



**HAL**  
open science

# Impact des fluctuations du niveau d'une nappe phréatique induites par les changements climatiques sur la remobilisation des hydrocarbures pétroliers raffinés légers (LNAPLs)

Amélie Cavelan, Fabrice Golfier, Stéfan Colombano, Noële Enjelvin, Hossein Davarzani, Jacques Deparis, Pierre Faure

## ► To cite this version:

Amélie Cavelan, Fabrice Golfier, Stéfan Colombano, Noële Enjelvin, Hossein Davarzani, et al.. Impact des fluctuations du niveau d'une nappe phréatique induites par les changements climatiques sur la remobilisation des hydrocarbures pétroliers raffinés légers (LNAPLs). 27e édition de la Réunion des Sciences de la Terre (RST), Nov 2021, Lyon, France. , 2021. hal-03445696

**HAL Id: hal-03445696**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03445696>**

Submitted on 24 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.





# Impact des fluctuations du niveau d'une nappe phréatique induites par les changements climatiques sur la remobilisation des hydrocarbures pétroliers raffinés légers (LNAPLs)

Amélie Cavelan<sup>1\*</sup>, Fabrice Golfier<sup>2</sup>, Stéfan Colombano<sup>3</sup>, Noële Enjelvin<sup>4</sup>, Hossein Davarzani<sup>3</sup>, Jacques Deparis<sup>3</sup>, Pierre Faure<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Université de Lorraine, CNRS, LIEC, Nancy, France, <sup>2</sup>Université de Lorraine, CNRS, GeoRessources, Nancy, France, <sup>3</sup>BRGM, Orléans, France, <sup>4</sup>Université de Lorraine, INRAE, LSE, GISFI, Vandoeuvre-lès-Nancy, France. \*Corresponding author: [amelie.cavelan@univ-lorraine.fr](mailto:amelie.cavelan@univ-lorraine.fr)

## 1. Que sont les Light-Non-Aqueous Phase Liquids (LNAPLs) ?

- o Hydrocarbures pétroliers légers (essence, carburant diesel...), densité < 1 g/cm<sup>3</sup>
- o Composition principale: hydrocarbures aliphatiques, BTEX.
- o Représentent 40% des contaminations des sols et des eaux souterraines.



