

Journée d'échanges « Mares Temporaires Méditerranéennes »
Porto-Vecchio 17-18 avril 2023



LABORATOIRE
SCIENCES POUR
L'ENVIRONNEMENT
UMR 6134 SPE



Etude du fonctionnement hydrogéologique de la mare temporaire de Musella (Bonifacio, Corse du Sud)



<https://gerhyco.universita.corsica>

Frédéric HUNEAU¹, Alexandra MATTEI¹, Emilie GAREL¹, Sébastien SANTONI¹, Laurent SORBA²

¹Université de Corse, CNRS UMR 6134 SPE, équipe Hydrogéologie

²Office de l'Environnement de la Corse, Service "Biodiversité Terrestre"

huneau_f@univ-corse.fr

CONTEXTE:

Mares temporaires méditerranéennes ⇒ reconnues pour leur originalité en matière de biodiversité, mais avec des connaissances hydrologiques et hydrogéologiques faibles sur les sites.

- ⇒ Protection difficile, parfois non adaptée d'un point de vue hydro(géo)logique, et basée uniquement sur ce qui est « *visible* ».
- ⇒ Or, en Méditerranée, la plupart des zones humides permanentes ou temporaires, sont tributaires des eaux souterraines.
- ⇒ *Il existe une réelle difficulté à sensibiliser à la prise en compte de cette réalité hydrologique plus complexe à investiguer et donc plus difficile à introduire dans les politiques de protection et de réglementation des sites protégés.*

OBJECTIF DE L'ETUDE : contribuer au développement d'une méthodologie d'investigation robuste mais « accessible » combinant outils géochimiques et outils isotopiques pour comprendre les mécanismes de mise en eau et de maintien en eau des mares temporaires sous climat méditerranéen.

MODELE D'ETUDE : La mare de Musella (Bonifacio)



La mare temporaire de Musella : localisation



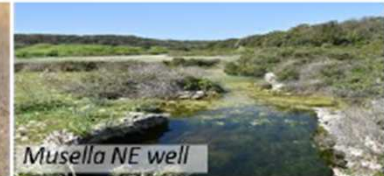
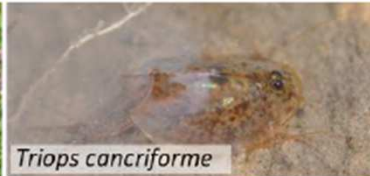
● Registered temporary ponds

