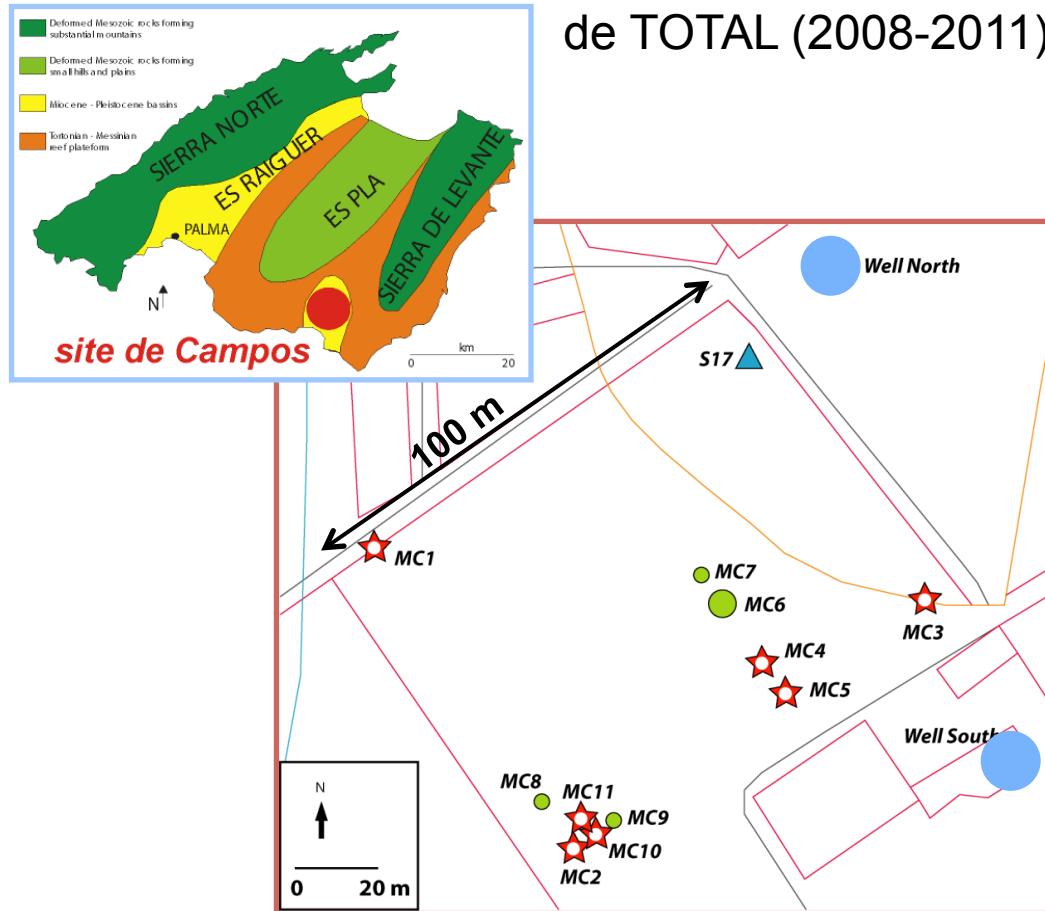
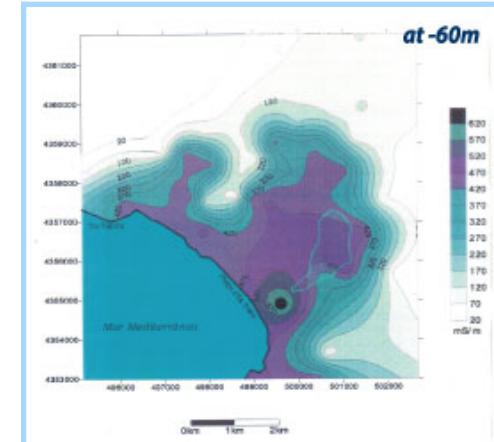


Site expérimental de Campos

Projet européen **ALIANCE** (2003-2005) puis soutiens de H+ (2007-) et de TOTAL (2008-2011) → 5 thèses :

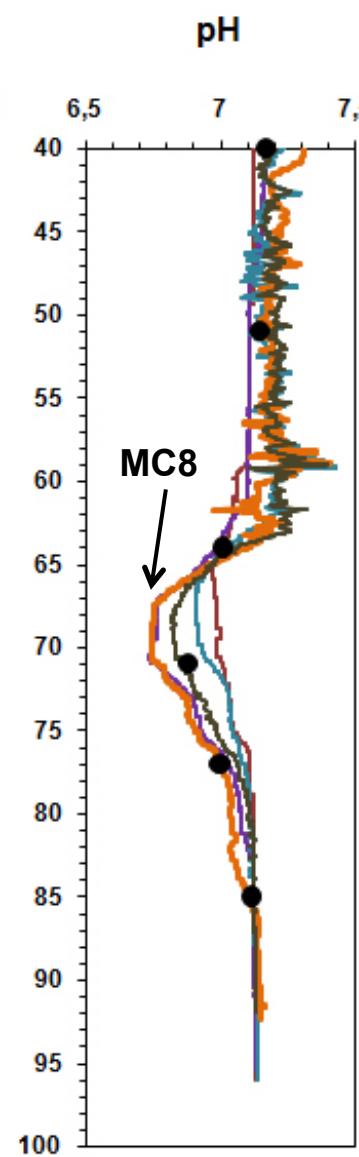
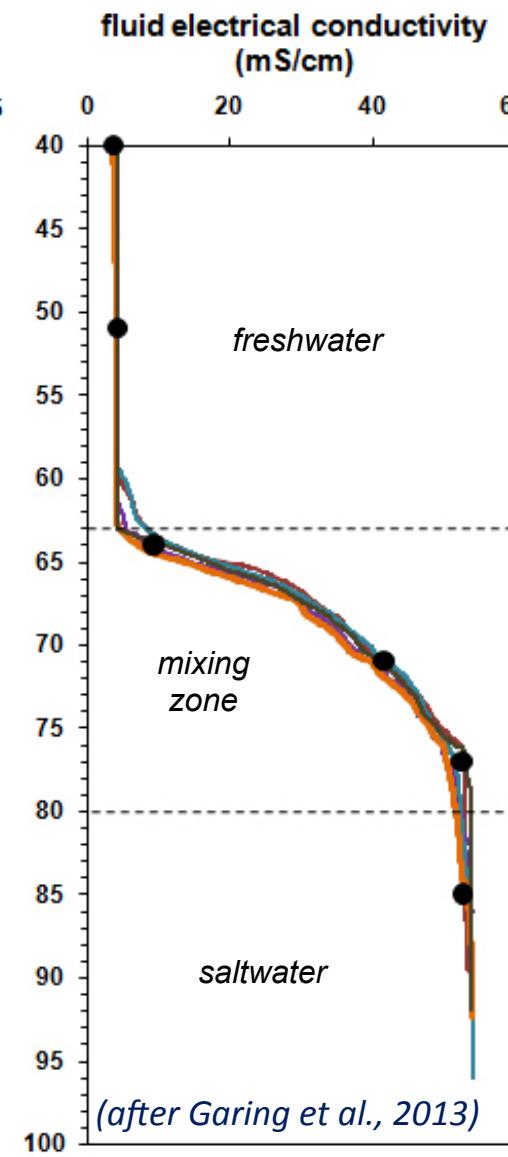
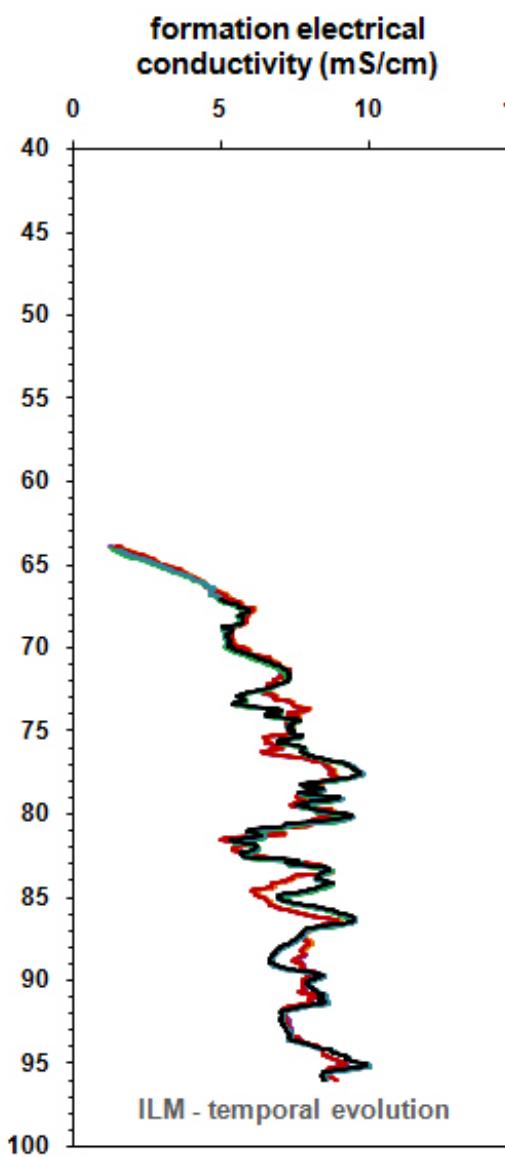
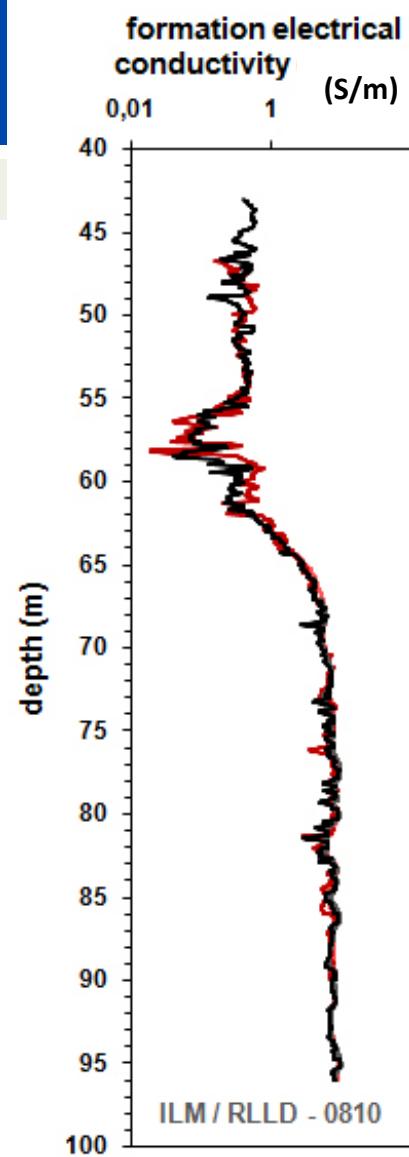


