

Site Natura 2000 - Milieux humides et habitats à Chauves-souris de Puisaye-Forterre» (FR2601011)



# Un nouveau regard sur les tourbières de Puisaye

Résultats du diagnostic fonctionnel présentés en comité de pilotage le 10/11/2021

Pierre GOUBET

Cabinet Pierre Goubet, 9 rue de la petite Côte, 63420 Ardes  
pierre.goubet@sphagnum.fr



Commandée par:



Financée par:



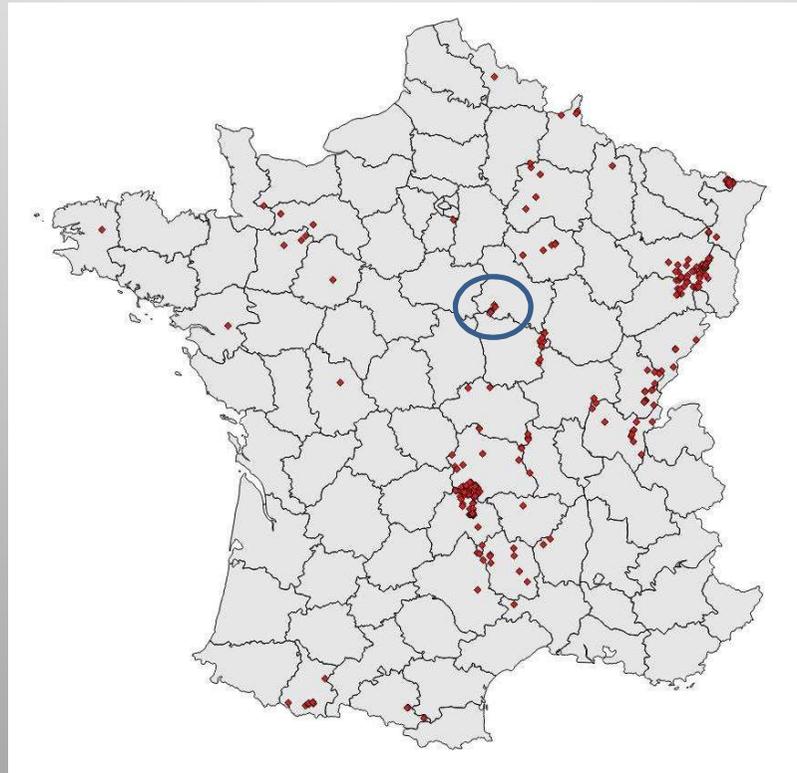
RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTÉ

avec le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER)  
L'Europe investit dans les zones rurales.

# Intervenant principal de l'étude

Pierre Goubet

- Docteur en écologie des écosystèmes et géologue.
- Spécialisé dans l'analyse du fonctionnement des tourbières.



Membre associé à GEOLAB, Université Clermont-Auvergne, CNRS, F-63000 Clermont-Ferrand  
Membre de l'équipe enseignante du Master Géo-environnement, Université Clermont-Auvergne

## Contenu de la présentation

- **Une tourbière: qu'est ce c'est?**
- **Comment les étudier pour les comprendre?**
- **Comment fonctionnent les tourbières de Puisaye et comment assurer leur conservation?**

# *Les tourbières et la tourbe*















Une tourbière est définie par la tourbe, qu'elle ait été produite dans le passé ou qu'elle soit en cours de production.

Une définition de la tourbe :

Matériau formé par l'accumulation de matière organique en conditions « d'inondation » du sol. (engorgement quasi permanent, saturation hydrique)  
La tourbière est une zone humide.





