-

- **Omniprésence d'ibuprofène** sauf lagune → Biodégradation (*Ternes 1998 ; Buser et al., 1999 ; Winkler et al., 2001 ; Zuccato et al., 2005 ; Fent et al., 2006*).
- Présence **caféine** : **eaux usées « récentes »**
- **Absence de Carbamazépine**, traceur conservatif, par accumulation

Résultats

	Ibuprofène	Caféine	Paraxanthine	Paracétamol	Cotinine	Acésulfame
	(ng/L)					
A1	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A2	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A3	27	<100	<100	13	<20,0	<50
A4	150	<100	<100	<10	<20,0	<50
A5	30	<100	<100	<10	<20,0	<50
A6	110	220	<100	34	61.1	78
A7	27	<100	<100	<10	<20,0	<50
S1	23	650	653	<10	<20,0	120
S2	25	<100	<100	<10	<20,0	<50
S3	33	2300	2210	27	27.2	110
R1	26	120	<100	11	<20,0	<50
L1	<20	1800	1920	48	<20,0	<50
L2	<20	1200	639	19	<20,0	<50
L3	<20	<100	<100	<10	<20,0	<50
PR1	4000	150000	46700	110000	5260	9600
PR2	4100	150000	91300	160000	5700	9600
STEP1	6000	79000	78000	18000	12100	12000
STEP2	7600	170000	120000	120000	9850	11000

Résultats

	Ibuprofène	Caféine	Paraxanthine	Paracétamol	Cotinine	Acésulfame
	(ng/L)					
A1	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A2	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A3	27	<100	<100	13	<20,0	<50
A4	150	<100	<100	<10	<20,0	<50
A5	30	<100	<100	<10	<20,0	<50
A6	110	220	<100	34	61.1	78
A7	27	<100	<100	<10	<20,0	<50
S1	23	650	653	<10	<20,0	120
S2	25	<100	<100	<10	<20,0	<50
S3	33	2300	2210	27	27.2	110
R1	26	120	<100	11	<20,0	<50
L1	<20	1800	1920	48	<20,0	<50
L2	<20	1200	639	19	<20,0	<50
L3	<20	<100	<100	<10	<20,0	<50
PR1	4000	150000	46700	110000	5260	9600
PR2	4100	150000	91300	160000	5700	9600
STEP1	6000	79000	78000	18000	12100	12000
STEP2	7600	170000	120000	120000	9850	11000

Résultats

	Ibuprofène	Caféine	Paraxanthine	Paracétamol	Cotinine	Acésulfame
	(ng/L)					
A1	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A2	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A3	27	<100	<100	13	<20,0	<50
A4	150	<100	<100	<10	<20,0	<50
A5	30	<100	<100	<10	<20,0	<50
A6	110	220	<100	34	61.1	78
A7	27	<100	<100	<10	<20,0	<50
S1	23	650	653	<10	<20,0	120
S2	25	<100	<100	<10	<20,0	<50
S3	33	2300	2210	27	27.2	110
R1	26	120	<100	11	<20,0	<50
L1	<20	1800	1920	48	<20,0	<50
L2	<20	1200	639	19	<20,0	<50
L3	<20	<100	<100	<10	<20,0	<50
PR1	4000	150000	46700	110000	5260	9600
PR2	4100	150000	91300	160000	5700	9600
STEP1	6000	79000	78000	18000	12100	12000
STEP2	7600	170000	120000	120000	9850	11000

Résultats

	Ibuprofène	Caféine	Paraxanthine	Paracétamol	Cotinine	Acésulfame
	(ng/L)					
A1	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A2	28	<100	<100	<10	<20,0	<50
A3	27	<100	<100	13	<20,0	<50
A4	150	<100	<100	<10	<20,0	<50
A5	30	<100	<100	<10	<20,0	<50
A6	110	220	<100	34	61.1	78
A7	27	<100	<100	<10	<20,0	<50
S1	23	650	653	<10	<20,0	120
S2	25	<100	<100	<10	<20,0	<50
S3	33	2300	2210	27	27.2	110
L1	16	120	400	11	20,0	<50
L2	20	1800	1920	48	20,0	<50
L3	<20	1200	639	19	<20,0	<50
PR1	4000	150000	46700	110000	5260	9600
PR2	4100	150000	91300	160000	5700	9600
STEP1	6000	79000	78000	18000	12100	12000
STEP2	7600	170000	120000	120000	9850	11000

➤ Présence dans les eaux usées mais peu dans les eaux souterraines et eaux de surface → en cours de dégradation (photolyse, adsorption, ...)