- | | |
|-------------|-----------------------------|
| ETH | <i>D. Jaeggi (2007)</i> |
| UM2 | <i>Y. Maria-Sube (2008)</i> |
| UM2 | <i>V. Hébert (2011)</i> |
| UM2 | <i>C. Garing (2011)</i> |
| UPPA | <i>M. Toqeer (2012)</i> |



Ministère Environnement Baléares

→ laboratoire expérimental de terrain dans des carbonates récifaux très bien documenté en termes de structures sur 8 ordres de grandeur (du μm à 100 m)



a)

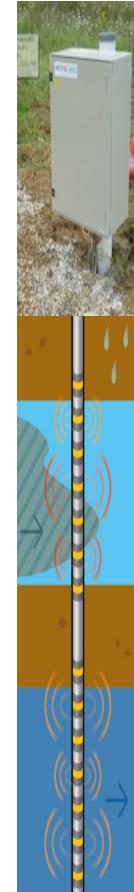
b)

c)

d)

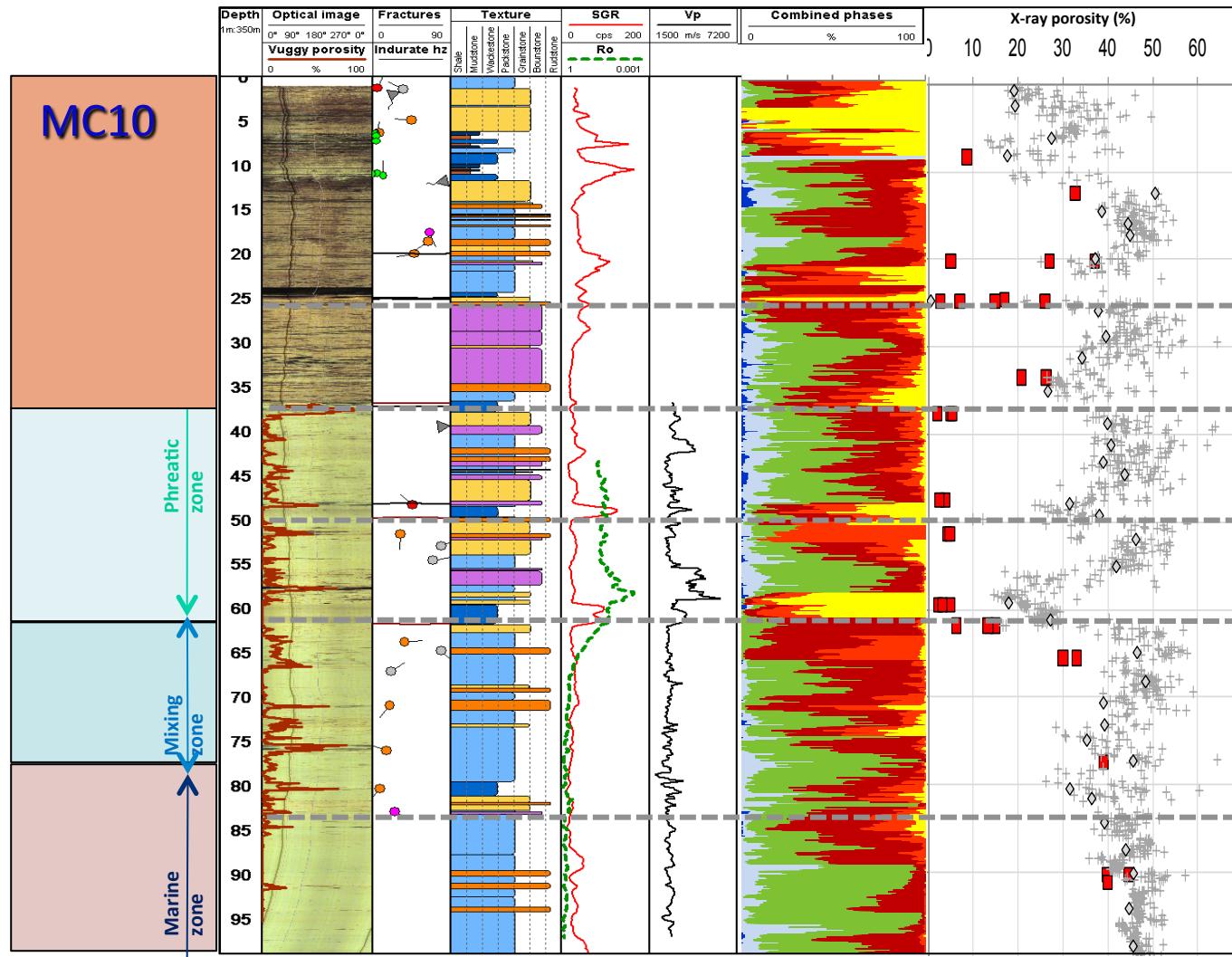
Résultats (2013-2014)

- Valorisation de 2 thèses UM2 et publications (Garing et al., 2013a,b; Hébert et al., 2014)
 - **V. Hébert** : structure multi-scalaire du site (du μm à 100 m),
 - **C. Garing** : étude des interactions eau-roche à l'interface eau douce/eau salée.
- Amélioration sur le terrain de **l'infrastructure de monitoring in-situ** :
 - couverture (protection des équipements et des personnels),
 - réparation du dispositif **électrique** in-situ (SMD installé en 2011),
 - test du SMD « portable » CRITEX pour le monitoring électrique en forage.
- Suivi hydrogéochimique **Westbay** : p, T, Cw, pH et chimie des eaux (3 fois / an)
- Echantillonnage pour **étude géochimique détaillée** (7 échantillons, dont 4 dans le forage) : majeurs et traces, isotopes stable de l'eau, isotopes du bore et du strontium) pilotée par E. Petelet (BRGM Orléans).



Porosity structure at Ses Sitjoles (Campos, Mallorca)

● Porosity at μm to 100 m scale

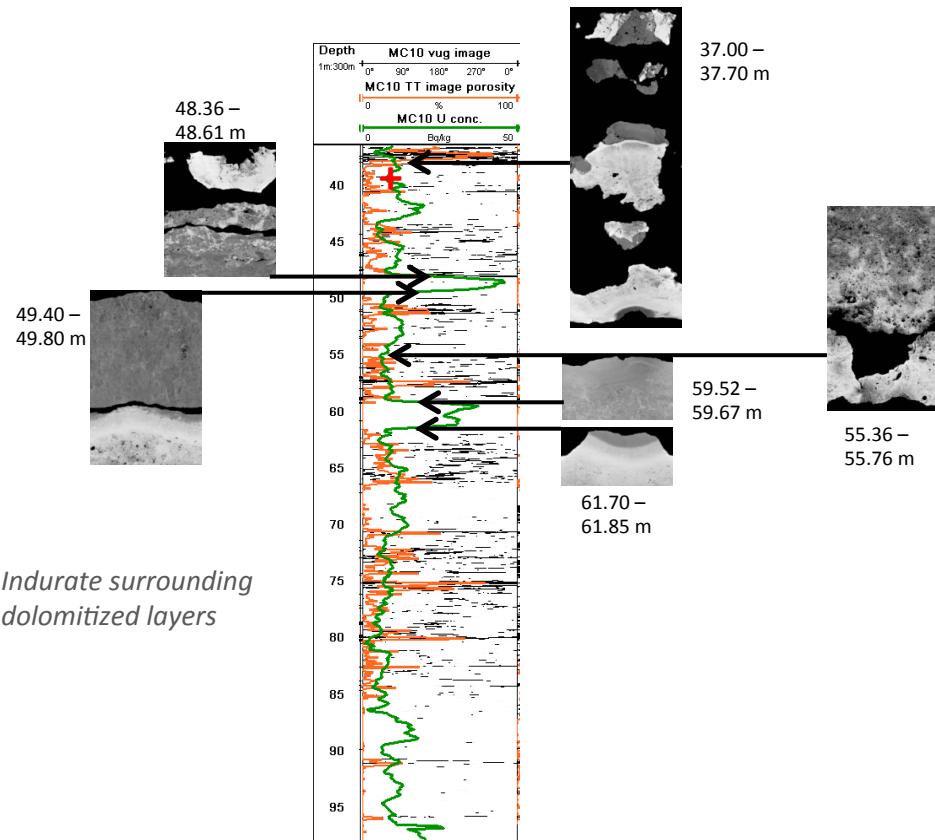


(after Hébert et al., 2014)

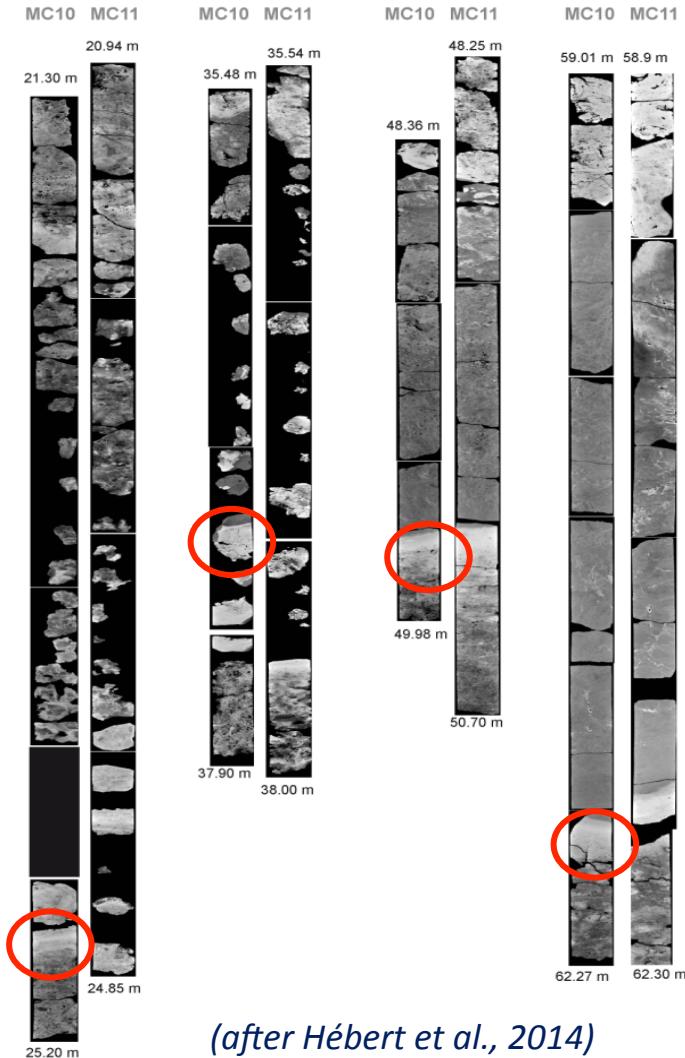
Vugs development at Ses Sitjoles (Campos, Mallorca)