A l'origine de beaucoup de tourbes: les sphaignes

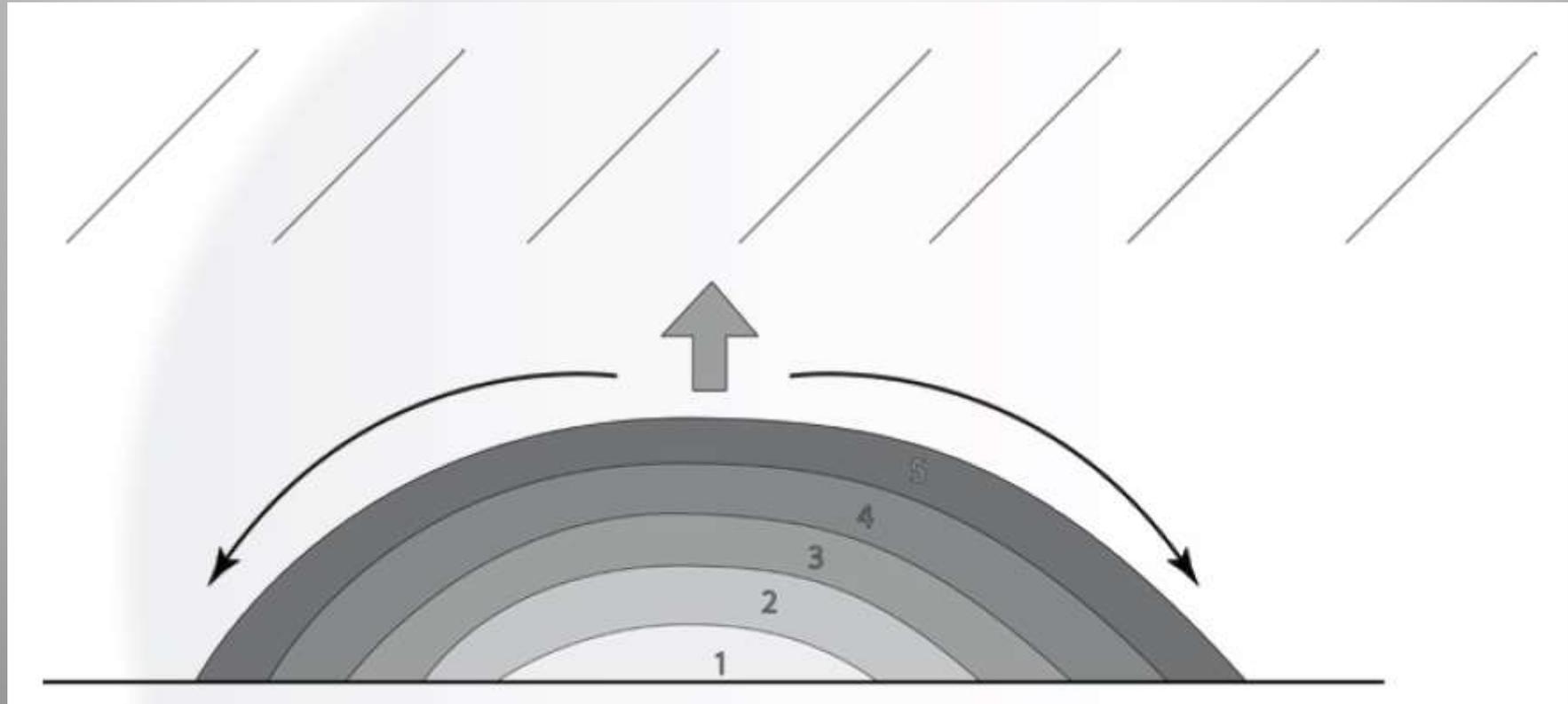
Caractéristiques des tourbières acides et pauvres en nutriments



4 espèces de sphaignes



# Tourbières qui se nourrissent des eaux de pluie





## Des propriétés de conservation exceptionnelles



2300 ans

# 2,000-year-old bog butter unearthed in Co Meath

Museum expert: 'Theoretically the stuff is still edible - but we wouldn't say it's advisable'