Résultats

Prévu: Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation

Données statistiques de population pour les communes (Biguglia, Borgo, Furiani, Lucciana) du bassin versant (INSEE)

	2009	2014	Evolution
0 à 14 ans	4442	4999	11%
15 à 29 ans	4298	4765	10%
30 à 44 ans	5618	6200	9%
45 à 59 ans	5213	5759	9%
60 à 74 ans	2965	3779	22%
75 ans ou plus	1135	1544	26%
Total	23671	27046	12%

**Evolution annuelle
moyenne en France: 0,5%**

Résultats

Prévu: Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation

Données statistiques de population pour les communes (Biguglia, Borgo, Furiani, Lucciana) du bassin versant (INSEE)

	2009	2014	Evolution
0 à 14 ans	4442	4999	11%
15 à 29 ans	4298	4765	10%
30 à 44 ans	5618	6200	9%
45 à 59 ans	5213	5759	9%
60 à 74 ans	2965	3779	22%
75 ans ou plus	1135	1544	26%
Total	23671	27046	12%

**Evolution annuelle
moyenne en France: 0,5%**

- Pression démographique accrue et rapide
- Population plutôt jeune : 60% population < 45 ans → consommation médicamenteuse réduite
- Vers un « vieillissement » de la population → modification à venir des consommations sur le territoire

Résultats

Prévu: Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation

Collecte des données quantifiées 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



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

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



Difficulté d'accès aux données statistiques en Haute-Corse...

Résultats

Prévu: Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation

... **Donc comparaison avec l'échelle nationale pour le moment**

En France, en 2017 (CPAM):

- Consommation principale: **Paracétamol** (Doliprane, Efferalgan, Dafalgan, Lamaline...)
 - 10 des 12 médicaments les plus vendus
 - **plus de 370 millions de boîtes**
- **Caféine & Paraxanthine** (métabolite de la caféine) → Domestique ou médicamenteuse
- **Cotinine** (métabolite de la **nicotine**) → Consommation tabagique (*38 % des jeunes corses fument quotidiennement à 17 ans contre 32.4% au niveau national, Enquête OFDT 2014*)
- **Acésulfame** (édulcorant) → Consommation domestique

Résultats

Prévu: Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation

... **Donc comparaison avec l'échelle nationale pour le moment**

En France, en 2017 (CPAM):