## 3. Changements climatiques et nappe phréatique

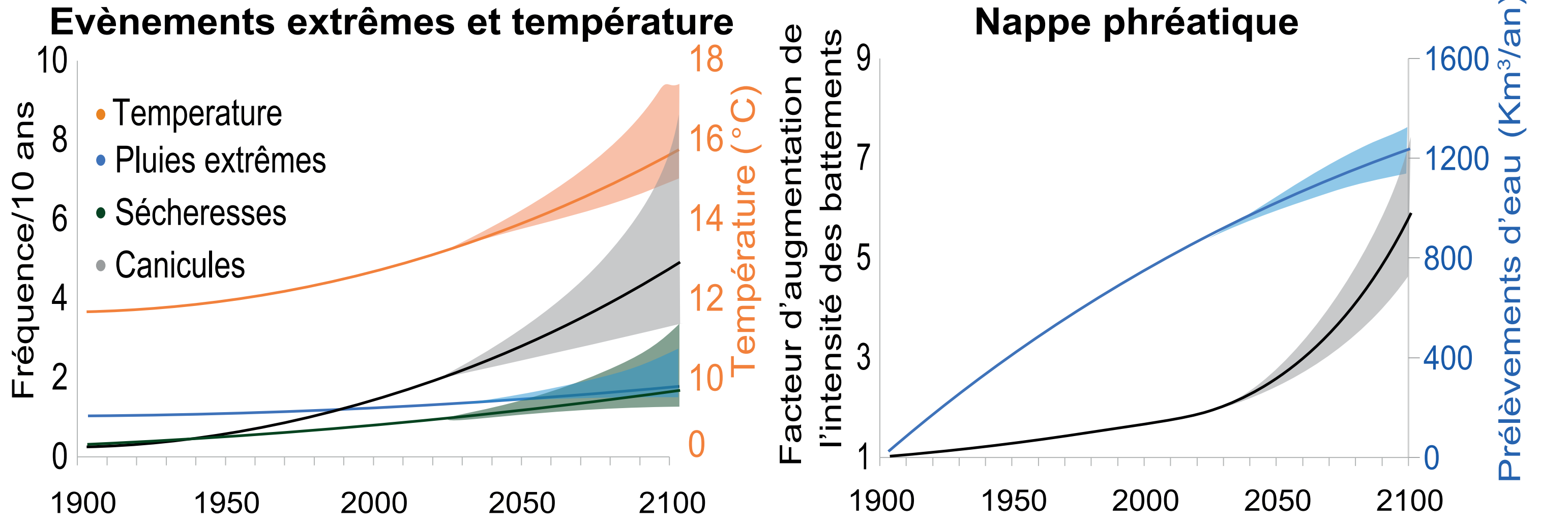


Fig. 2. Évolutions mesurées et projetées de la température moyenne de la surface terrestre, de l'intensité et de la fréquence des événements climatiques extrêmes, du prélèvement d'eau souterraine et de l'intensité des variations du niveau de la nappe phréatique de 1900 à 2100 (GIEC 2021; AEE 2021; Wada 2016).

- Le changement climatique risque fortement de :**
- o augmenter l'intensité et la fréquence des événements climatiques extrêmes (Fig. 2).
  - o augmenter la consommation en eaux souterraines.
  - o changer la dynamique de recharge des nappes.
  - o augmenter l'intensité des variations du niveau des nappes phréatiques.
- => **Quelles conséquences pour les LNAPLs, la qualité de l'eau, de l'air ?**

## 4. Nos objectifs :

- o Comprendre/prédire le comportement des LNAPLs sous différents scénarios d'intensité de battements de nappe et de précipitations.
- o Améliorer les techniques de suivi de ces sites en couplant des méthodes *in-situ* et *ex-situ*