0 25 50 km

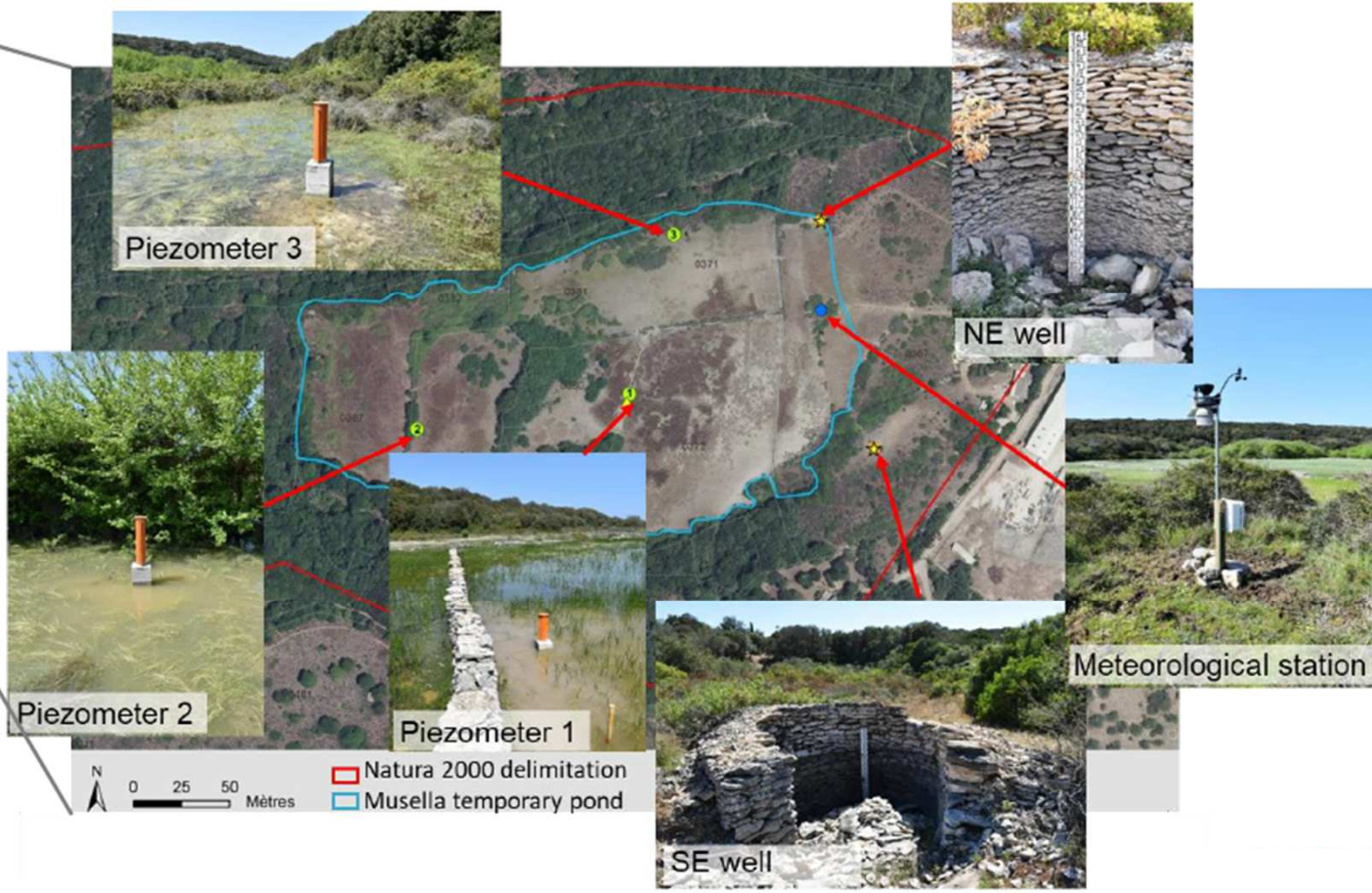


Site d'intérêt environnemental majeur (Natura 2000 et ZNIEFF type 1) :

- 4 espèces de plantes: *Eryngium pusillum* (seule station en France), *Isoetes histrix*, *Ranunculus ophioglossifolius* and *Ranunculus revelierei*
- 4 espèces d'amphibiens: *Hyla sarda*, *Pelophylax bergeri*, *Discoglossus sardus* and *Bufo balearicus*
- 2 crustacés branchiopodes rares en Corse: *Triops cancriformis* et *Chirocephalus salinus*



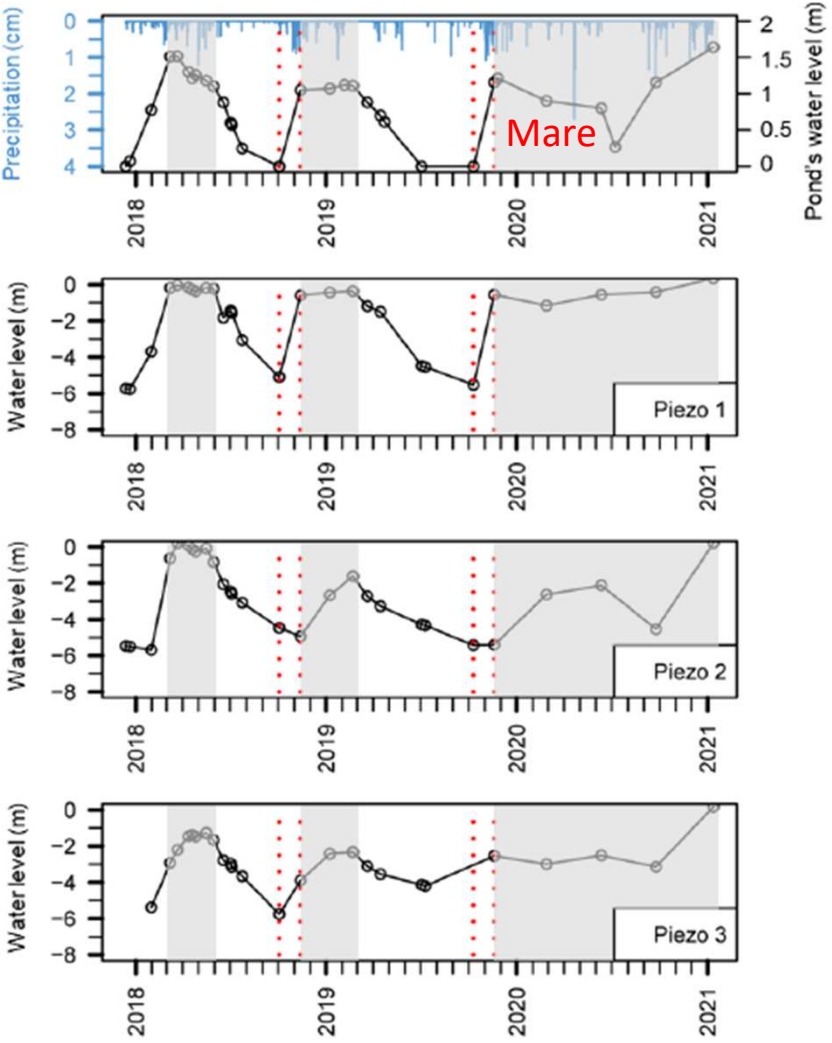
La mare temporaire de Musella : investigations, suivis, réseau de mesures



- Suivi hydrologique entre novembre 2017 et Janvier 2021, mesures mensuelles pendant l'hydropériode):
- niveau des eaux de surface et souterraines
 - chimie des eaux (ions majeurs)
 - isotopes stables de la molécule d'eau ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$)
 - paramètres physico-chimiques (T, pH, CE, O_2)