Heterogeneities at all scales

- Uranium-rich levels
- Dolomitized levels
- Indurate layers
- Karst development



MC10 MC11

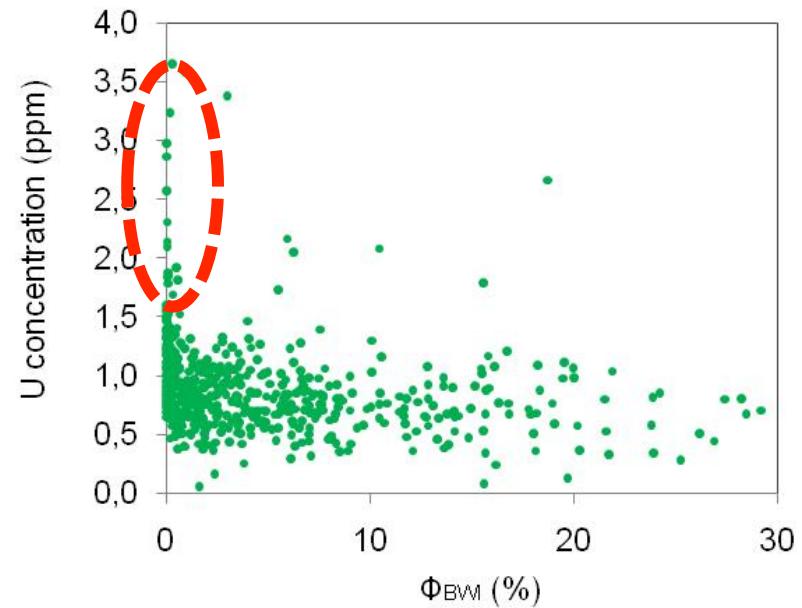
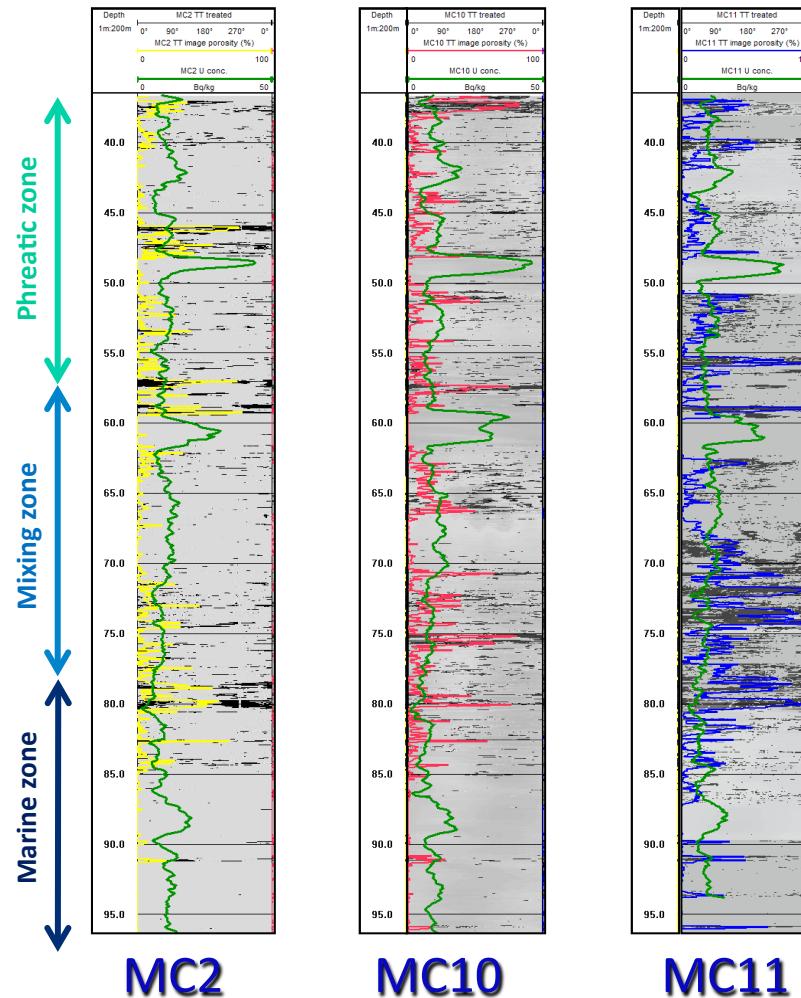


(after Hébert et al., 2014)

Vugs development at Ses Sitjoles (Campos, Mallorca)

BWI porosity and distribution of biological concretions

Vuggy porosity profiles and SGR

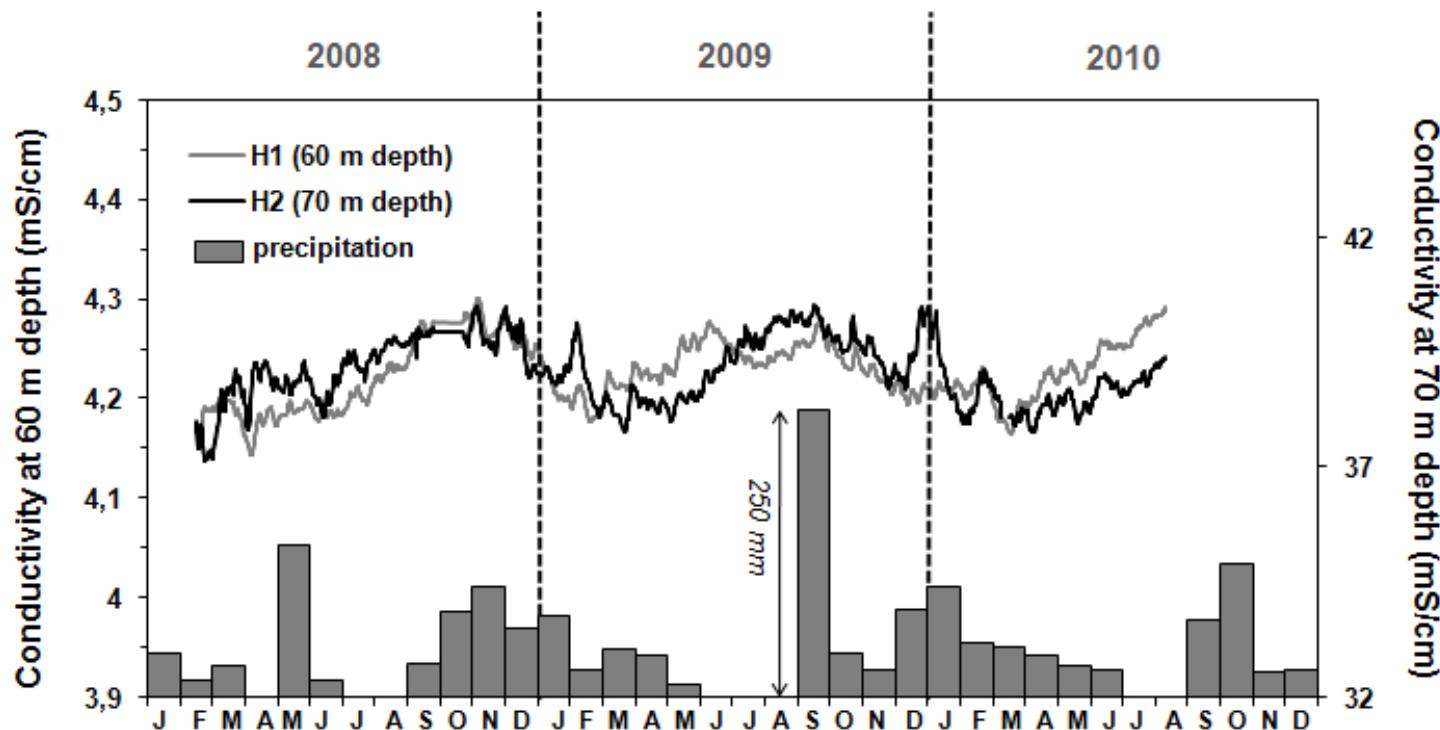


(after Hébert et al., 2014)

→ Anticorrelation no vuggy porosity – high concentrated U levels

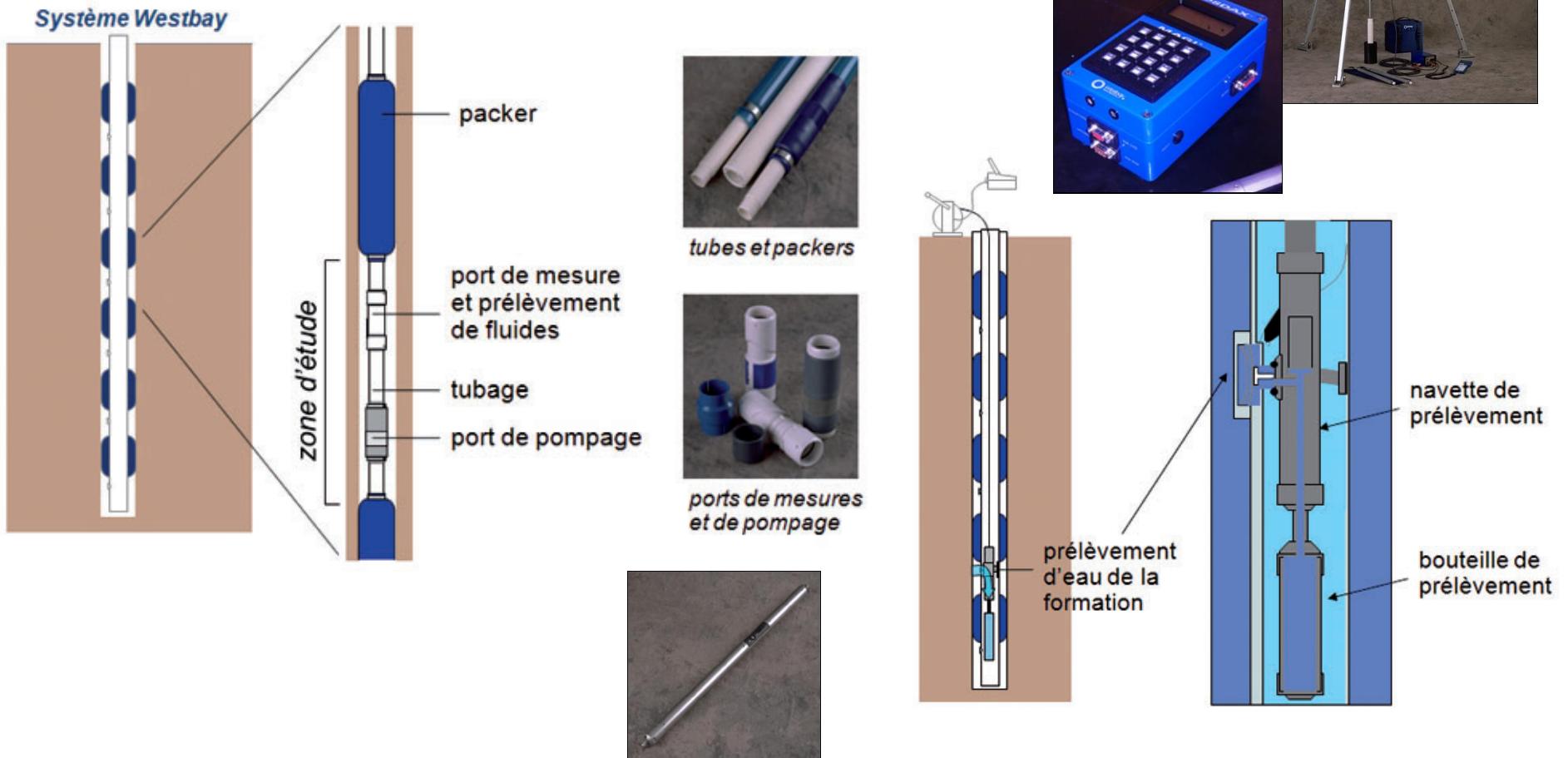
HYDREKA sensors (MC11)