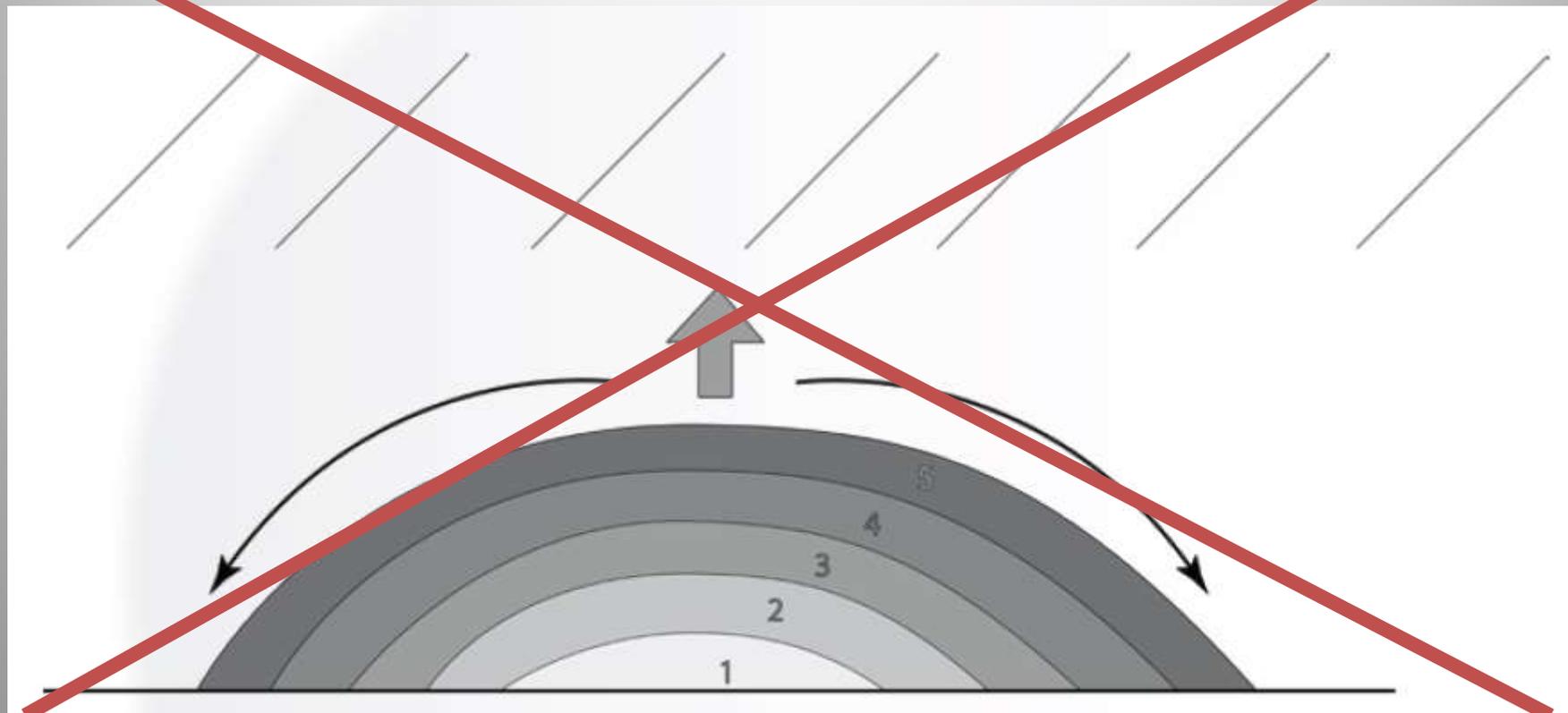
Thu, Jun 9, 2016, 20:54

Updated: Thu, Jun 9, 2016, 21:03



A photo released by Cavan County Museum of a prehistoric 10kg lump of bog butter thought to have been a gift to the gods, which was found by turf cutters. Photograph: Cavan County Museum/PA Wire