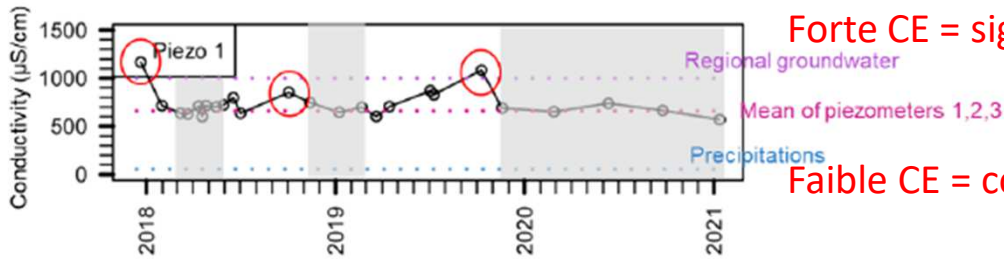
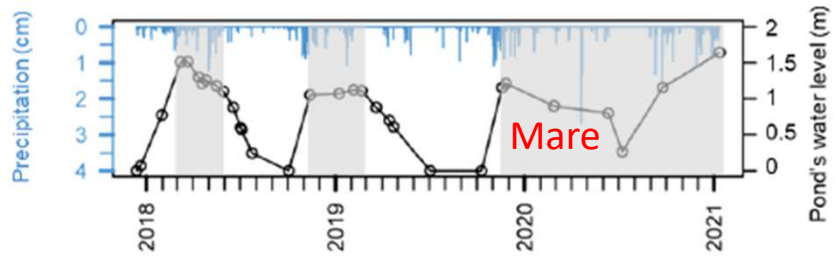
Réseau de suivi mis en place par l'OEC.

RESULTATS: Comparaison entre l'hydropériode et les niveaux piézométriques



- Mare temporaire saisonnière, alternant périodes humides et sèches en fonction des saisons;
- Une quantité importante de précipitations est nécessaire sur une période courte pour la mise en eau;
- L'hydropériode dure plusieurs mois;
- Les niveaux d'eau dans la mare et dans les piézomètres sont hauts en même temps mais;
- Une déphasage d'environ 3 mois est observé sur les piézo 2 et 3

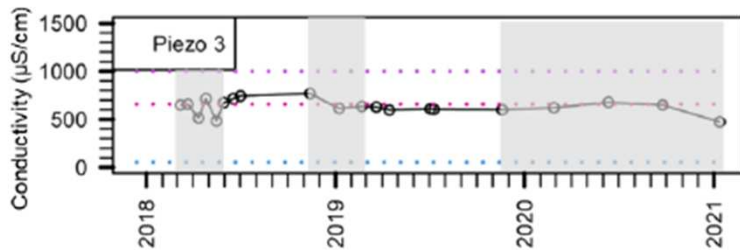
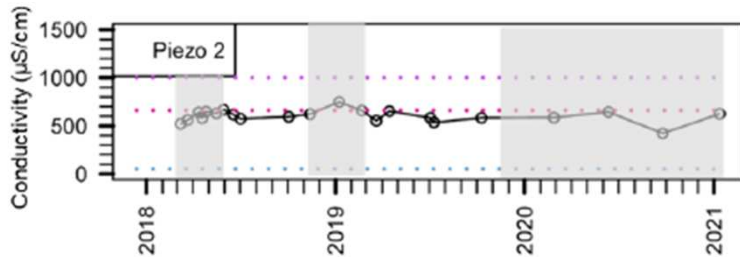
RESULTATS: Evolution des paramètres physico-chimiques



Forte CE = signature de l'aquifère régional

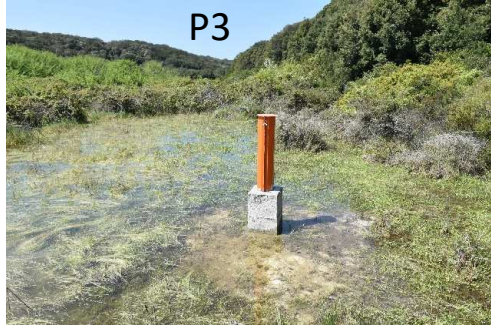
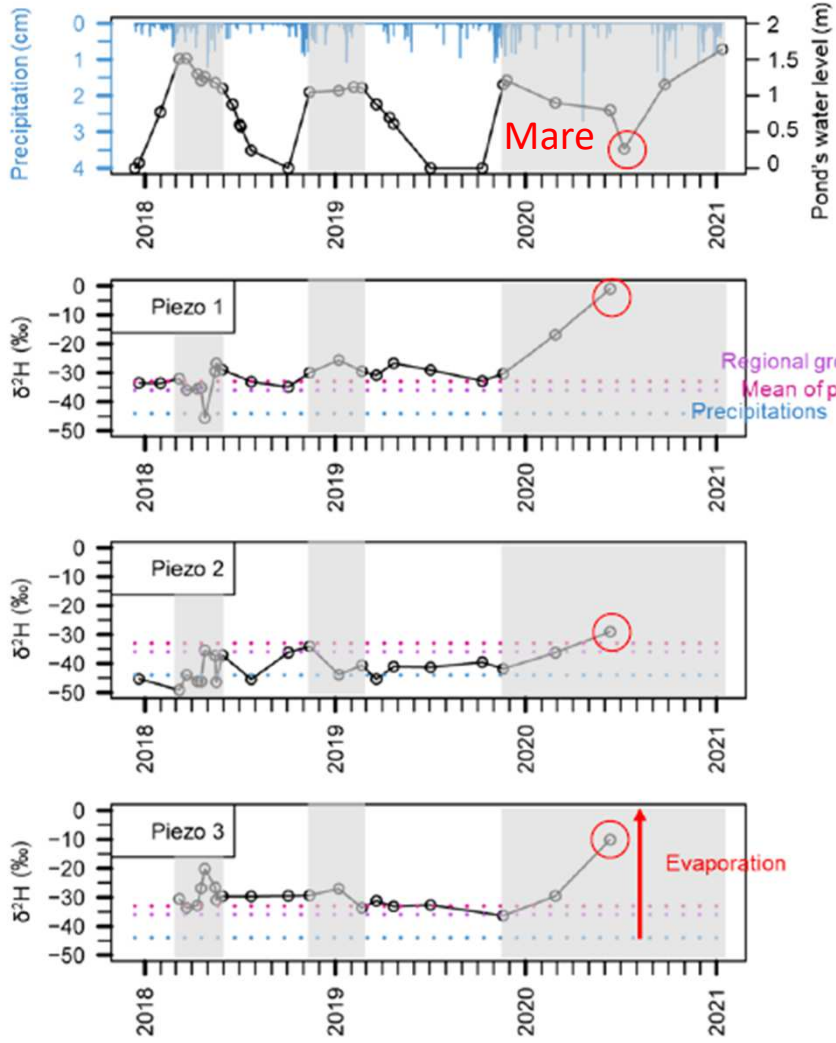
Effet piston lors de la mise en eau du sous-sol