- Permanent downhole sensors at 60 and 70 m depth
- Seasonal changes in pore fluid conductivity noticed from time-lapse induction logs confirmed

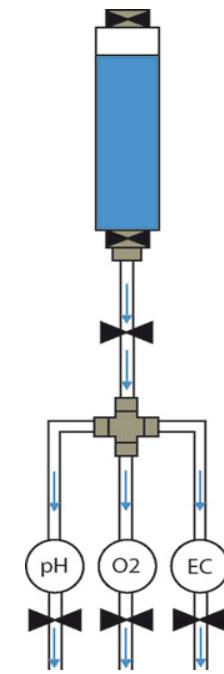
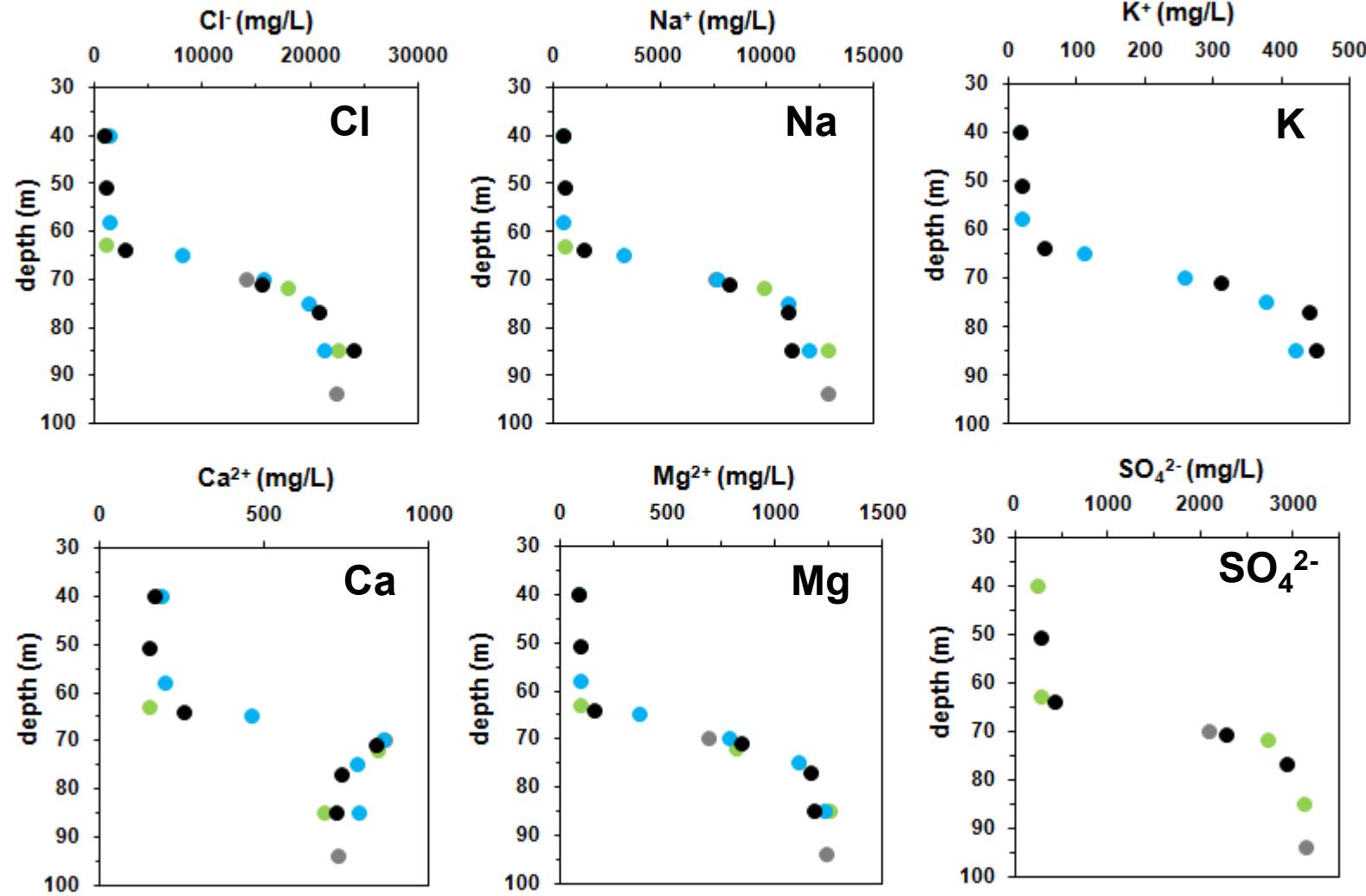


Hydrogeochemical monitoring with Westbay (2008-) / MC2

- "Multi-level" groundwater monitoring system
- Cooperation agreement : Schlumberger / OREME (2009-)



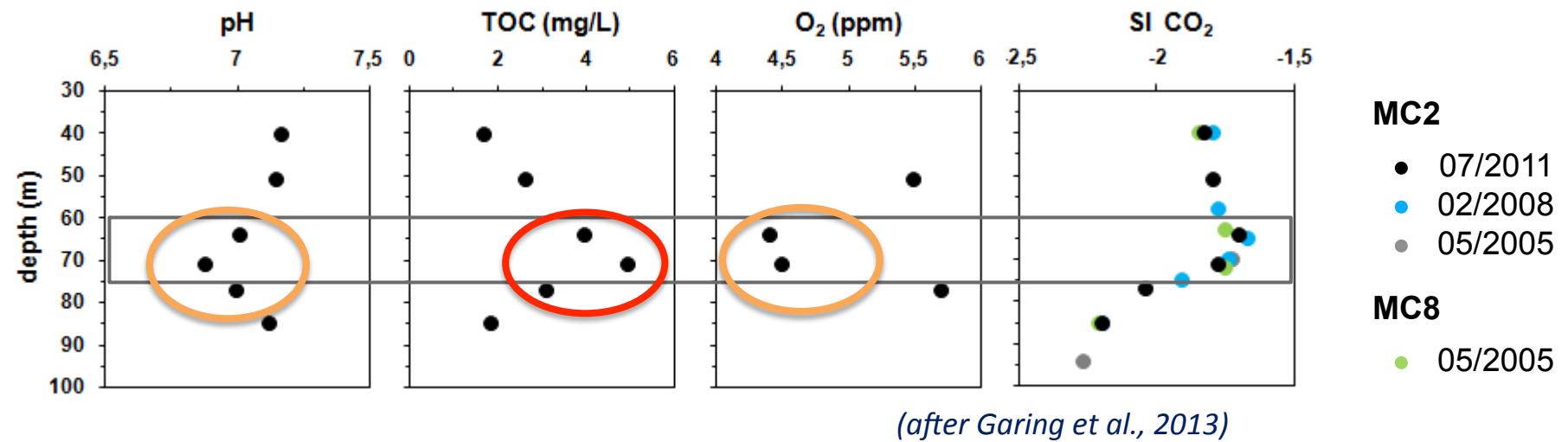
WestBay pore fluid sampling (2008-)



- MC2**
- 07/2011
 - 02/2008
 - 05/2005
- MC8**
- 05/2005

(after Garing et al., 2013)

Active geochemical processes



→ Possible interaction with microbiological activity

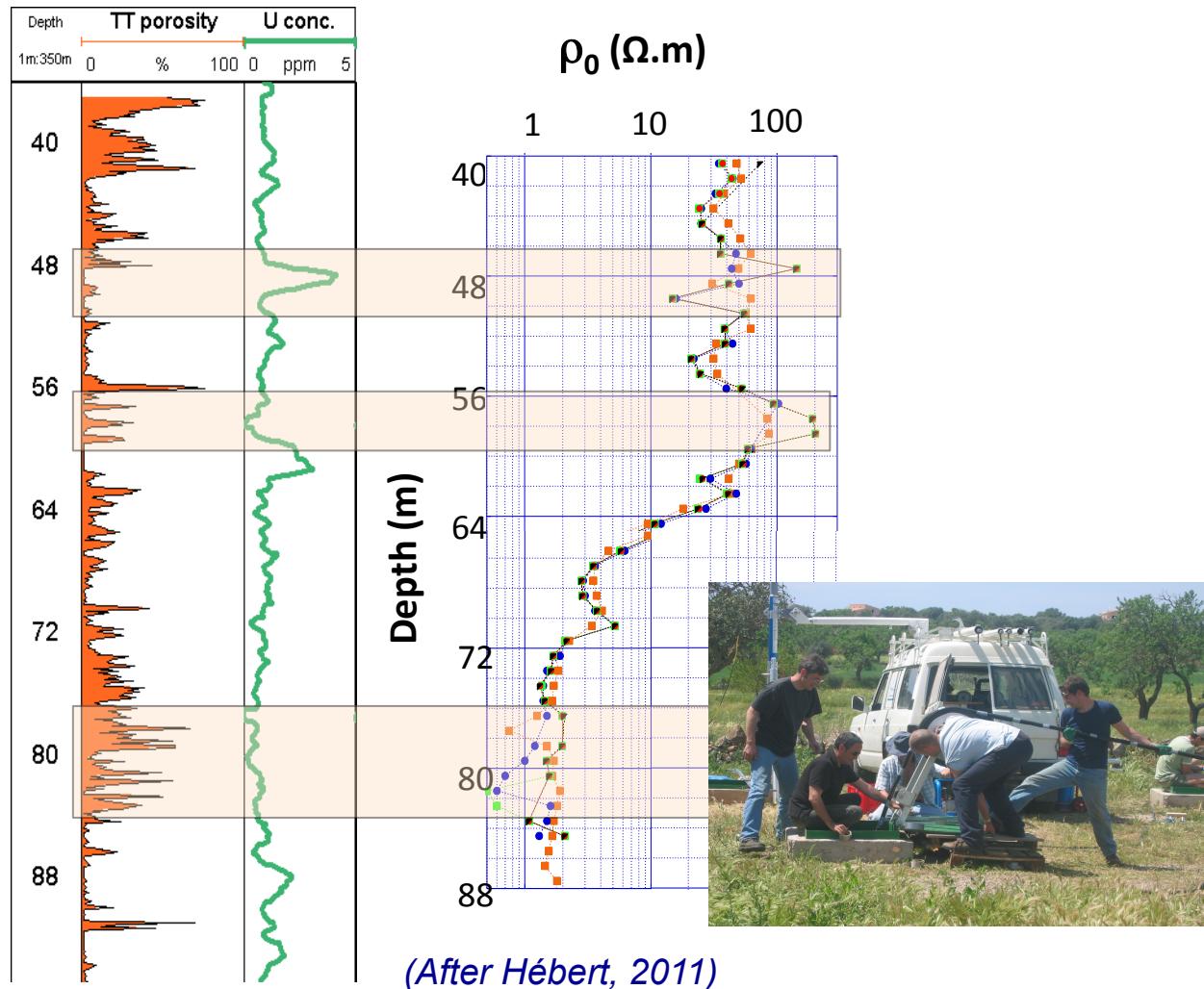
Collaboration with microbiologists from
Hydrosciences Montpellier (M. Héry)