Tourbières à sphaignes, tourbières qui se nourrissent des eaux de pluie

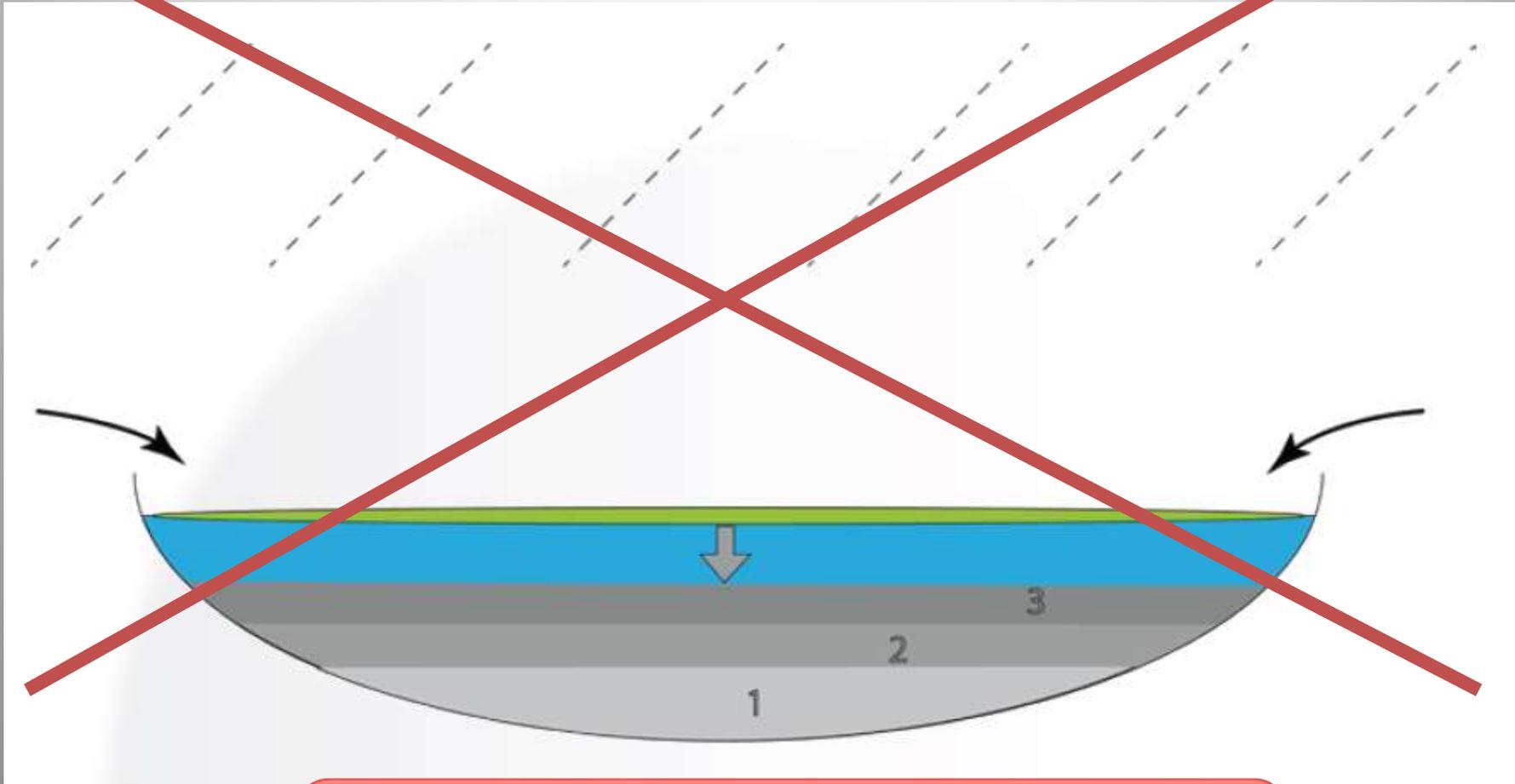


Pas en Puisaye





Tourbières qui se nourrissent des eaux du lac



Pas en Puisaye

# Le diagnostic fonctionnel des écosystèmes tourbeux

## Un diagnostic pour comprendre l'origine des tourbières de Puisaye, leur état actuel et réfléchir à leur devenir.

Compte rendu d'étude commandée par **PUISAYE FORTERRE**  
Communauté de communes  
Terre de nature et de développement

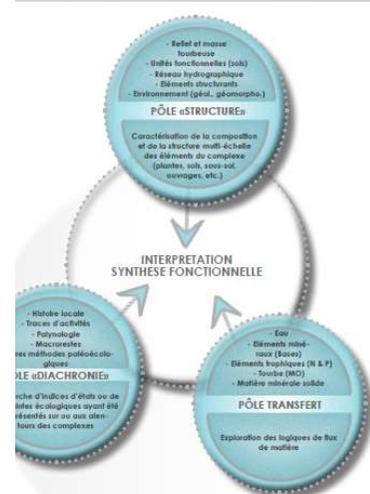
Diagnostic fonctionnel des tourbières  
des sites Natura 2000 de Puisaye

**Pierre Goubet 2021**

Réalisé avec le soutien financier de:

UNION EUROPÉENNE  
RÉGION BOURGOGNE FRANCHE COMTE  
PRÉFET DE LA RÉGION BOURGOGNE FRANCHE COMTE

avec le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER)  
L'Europe investit dans les zones rurales.