Faible CE = contribution de la pluie



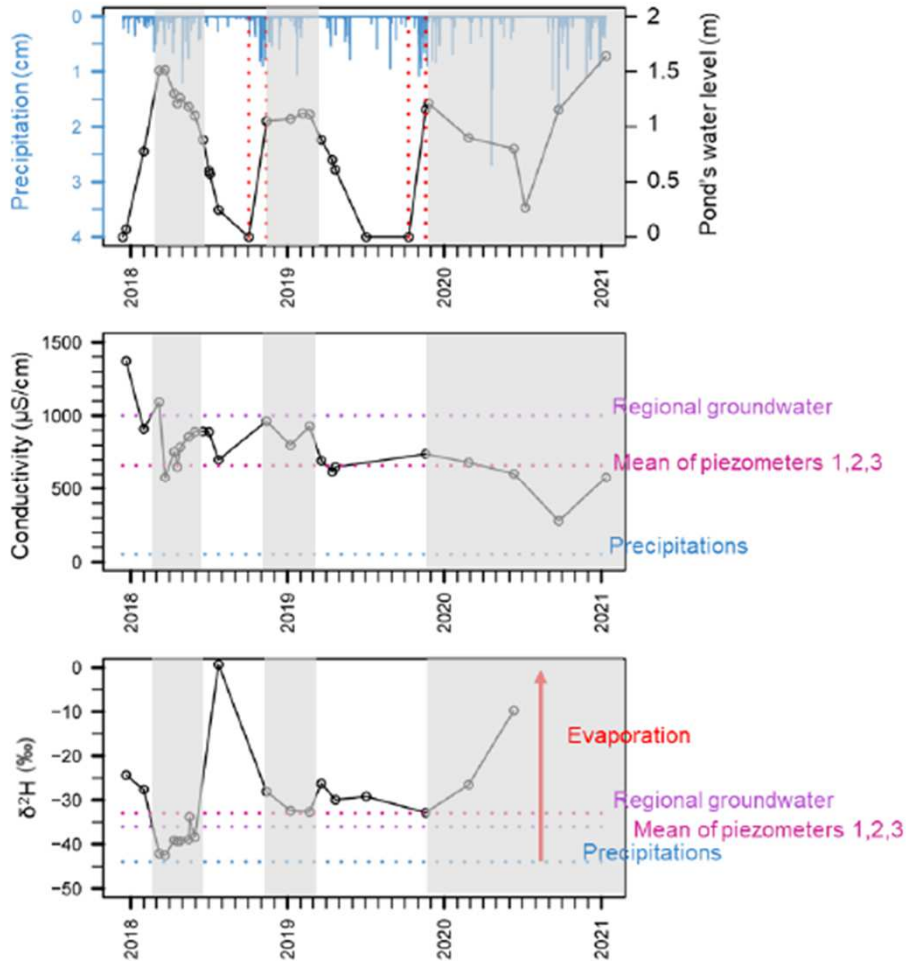
- Dans le piezo 1, une augmentation de la Conductivité Electrique (CE) précède systématiquement la mise en eau de la mare;
- Le piézo 2 et le piézo 3 montrent une conductivité stable dans le temps.

RESULTATS: Evolution de la composition isotopique des eaux ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$)