## 2. Influence du battement des nappes phréatiques sur les LNAPLs

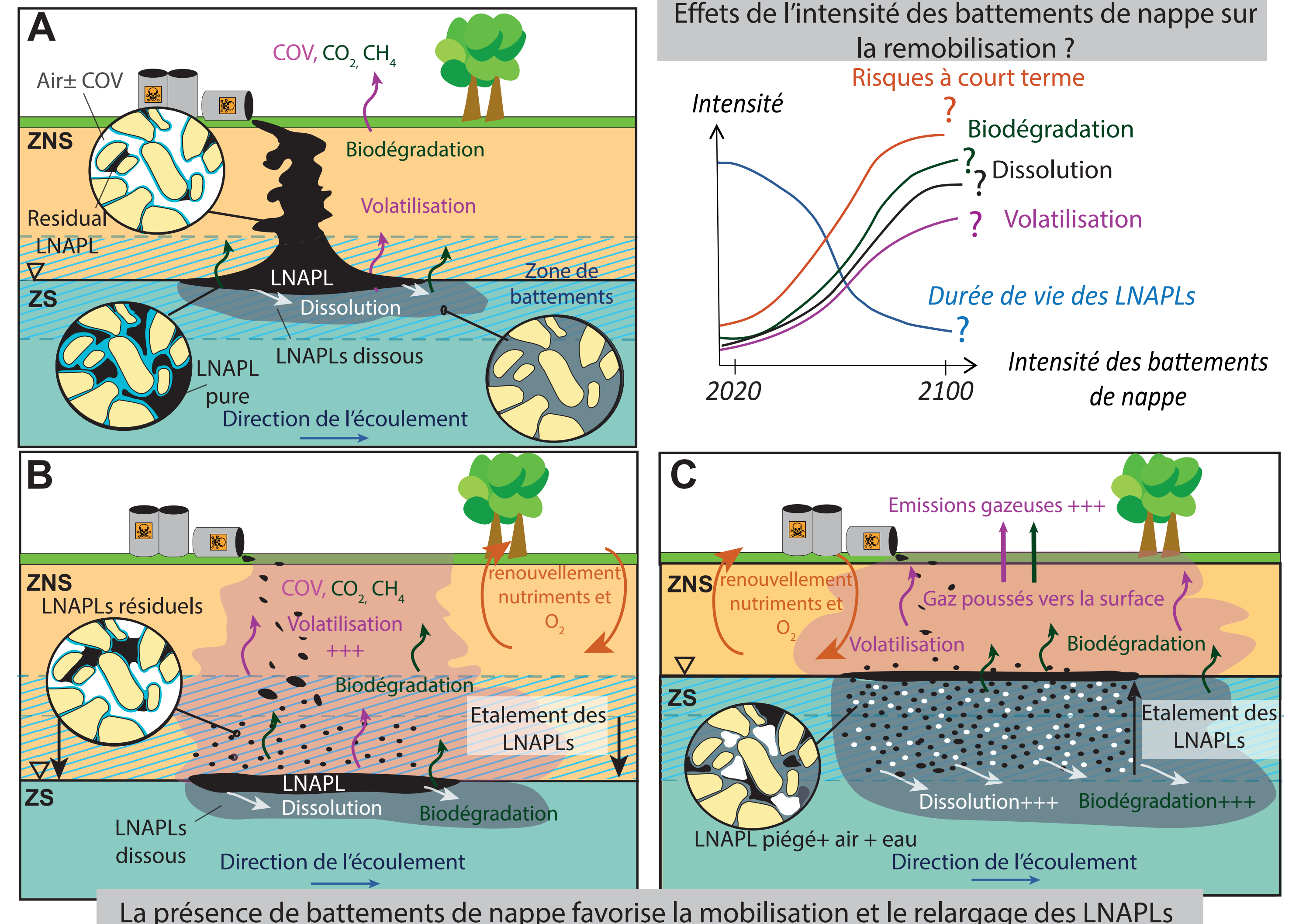


Fig. 1. Influence des fluctuations du niveau de la nappe phréatique sur les processus de mobilisation et de relargage des LNAPLs. (i) niveau initial de la nappe, (ii) niveau bas (saison sèche), (iii) niveau haut de la nappe phréatique (saison humide). COV : carbone organique volatil. ZS : zone saturée. ZNS : zone non saturée.

- La présence de variations saisonnières (ou induites par pompage) du niveau des nappes :**
- o favorise l'étalement des LNAPLs à travers la zone de battement (Fig. 1)
  - o favorise le relargage des LNAPLs vers la nappe et l'atmosphère
  - o favorise l'atténuation naturelle/diminue la longévité de la source de LNAPLs
  - o **Mais relation intensité de battements et intensité de la remobilisation inconnue.**