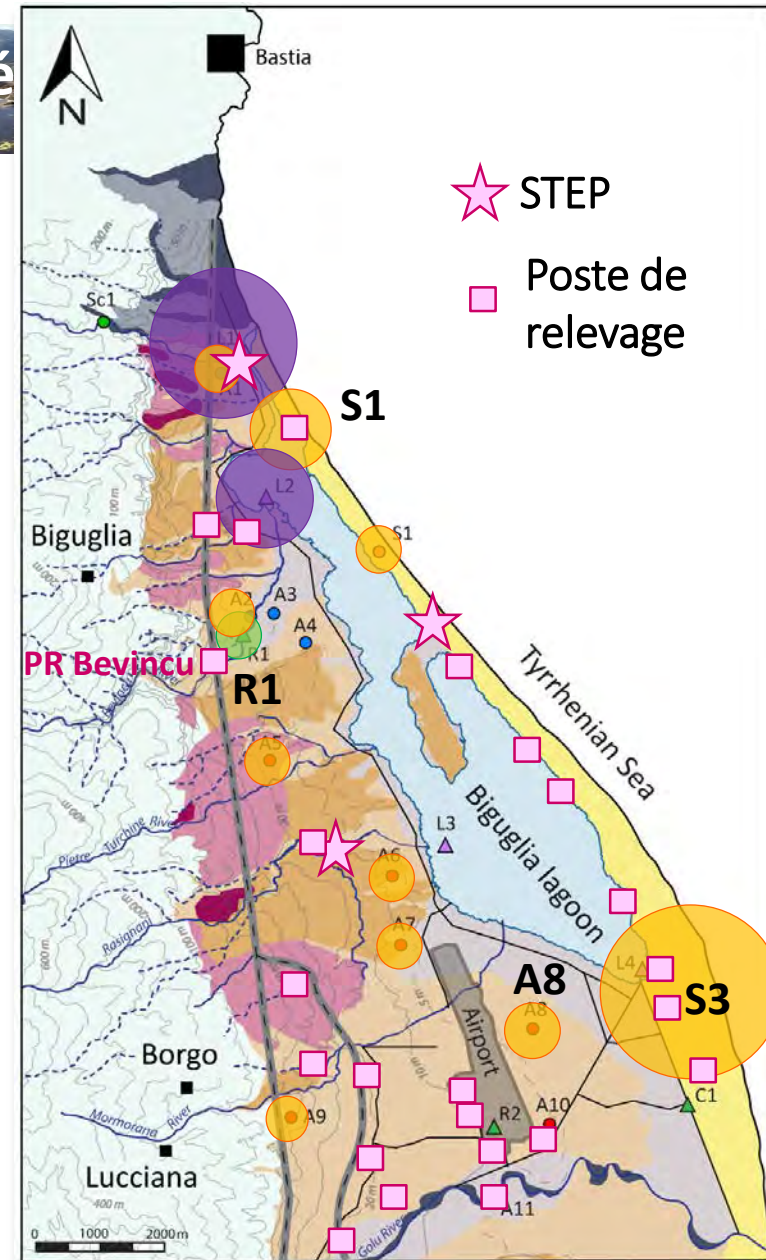
- Consommation principale: **Paracétamol** (Doliprane, Efferalgan, Dafalgan, Lamaline...)
 - 10 des 12 médicaments les plus vendus
 - **plus de 370 millions de boîtes**
- **Caféine & Paraxanthine** (métabolite de la caféine) → Domestique ou médicamenteuse
- **Cotinine** (métabolite de la **nicotine**) → Consommation tabagique (*38 % des jeunes corses fument quotidiennement à 17 ans contre 32.4% au niveau national, Enquête OFDT 2014*)
- **Acésulfame** (édulcorant) → Consommation domestique

Présence des molécules les plus consommées → « on going process » avec risque d'augmentation dans le futur (vieillesse de la population)

Résultats

Prévu: Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation

- Ibuprofène omniprésent → **impact anthropique sur l'ensemble de la nappe**
- Concentrations en micropolluants plus importantes pour les eaux à proximité des PR et STEP (S1 & S3)
- S1, S3, A8, R1 et lagune : caféine & paraxanthine → **eaux à court temps de transit → fuite du réseau d'assainissement**
- Concentrations encore « faibles » dans eaux souterraines → **Dégradation en cours (comparable avec les nitrates dans les années 60-70)**