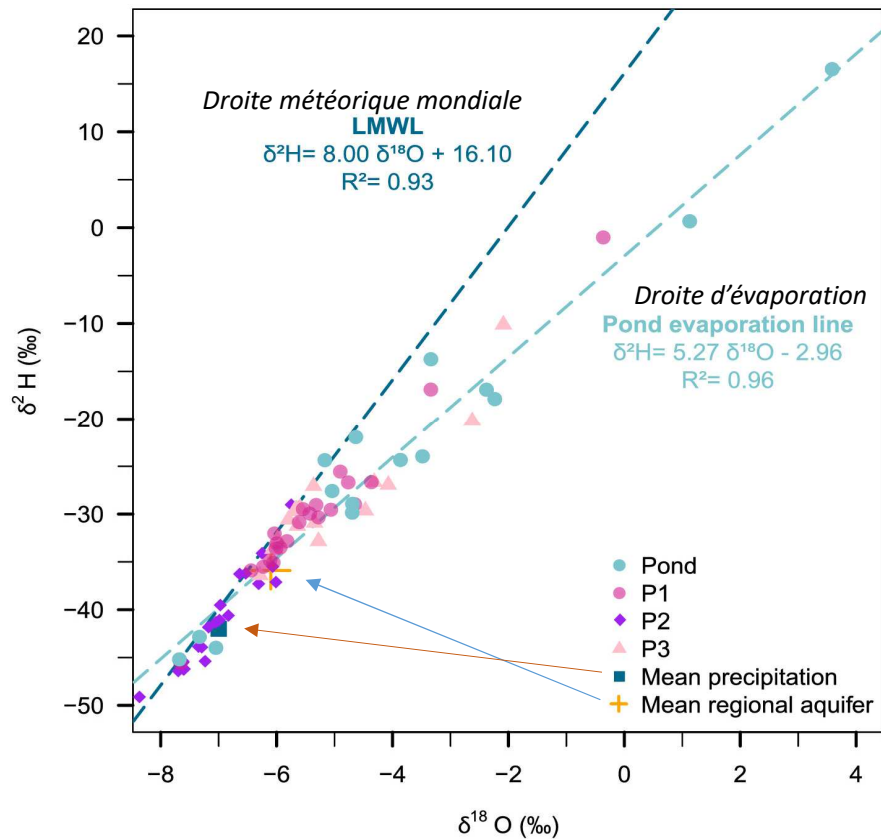
- Les piézo 1 et 3 présentent une composition isotopique de l'eau proche de celle de l'aquifère régional des calcaires du plateau de Bonifacio (*Santoni, 2016*);
- Le piézo 2 présente une composition isotopique proche de celle des précipitations;
- L'enrichissement isotopique observé sur le piézo 3 est cohérent avec l'assèchement de la mare et la baisse des niveaux d'eau.

RESULTATS: Evolution de la composition isotopique et de la conductivité électrique (CE) de la mare



- Pendant l'hydropériode, la composition isotopique de l'eau de la mare est proche de celle de l'aquifère régional ;
- Lorsque le niveau d'eau diminue, la composition isotopique s'enrichie (EVAPORATION)
- Lorsque la mare est en eau, les eaux de pluie contribuent à l'augmentation du niveau d'eau de la mare ceci engendre une dilution et une baisse de la CE.

Cadrage isotopique régional



-La signature isotopique de l'eau de la mare est globalement plus proche de la composition des eaux souterraines de l'aquifère régional,

-Signature évaporatoire notable à certaines périodes

-Eaux de surface et eaux souterraines régionales sont impliquées dans la mise en eau

Cette mare, à priori « isolée », est en fait connectée au système aquifère régional.

Quantification de l'origine de l'eau dans la mare par méthode EMMA « End-Members Mixing Analysis »

A partir des différents pôles de mélange identifiés (pluie, eaux de surface, eaux souterraines) et de leurs caractéristiques géochimiques respectives, il est possible de calculer les proportions de mélange pour chaque prélèvement d'eau de la mare.

Cl⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺ sont les traceurs géochimiques les plus adaptés à ce contexte.

Remplissage principal par les eaux souterraines en hiver

Pluies prépondérantes au printemps

TABLE 1 Temporal evolution of the contributions of different water reservoirs to the pond

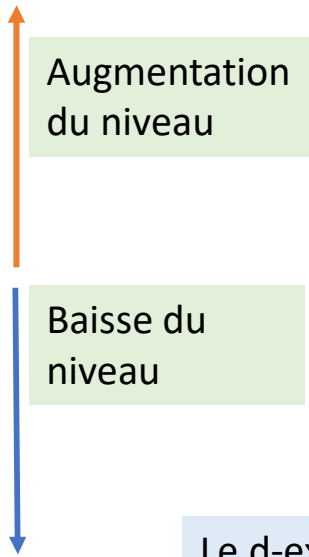
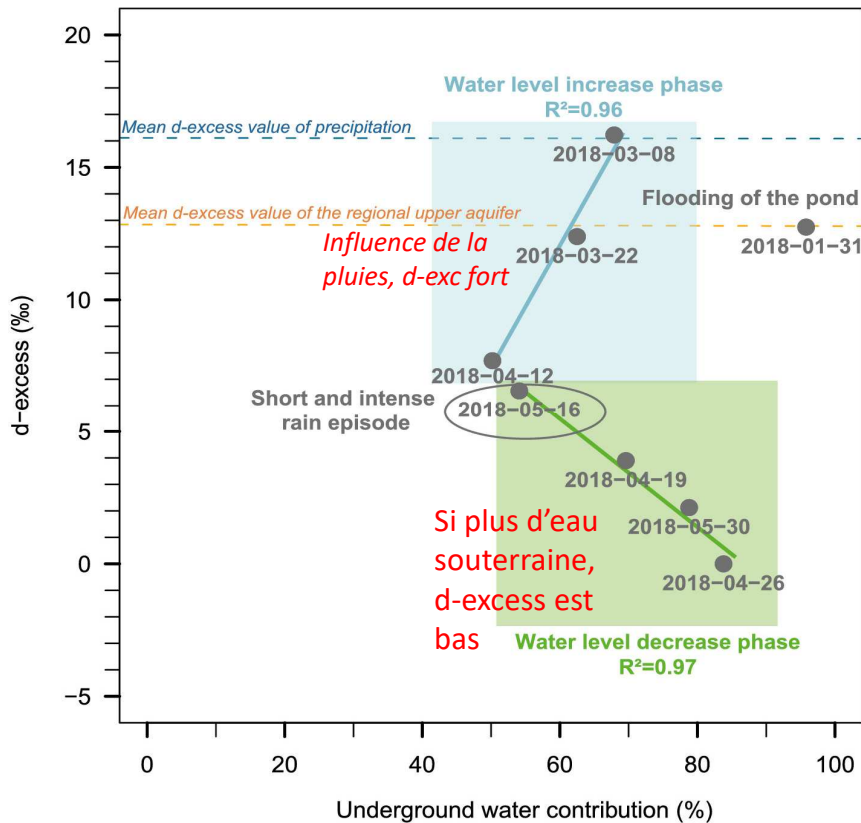
	Precipitation (f3)		Subsurface (f2)		Groundwater (f1)	
	Mean	σ	Mean	σ	Mean	σ
01/31/2018	4	0	32	0	64	0
03/08/2018	32	2	62	4	6	2
03/22/2018	37	1	54	3	8	2
04/12/2018	51	14	33	11	17	3
04/19/2018	30	3	59	5	10	3
04/26/2018	16	2	75	3	9	1
05/16/2018	46	2	52	4	2	3
05/30/2018	21	2	64	5	14	3