→ On-going microbiological study (HSM & P. Gouze)



Electrical monitoring at Campos (Mallorca)

CNRS device (2005-2011)

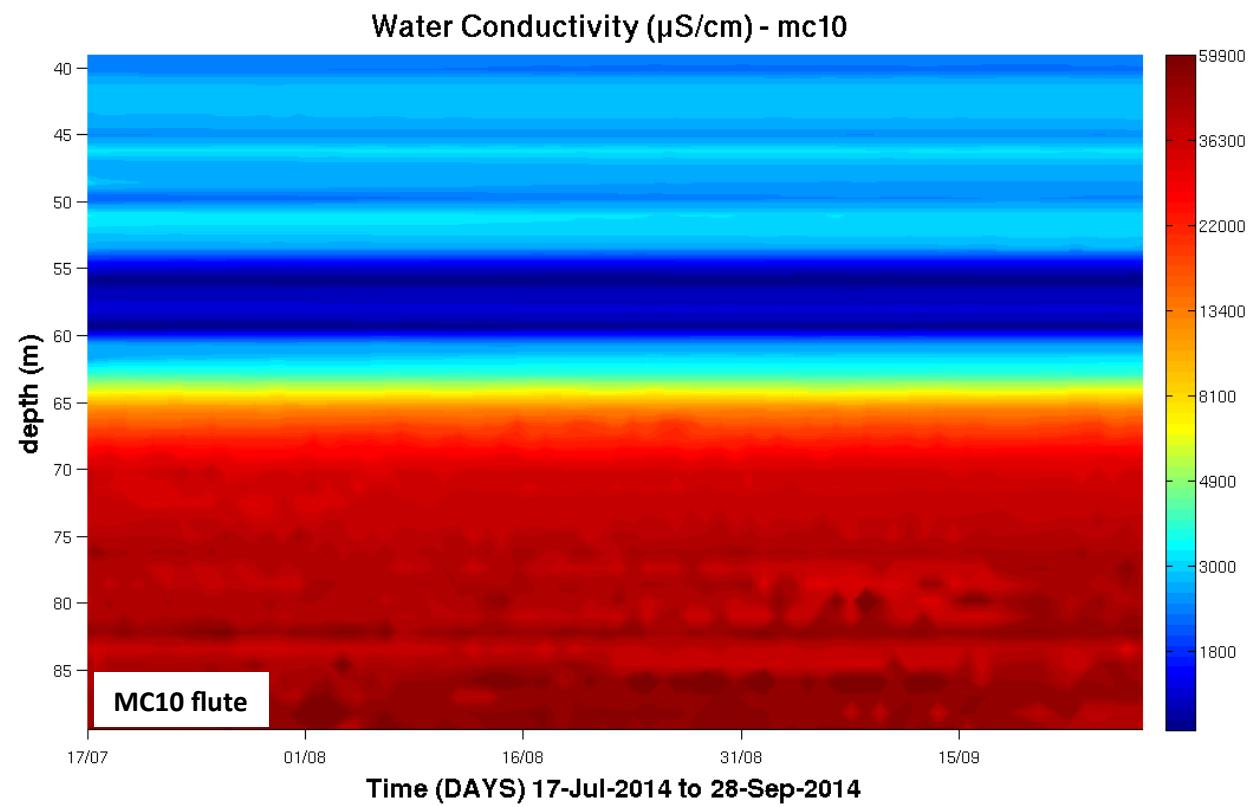
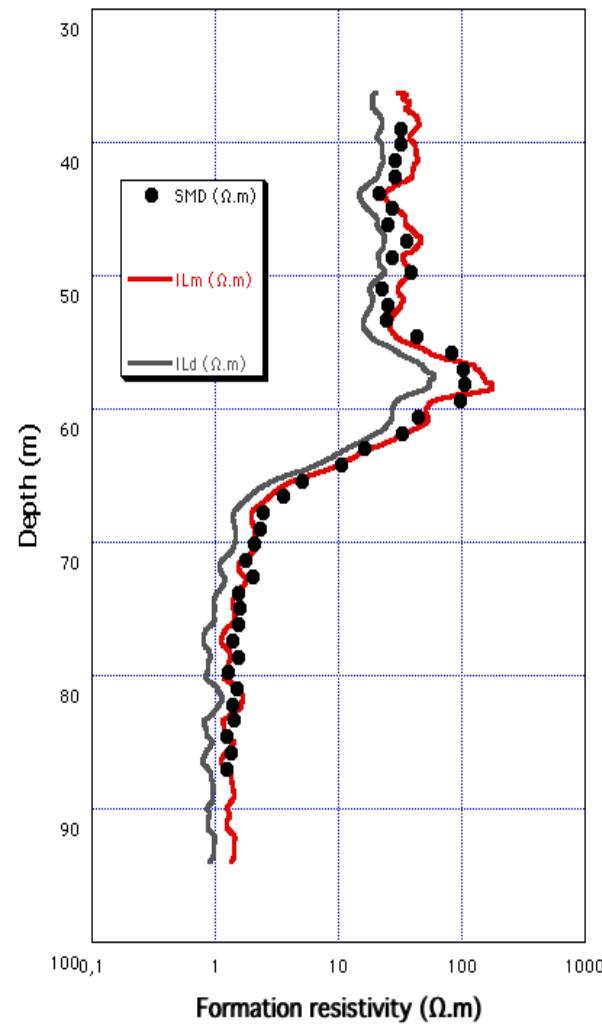


"SMD" imaGeau
(2011-July 2014)

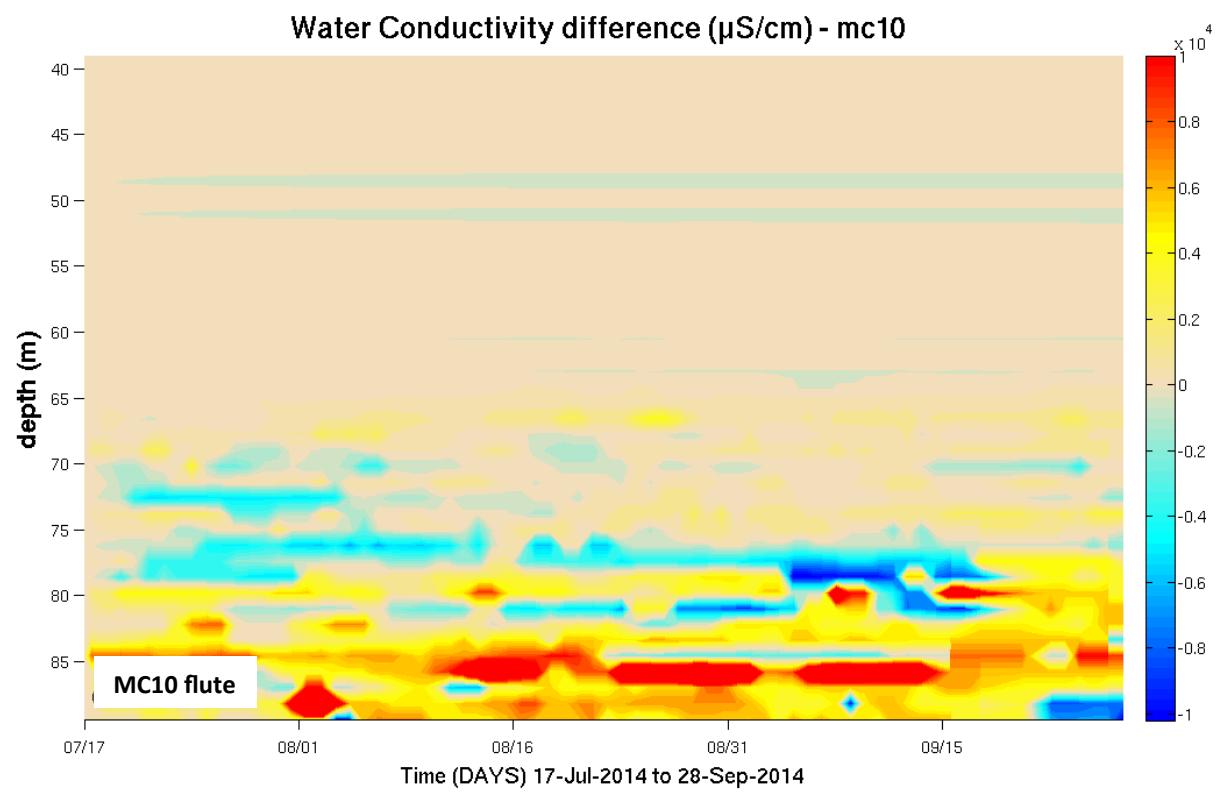
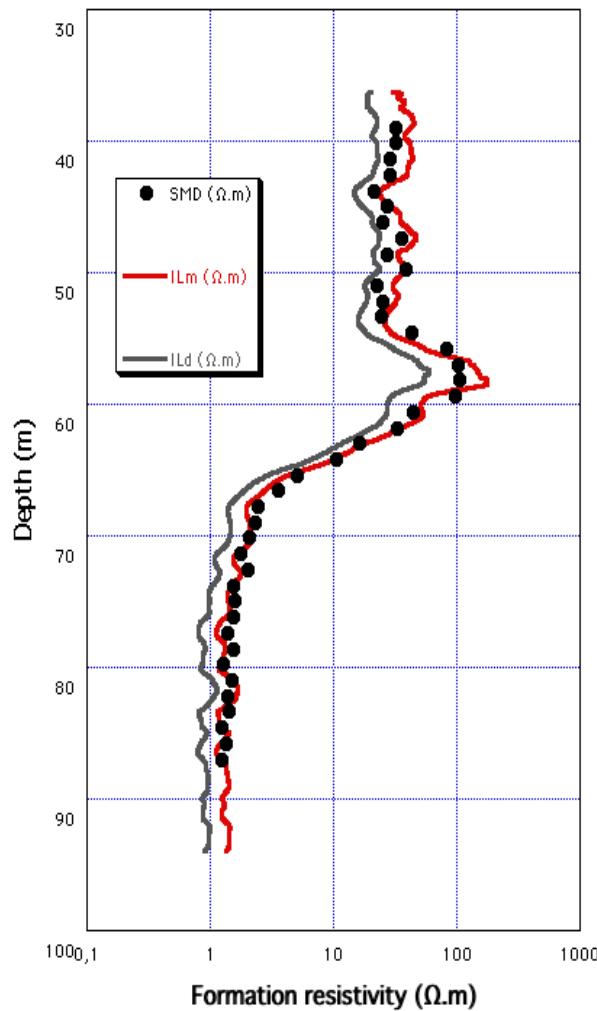