## 5. Notre approche: le suivi expérimental sur colonnes lysimétriques

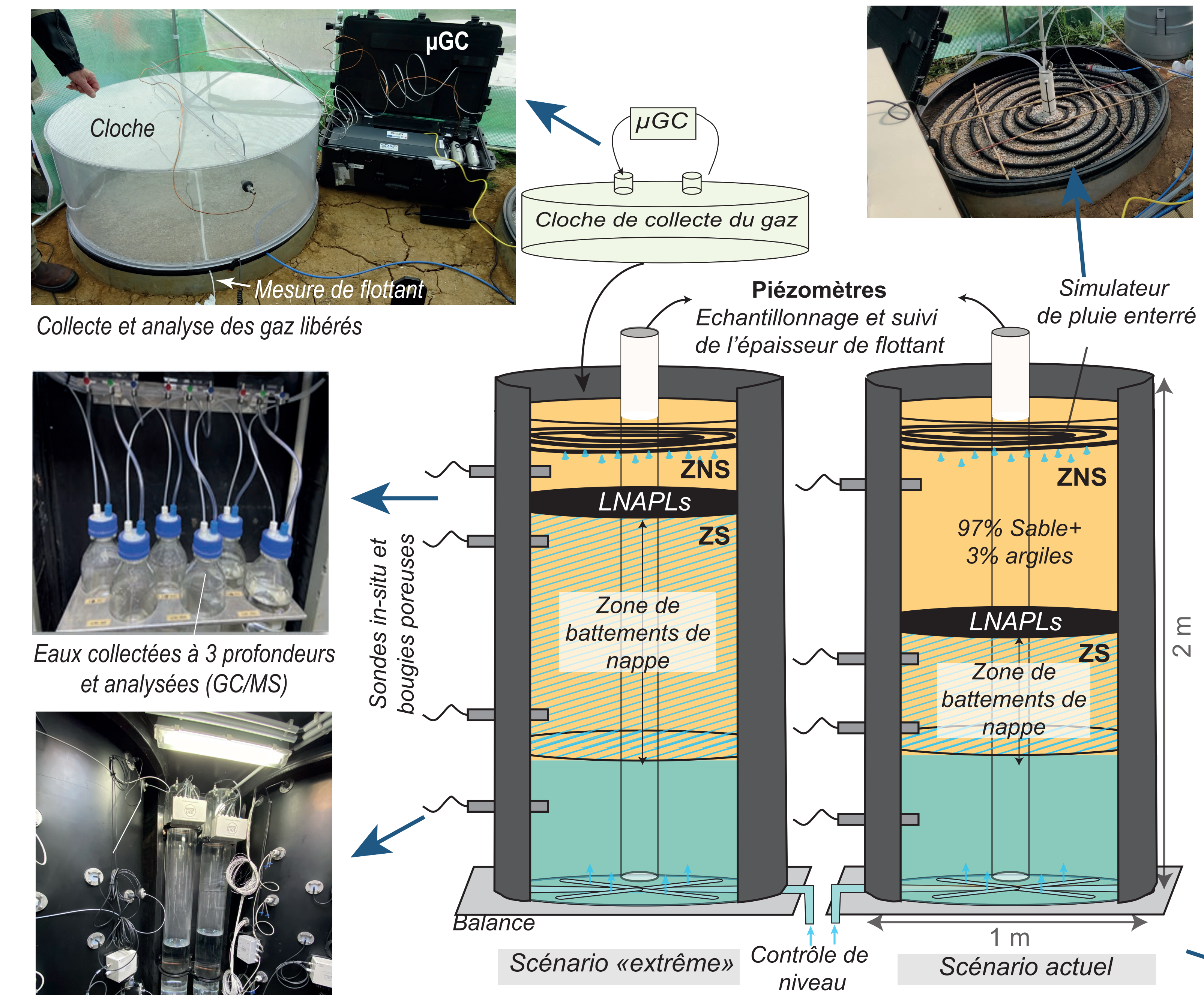


Fig. 3. Dispositif expérimental utilisé (GISFI, Homécourt, France) pour suivre l'effet de deux scénarios (actuel et extrême) de précipitations et d'intensité de battements de nappe sur un sol contaminé par 50L de LNAPLs (gasoil) pendant 14 mois.

- Nous suivons l'effet des scénarios sur:**
- o Les émissions de gaz (COV, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) (flux, composition :  $\mu$ GC, GC/MS de terrain)
  - o La distribution de la saturation en LNAPLs (résistivité et permittivité électrique *in-situ*)
  - o Le pH, le potentiel redox et hydrique du sol, la température
  - o L'évolution de la concentration et de la composition des LNAPLs dissous (bougies poreuses *in-situ*, SPE, GC/MS, TPH, COD, FTIR)

- En complément au laboratoire :**
- o Calibration des sondes *in-situ* (tensiomètres, permittivité, résistivité) en colonne 1D (cm) et tanks 2D (dm) en fonction des saturations en air/LNAPL/eau du sol.
  - o Modélisation numérique du transport et de la mobilisation des LNAPLs