Note: Results are given in %.

Le d-excess comme indicateur de l'origine de l'eau et des processus de mélange

$$d\text{-excess} = \delta^2\text{H} - 8 \times \delta^{18}\text{O}$$

Indicateur du niveau d'évaporation de l'eau et donc de son origine (surface/souterrain)



Le d-excess est un indicateur efficace pour évaluer l'origine de l'eau et le comportement hydrologique de la mare

Eau souterraine très importante dans le retardement de la phase d'assèchement

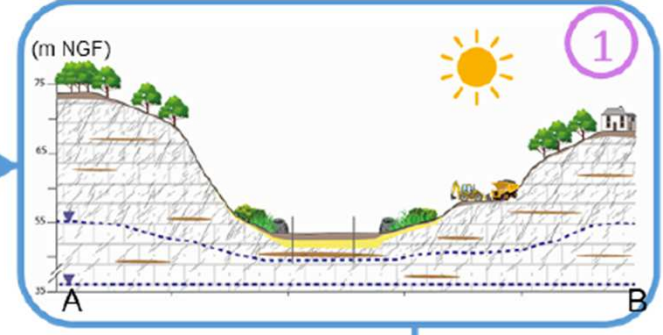
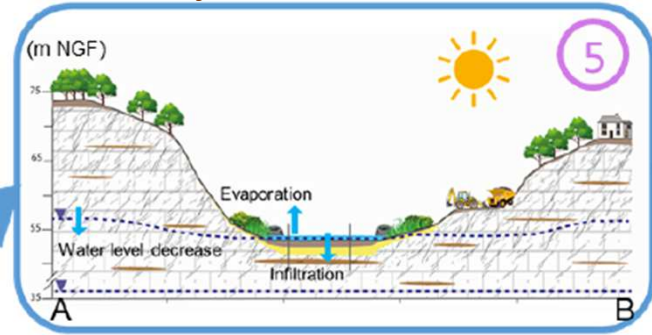


Modèle conceptuel du comportement hydrologique de la mare

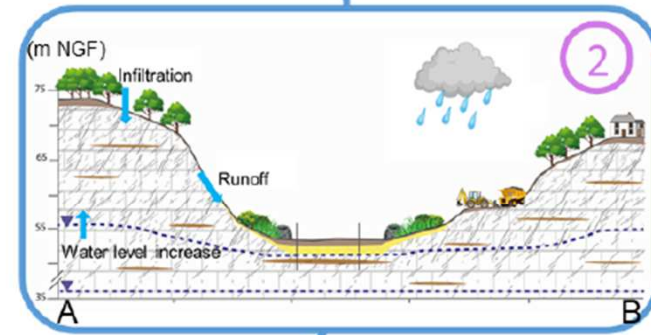
Début de l'évaporation, les ES redeviennent majoritaires