- Initial set-up: unstable system → 07/2014 for various reasons (thunder, electronics, ...)

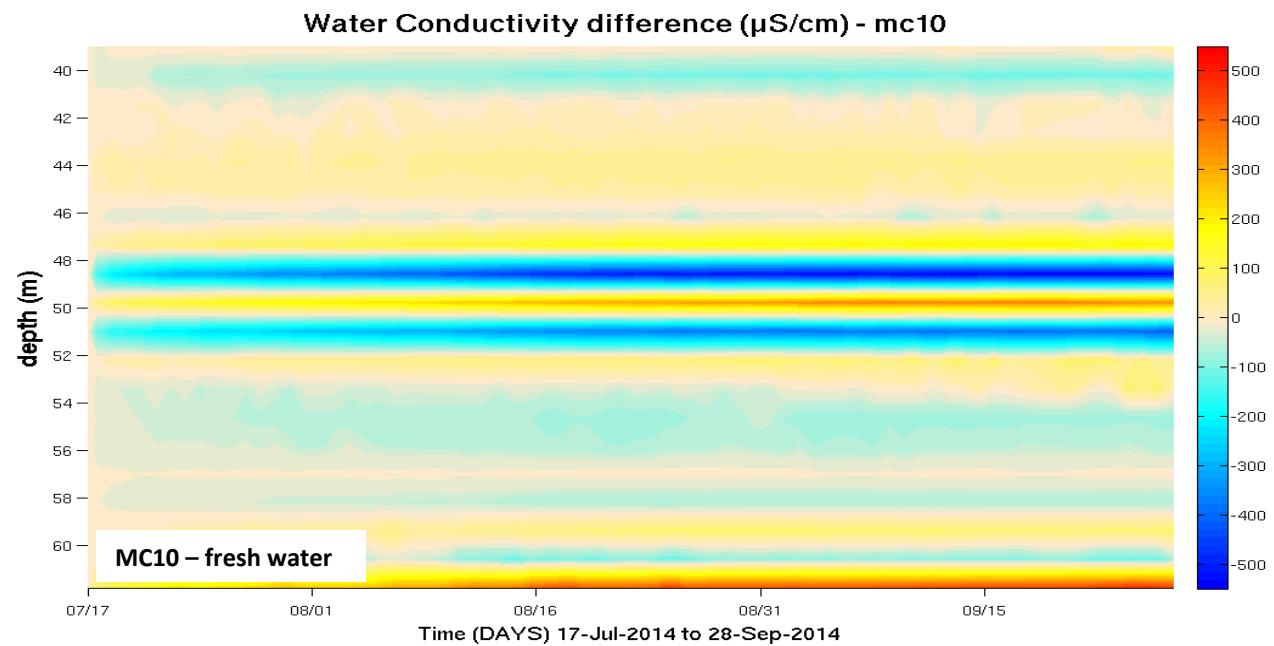
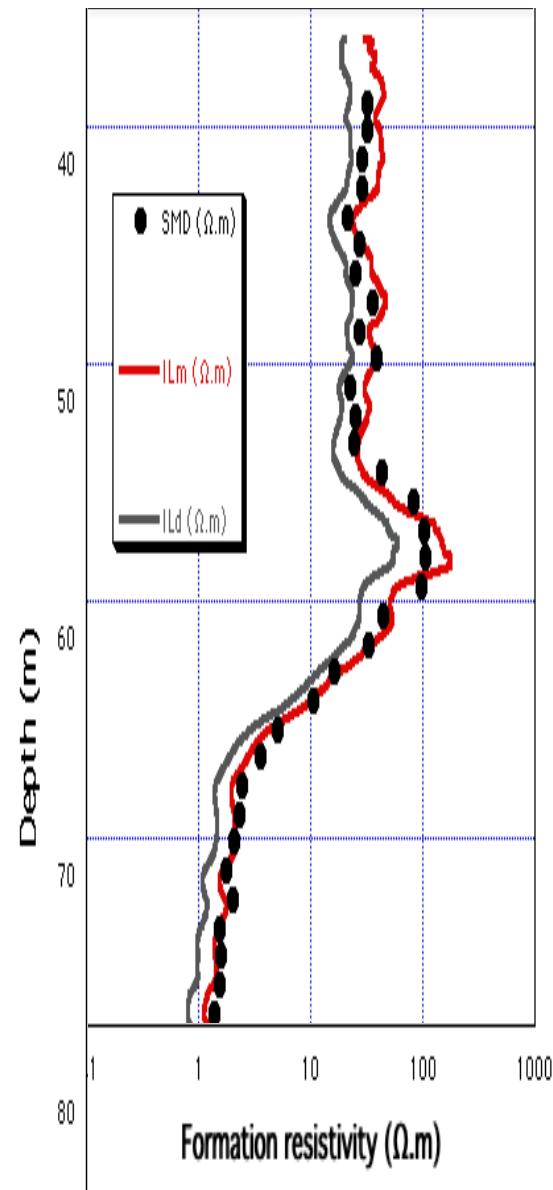
Electrical monitoring at Campos (Mallorca) since July 2014



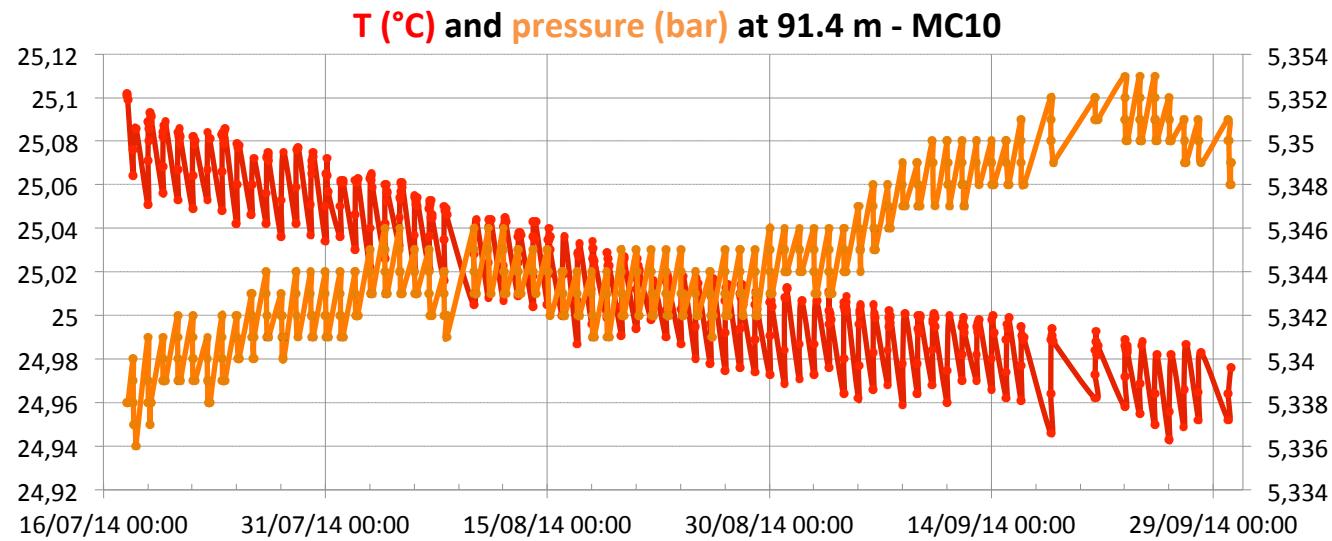
Electrical monitoring at Campos (Mallorca) since July 2014



Electrical monitoring at Campos (Mallorca) since July 2014



Downhole monitoring program at Mallorca (2015)



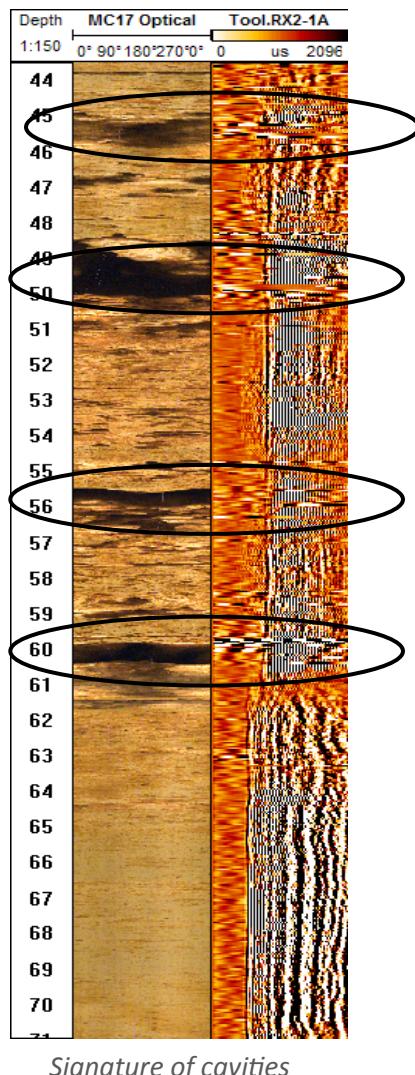
- 2015 : développement de l'observatoire multi-paramètres
 - 3 nouveaux capteurs de **p**, **T** (45 m , 65 m, 75 m)
 - **géophones** ainsi que capteurs de **PS** et d'**O₂**
 - **fibres optiques** permanente pour T et CH₄ (+ test du système « mobile » KFB-G de CRITEX)
 - extension de l'**infrastructure** de terrain (abri)
- **stagiaire** Master **UM2** (6 mois) pour l'analyse des données
(mais aussi)
- **stagiaire** Master « **UB / Palma** » (6 mois) pour intégration de 40 ans de données « papier » de la « Conselleria del Medi Ambient » de suivi de la l'intrusion dans la plateforme carbonatée du SE de Majorque dans la base de données H+.