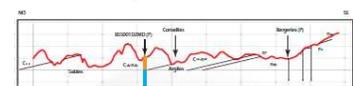


Les 3 pôles du diagnostic avec les corps de données relatifs à chacun. Chacun des éléments des pôles, fait l'objet de protocoles clairement définis. La synthèse fonctionnelle et les évolutions et préconisations sont servies faire aussi l'objet de protocoles stricts, mais ceux-ci sont encore peu développés des points de vue conceptuel et opérationnel.

Pierre Goubet - 2021 - Tourbières de Puisaye

roches non matérialisé sur la carte ologique comme c'est le cas pour complexe de Guédelon sud [1]. Ce t est déterminant car soit les complex se situent tous dans la zone de rctact entre Albien inférieur argileux et

Albien supérieur sableux, soit certains se tiennent aussi dans l'Albien sableux. Nous traitons cet aspect pour chacun des complexes dans la partie qui les concerne.



Complex	Top	Bottom	Left	Right
BSS01DZLX	...	...	...	...
BSS01DZMD	...	...	...	...

Complex	Macroreste	Macroreste	Macroreste	Macroreste	Macroreste
BSS01DZLX	...	...	...	...	...
BSS01DZMD	...	...	...	...	...

Pierre Goubet - 2021 - Tourbières de Puisaye

es macrorestes du sondage Com\_macro1. A droite, sym: réguliers; p ponctuels; e exceptionnel; nombres pour les nents trop nombreux pour être comptabilisés. Il signifie onder la macroreste à cause d'une similitude avec un autre type proche. \* indique la nature carbonisée de l'élément. Les illustrations photographiques de ce sondage sont présentées dans les pages suivantes.

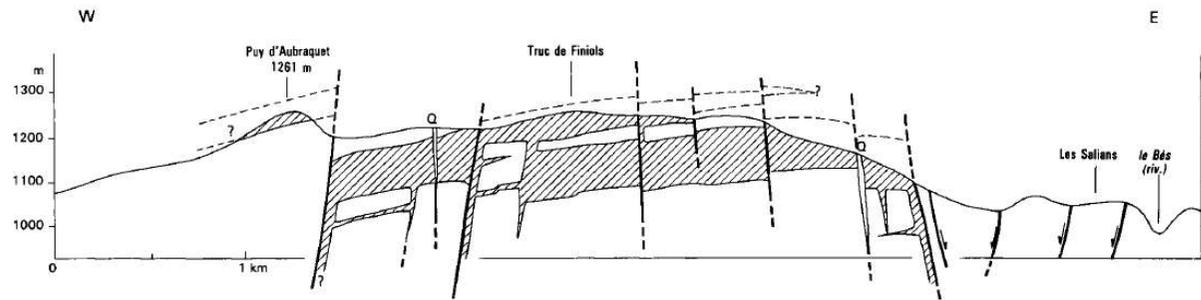
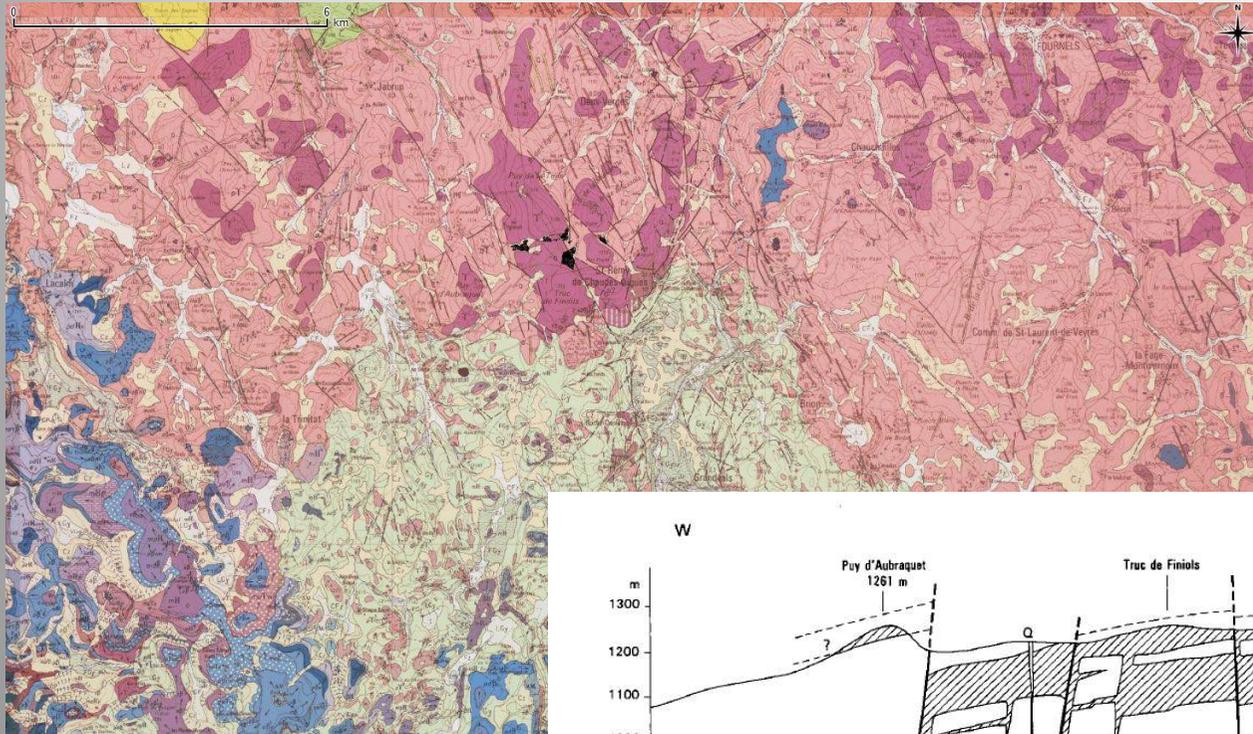
# Le concept de diagnostic fonctionnel