Été, baisse forte du NP, le remplissage n'est plus possible

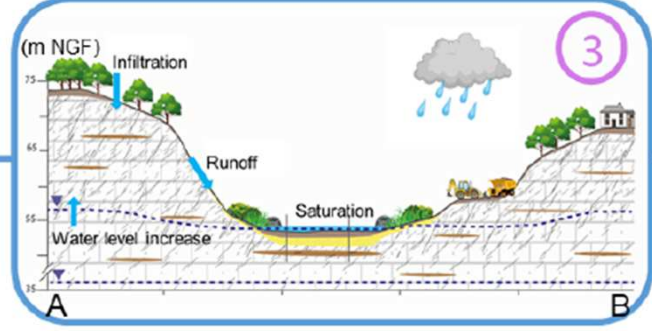
Dry period



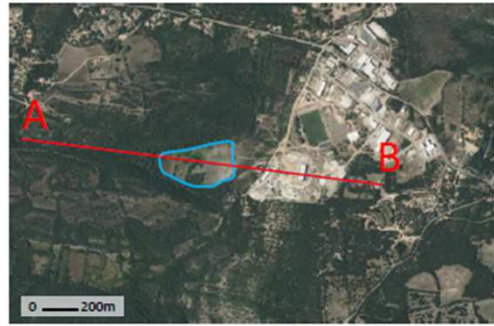
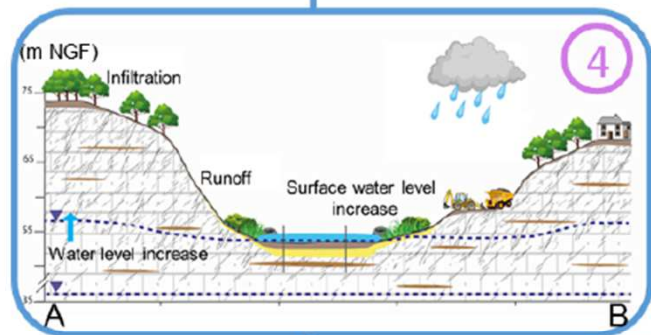
Mise en eau progressive par remplissage direct et montée de nappe (ES majoritaire)



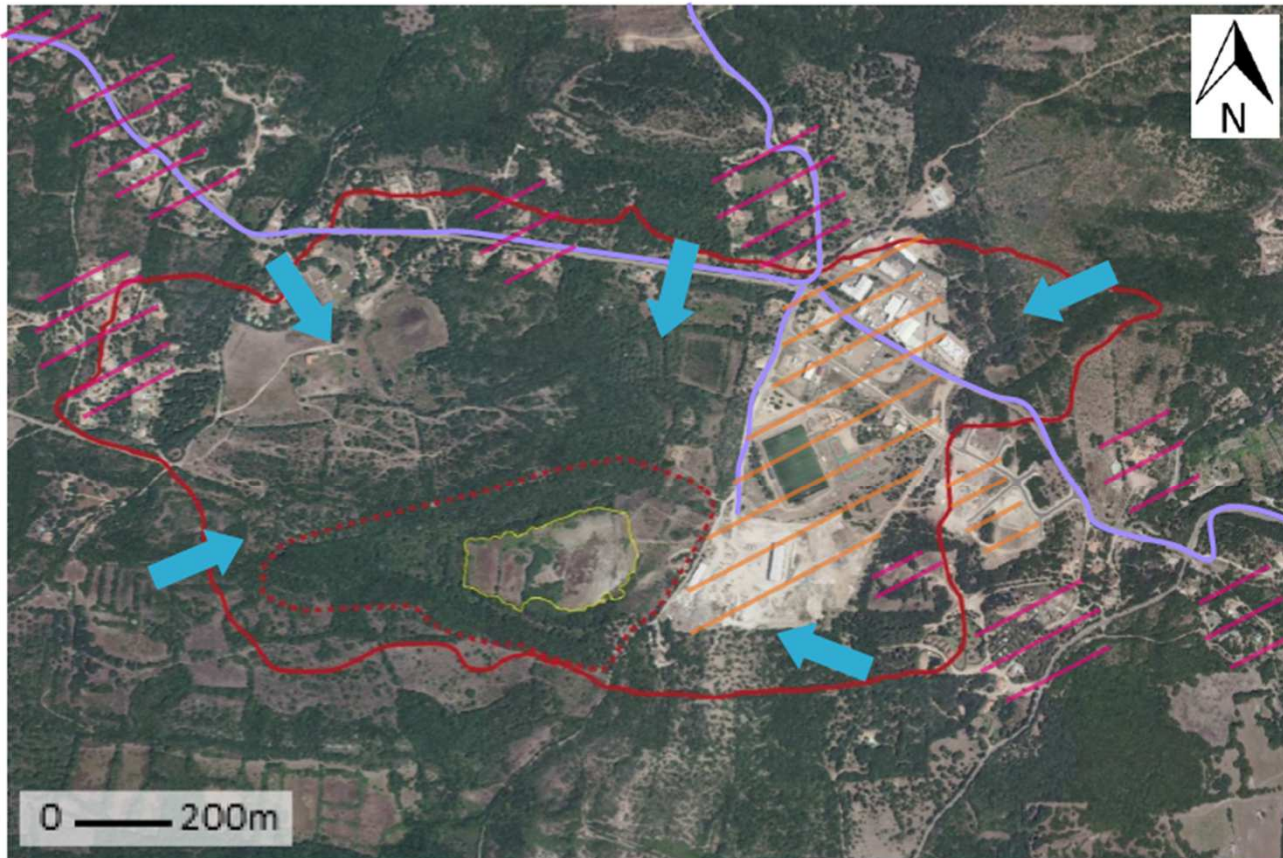
Maintien de la saturation par connexion hydraulique avec la nappe et pluies (50%)



Wet period



Modèle conceptuel du comportement hydrologique de la mare, impact sur la protection de la mare