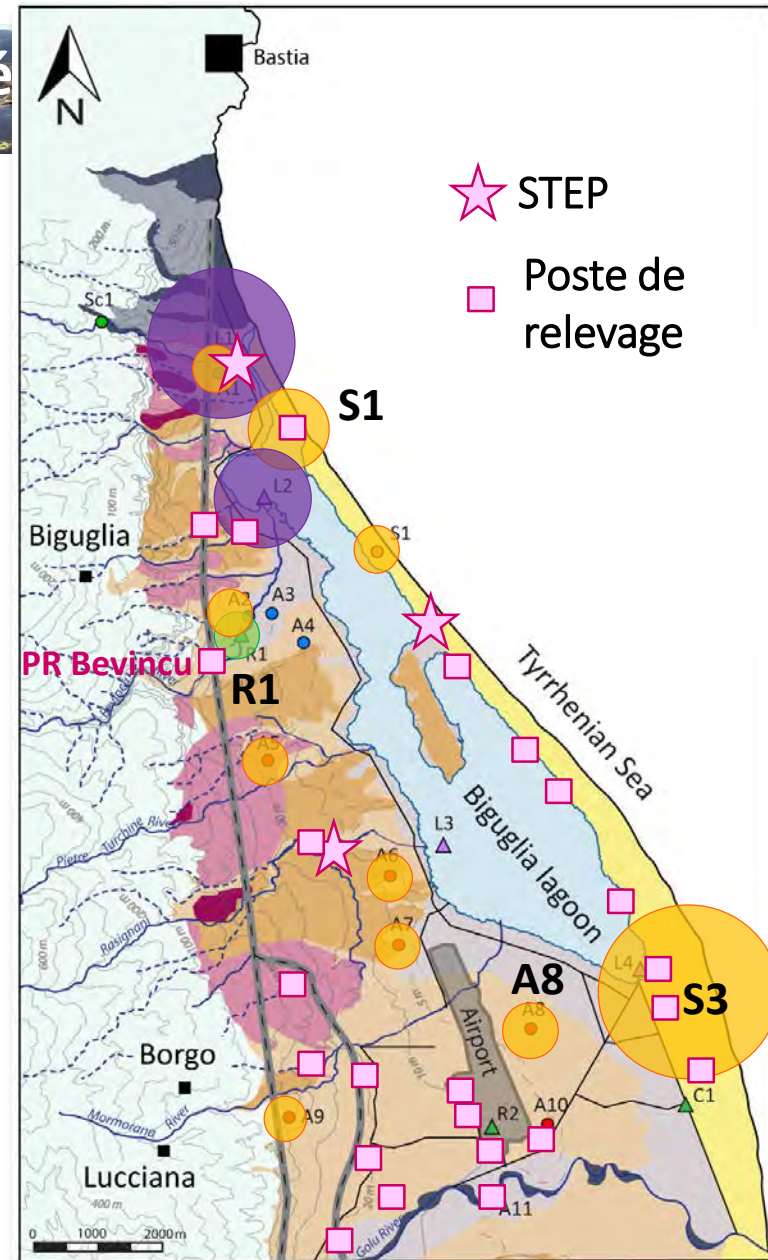


Résultats

Prévu: Mise en relation de cet état qualitatif avec les usages du territoire et les modes de consommation

- Ibuprofène omniprésent → **impact anthropique sur l'ensemble de la nappe**
- Concentrations en micropolluants plus importantes pour les eaux à proximités de PR et STEP (S1 & S3)
- S1, S3, A8, R1 et lagune : caféine & paraxanthine → **eaux à court temps de transit → fuite du réseau d'assainissement**
- Concentrations encore « faibles » dans eaux souterraines → **Dégradation en cours**

- **Mise en avant de l'impact anthropique**
- **Identification des arrivées d'eau et des temps de transit**



Conclusion

- Mise en évidence d'un processus de dégradation qualitative en cours :
 - Augmentation importante des consommations médicamenteuses en 1970-80
 - Eau avec temps de résidence de plusieurs décennies (Hydrogeo-LAG, Nitro-Lag)
→ **Début du processus de restitution & de la contamination**
- Dégradation croissante dans le futur:
 - Vieillissement de la population → hausse de la consommation de médicaments
 - Présence de nouvelles molécules, prise en compte des hormones
 - Gestion du réseau d'eaux usées
- Conséquences environnementales
 - Quid des services écosystémiques si augmentation des pollutions dans le futur ?
 - Résilience de l'hydrosystème : capacité limite des eaux souterraines en termes d'impacts humains supportables compte tenu des capacités auto-épuratrices de ce milieu ?
 - Impact des micropolluants et des hormones sur les écosystèmes et l'homme ?

Merci de votre attention !