Prospective (> 2015)

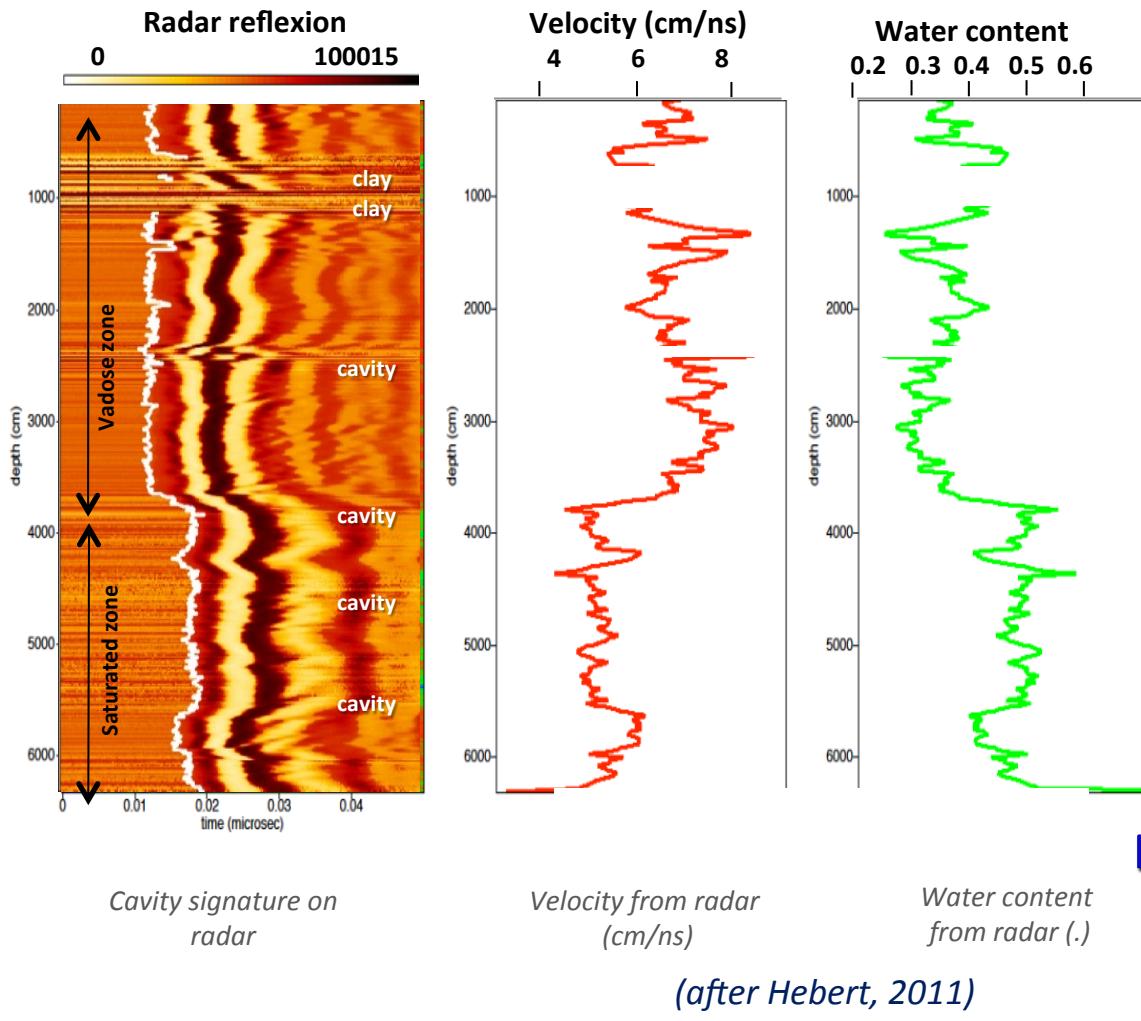
- Analyse et valorisation des **données** in-situ :
 - **historiques**, à échelle régionale, pour l'ensemble de la plateforme carbonatée (≥ 40 ans),
 - **monitoring multi-paramètres** au niveau du cluster de Ses Sitjoles (≥ 2 ans, au minimum).UB
- Rôle et nature des **bactéries** à l'interface eau douce / eau salée, et influence sur le développement de vacuoles (initiation et développement de la karstification ?) HSM
- Influence des **conditions aux limites** (*pompages agricoles, précipitations*) : dynamique temporelle de la zone non-saturée (suivi par **radar** répété en forage)/*Action 1* UPPA
- **Modélisation** numérique → **potentiel spontané** (écoulements « horizontaux »)/*Action 2* UCSC
 - origine des **températures** élevées en subsurface ?
 - évolution future de la **salinisation** de l'eau « douce » agricole ? *TBD ??*
- Etude théorique et de terrain de la **dispersion en milieu diphasique** : push-pull à l'aide de l'outil CoFIS (avec un fluide chargé en CO₂) et de l'infrastructure de monitoring in-situ au niveau du cluster de Ses Sitjoles (Campos). CSIC

Action 1 : Water content in the vadose zone at Campos

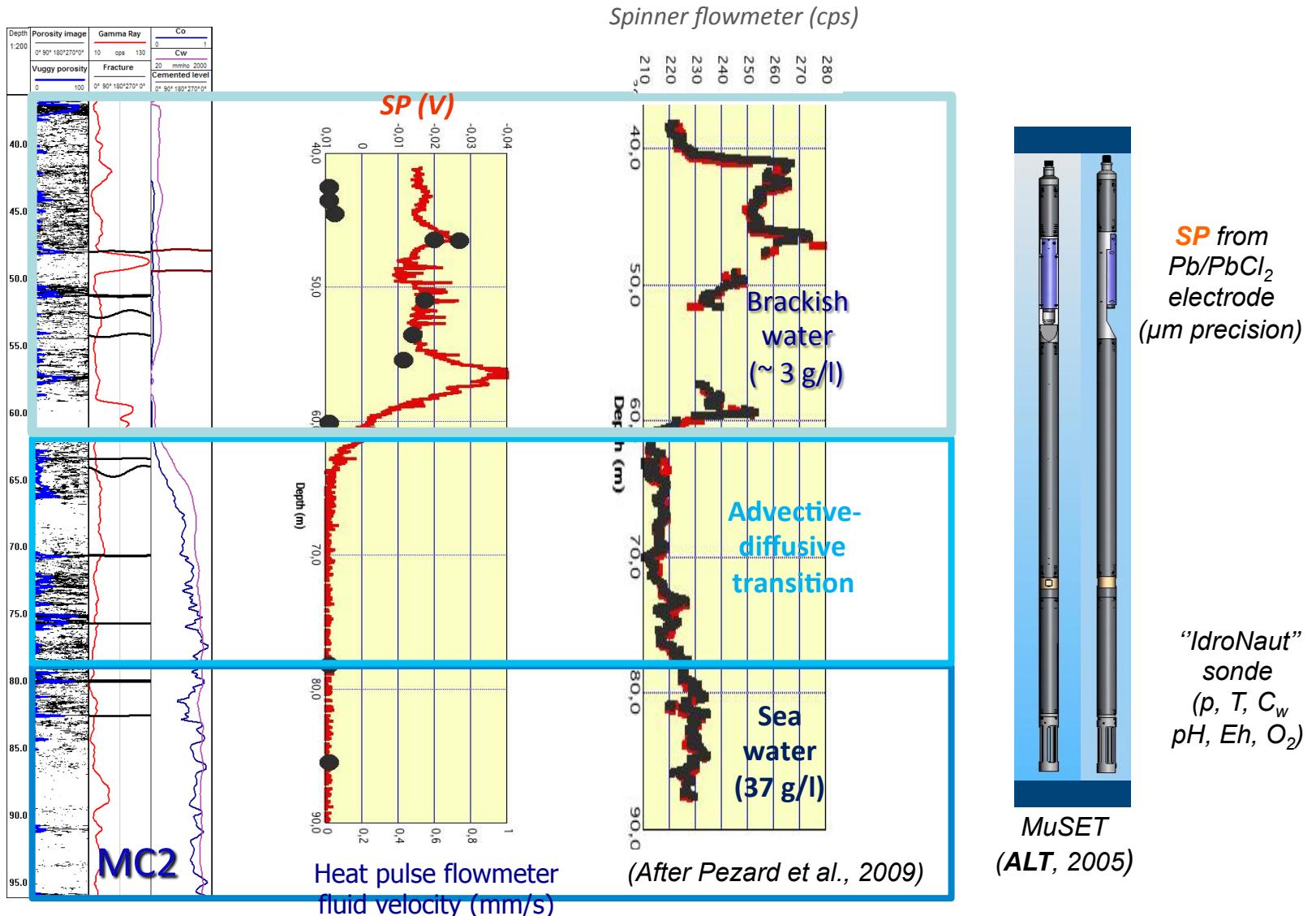
- Borehole sonic & radar :



- downhole characterization of main structures
- water content computation
- no data in water saturated zone