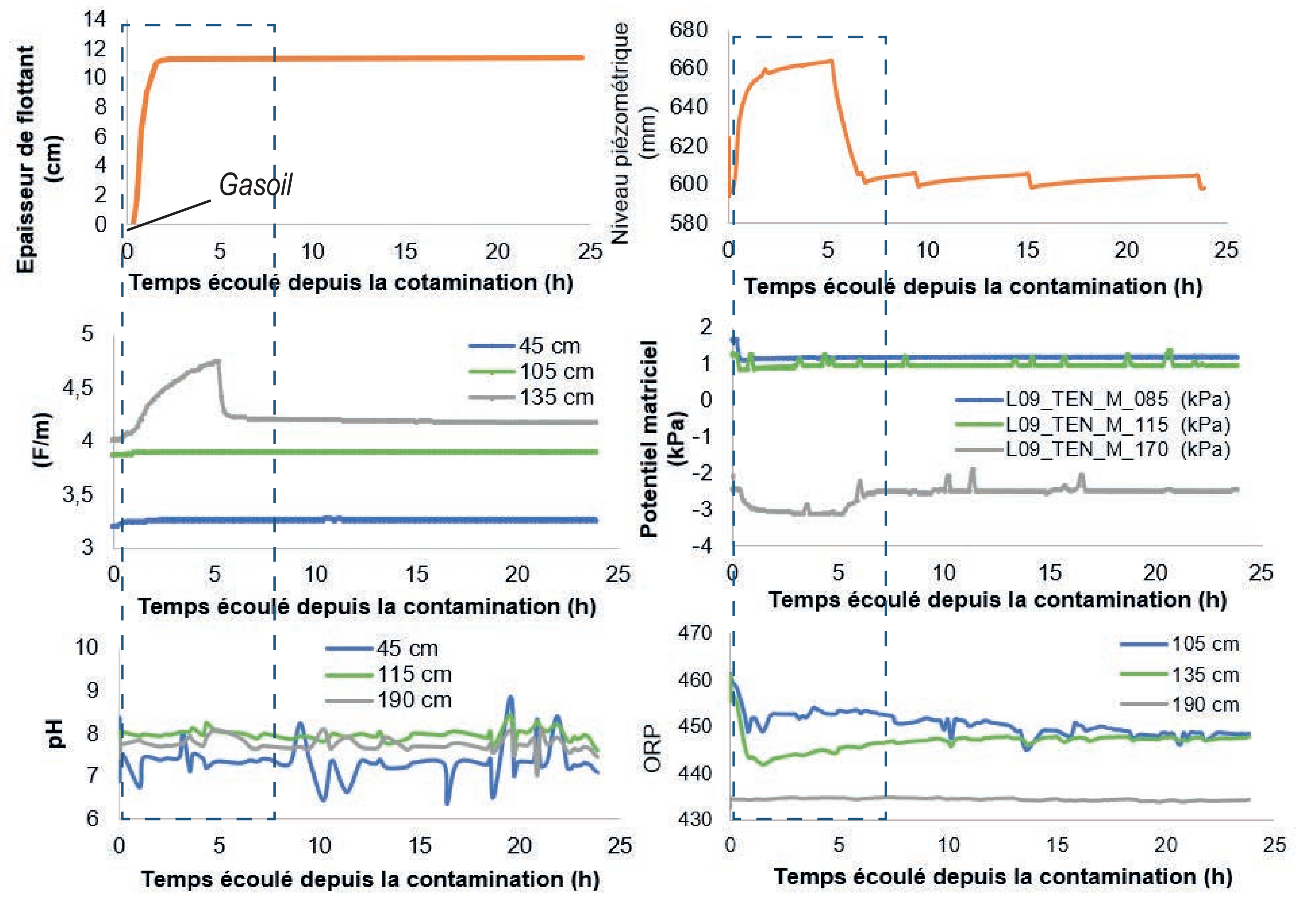


Fig. 4. Exemple de données brutes obtenues lors de la contamination des colonnes. Les encadrés bleus montrent la réponse des sondes *in-situ*, et l'évolution du niveau de la nappe et de l'épaisseur de gasoil flottant dans le piézomètre dans les quelques heures suivant le déversement des contaminants en tête de colonne.