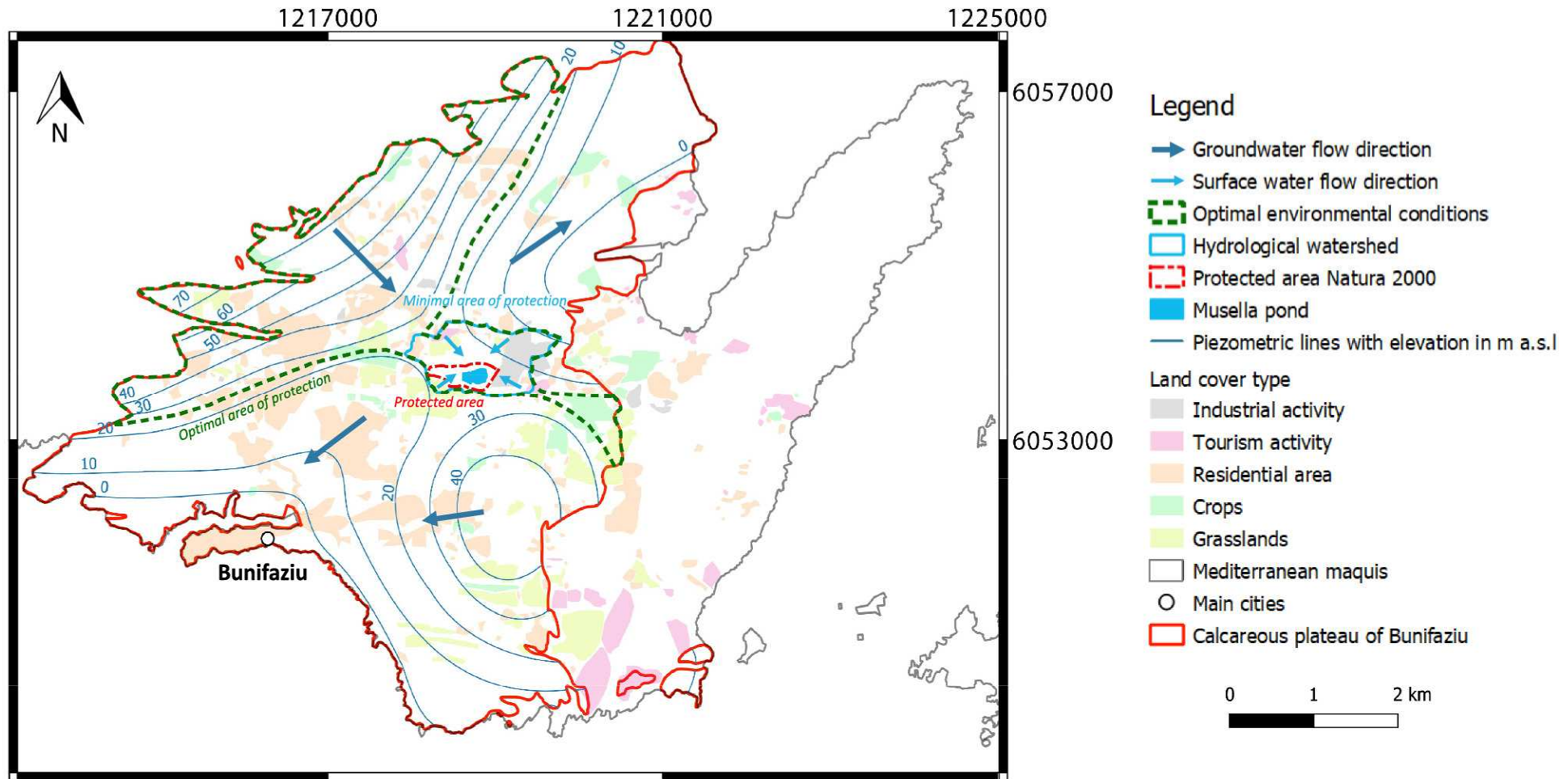
- - Natura 2000 delimitation
- Hydrological watershed
- Hydrological fluxes
- Road network
- Industrial area
- Urban area

-De nombreuses pressions et sources de pollution potentielles à proximité immédiate (assainissement collectifs et individuels, activités artisanales, pollution linéaires routières, ...)

-Périmètre de protection non basée sur la topographie, est-ce suffisant ?

-Pas de prise en compte du système aquifère régional

Modèle conceptuel du comportement hydrologique de la mare, impact sur la protection de la mare



Connexion hydraulique de la mare avec l'aquifère du plateau calcaire de Bonifacio

Conclusions

-Les outils de l'hydrogéologie isotopique et de la géochimie permettent d'expliquer les processus complexes de remplissage, et de maintien en eau de la mare.

-Ces processus font intervenir pour une large part les eaux souterraines faisant de la mare de Musella un écosystème tributaire des eaux souterraines (GDE).

-Ce comportement est relativement fréquent au niveau des mare temporaires méditerranéennes (MTP) mais souvent méconnue et/ou négligé.

-En plus d'une protection du périmètres de la mare basé sur la topographie il faut s'interroger sur sa connectivité avec l'espace souterraine et inclure le bassin versant hydrogéologique dans la politique de protection du site.



Pour plus de détails sur la méthodologie et les résultats :

Open Access



RESEARCH ARTICLE | Open Access |

Isotope hydrology to provide insights into the behaviour of temporary wetlands as a basis for developing sustainable ecohydrological management strategies in Mediterranean regions

Alexandra Mattei Frédéric Huneau, Emilie Garel, Laurent Sorba, Sophie Orsini, Sébastien Santoni

First published: 24 February 2022 | <https://doi.org/10.1002/eco.2411> | Citations: 1

Funding information: Cullettività di Corsica

Mattei, A., Huneau, F., Garel, E., Sorba, L., Orsini, S., & Santoni, S. (2022). Isotope hydrology to provide insights into the behaviour of temporary wetlands as a basis for developing sustainable ecohydrological management strategies in Mediterranean regions. *Ecohydrology*, 15(5), e2411.

<https://doi.org/10.1002/eco.2411>



Merci pour votre attention



Photos : L. Sorba