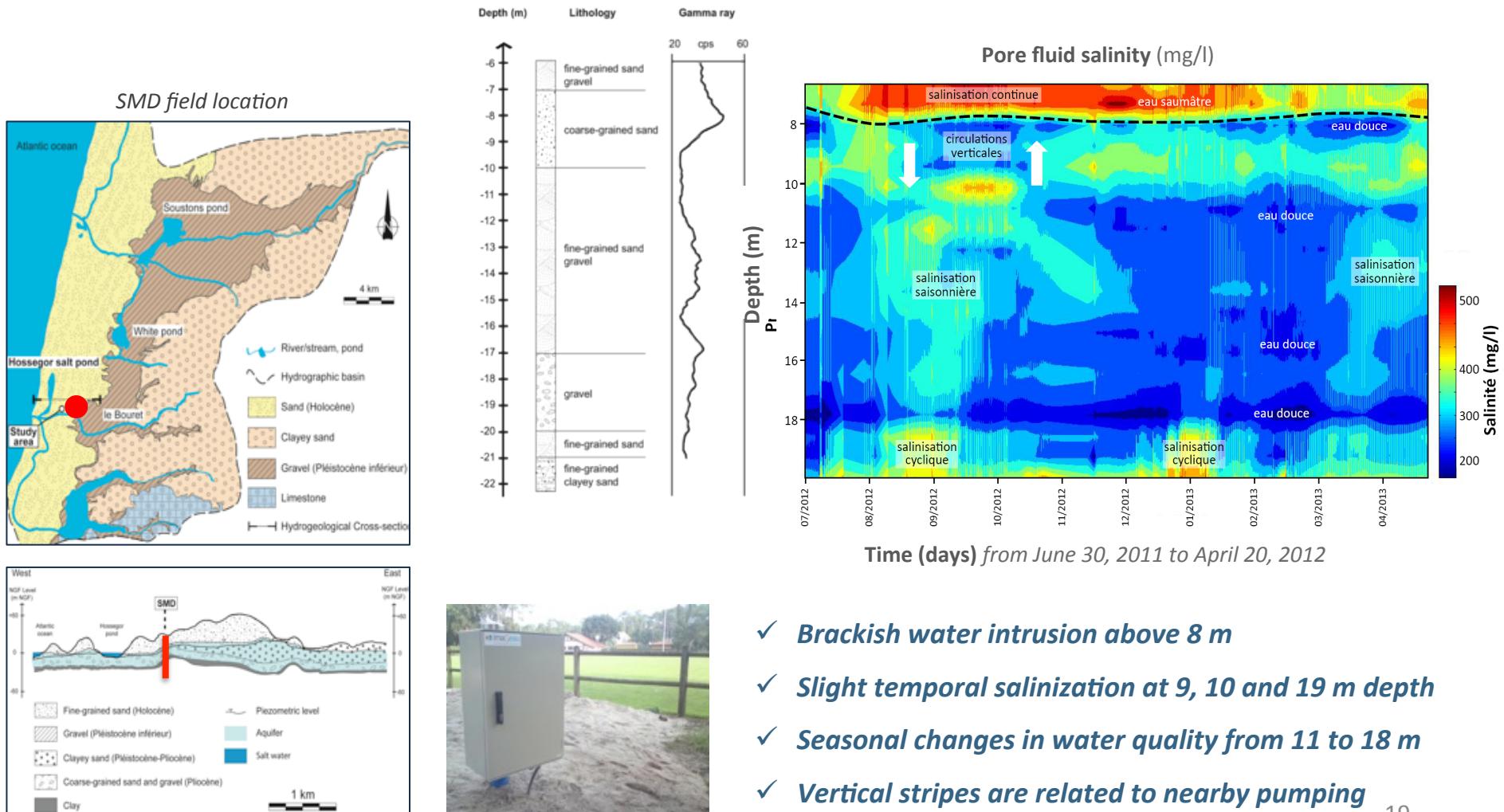
Action 2 : Integration of SP data to the monitoring set-up



- **Objective** : extract fluid movements from SP data and electrokinetic phenomenon

SMD ex. / Hossegor salinization monitoring site (Landes)

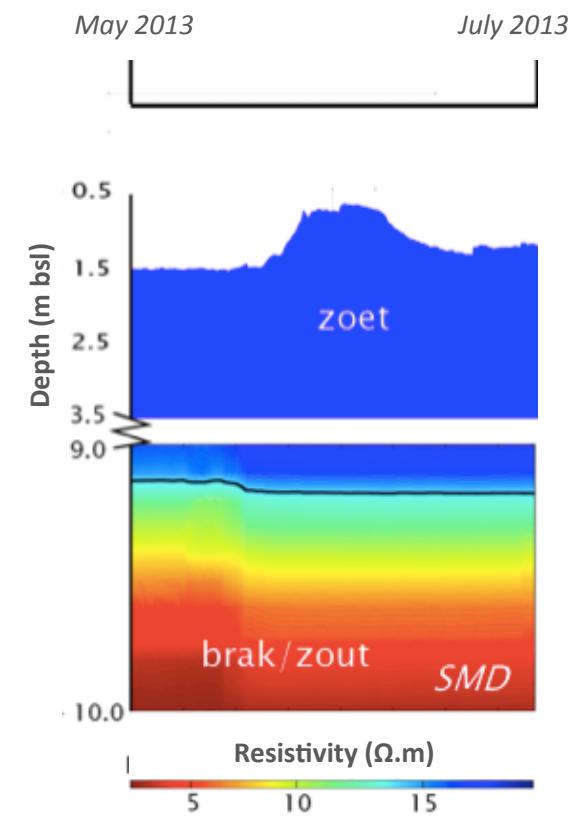
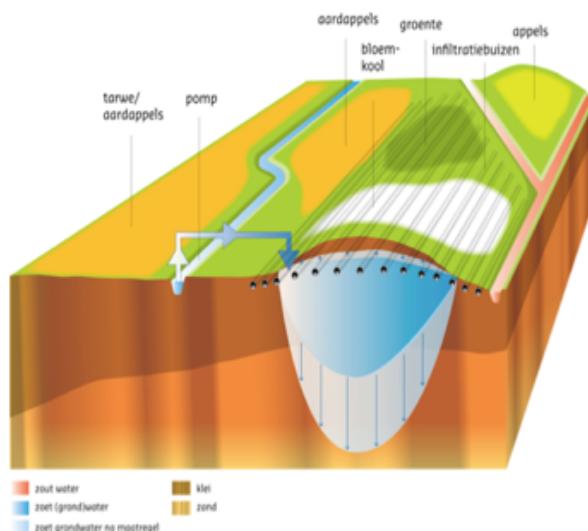
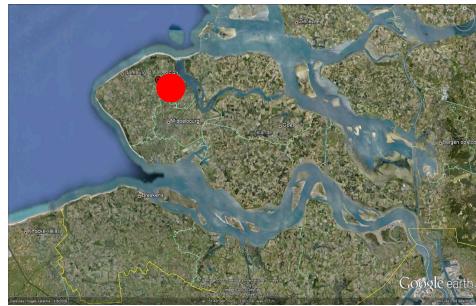
- Coastal aquifer resistivity monitoring close to a production well (Hossegor, SW France)



- ✓ Brackish water intrusion above 8 m
- ✓ Slight temporal salinization at 9, 10 and 19 m depth
- ✓ Seasonal changes in water quality from 11 to 18 m
- ✓ Vertical stripes are related to nearby pumping

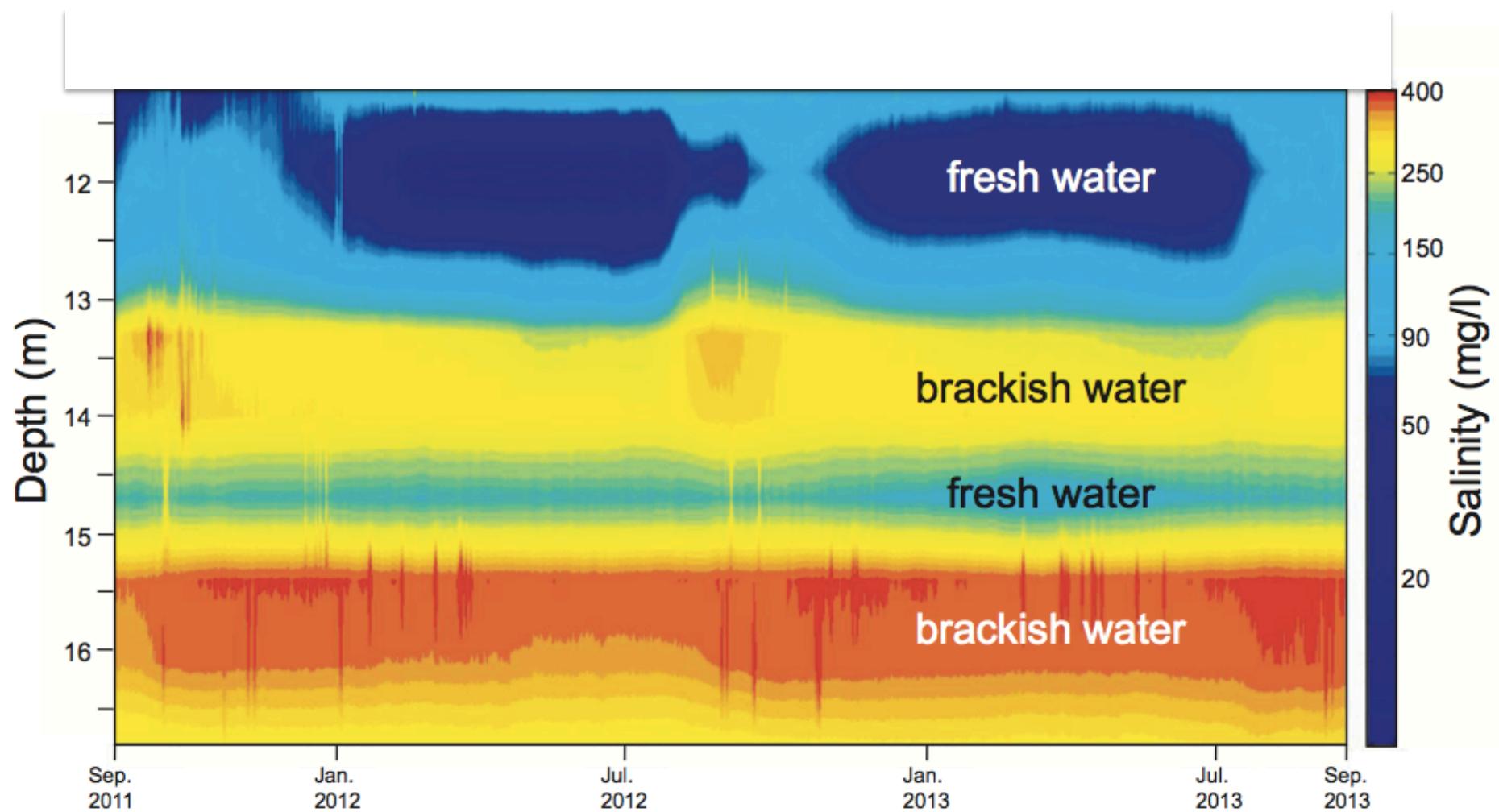
SMD ex. / Seerooskerke ASR monitoring site (Holland)

- Fresh water storage within a salinated aquifer (Serooskerke, Holland)



- Context : coastal aquifer storage and monitoring close to a production well
 - Results : 2 months of SMD data provide new insights into groundwater recharge
- ✓ The salinity range varies from 205 mg/L (blue) to 519 mg/L (red)

SMD ex. / Coutières intrusion monitoring site (CG17)



Saint-Jean de la Prée intrusion monitoring site (CG17)