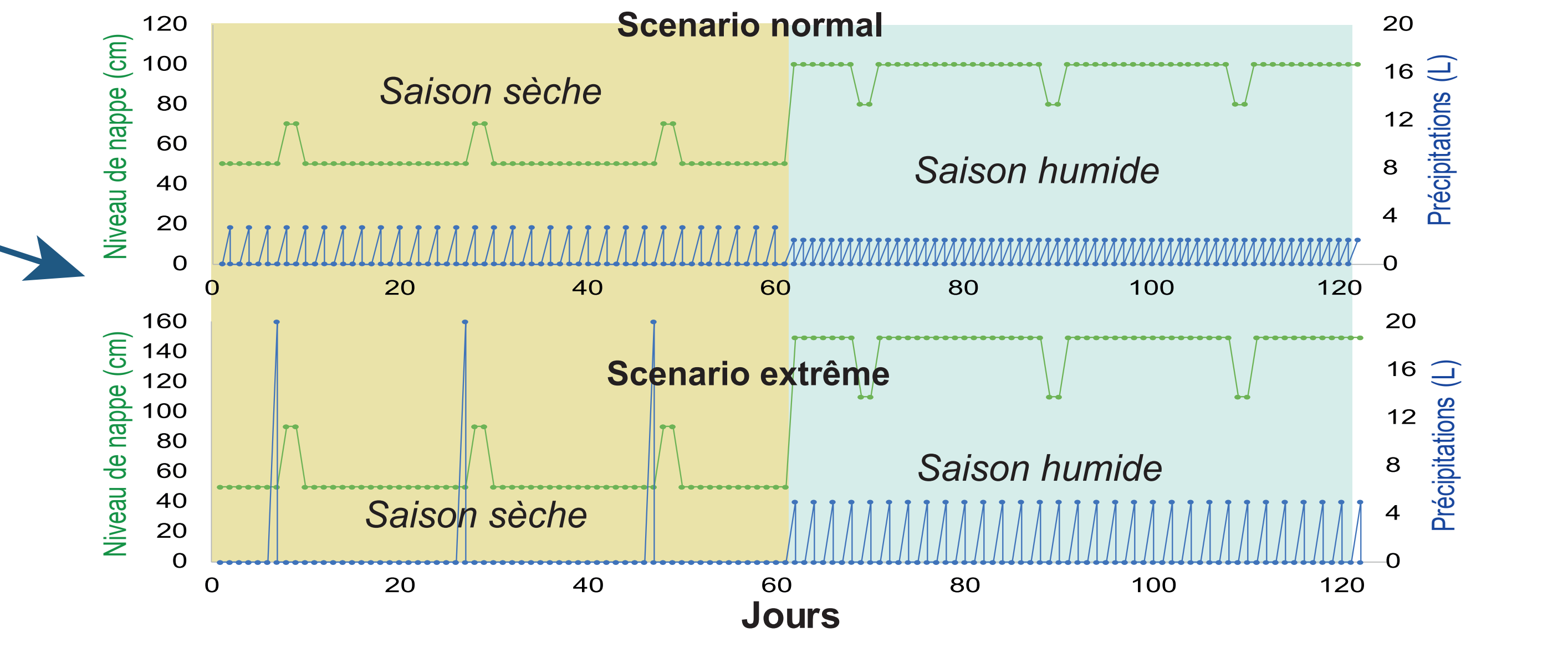


Fig. 5. Fréquence et intensité des battements de nappe (vert) et des précipitations versées (bleu) sur les lysimètres en fonction de la saison et du type de scénario : «extrême» ou «normal».

- Travaux à venir:**
- o Prise en compte des effets de biodégradation.
  - o Applications des méthodes de monitoring sur le terrain pour le suivi d'un site contaminé.
  - o Modélisation et prédiction du comportement des LNAPLs de l'échelle du pore à l'échelle du terrain en fonction des conditions climatiques (précipitations, battements de nappe)