Définition Larousse du diagnostic: « ensemble de mesures, de contrôles faits pour déterminer ou vérifier les caractéristiques techniques d'un système à des fins de maintenance ou d'amélioration. (Exemple : diagnostic d'un véhicule, diagnostic thermique d'un bâtiment.) »

Un outil pour évaluer l'état et déterminer les processus qui contribuent au maintien ou au changement de l'écosystème

Etape préliminaire à la définition d'une stratégie de conservation des écosystèmes tourbeux, à leur gestion et leur suivi conservatoire

# Cartes géologiques et notices



I - Coupe montrant une disposition possible des leucogranites de la région de St-Rémy-de-Chaude-Aigues (feuille 1/50000 Nasbinals)  
(Goërt et Couturié, mai 93, inspiré de J. Galvier, inédit, modifié)

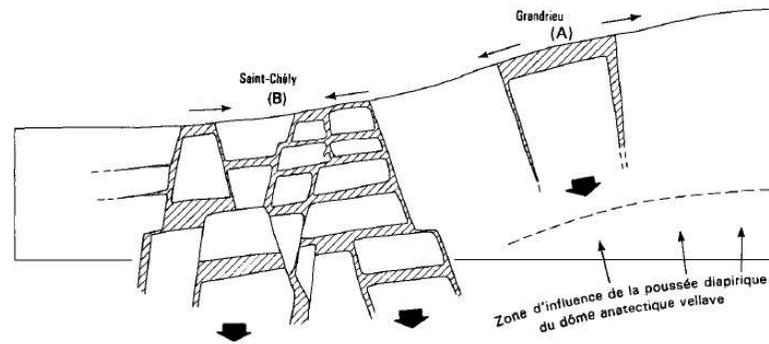
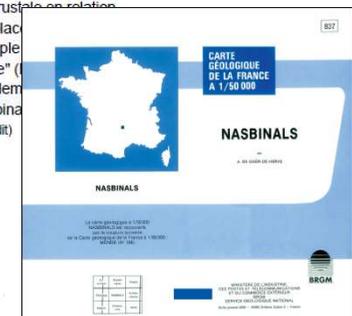
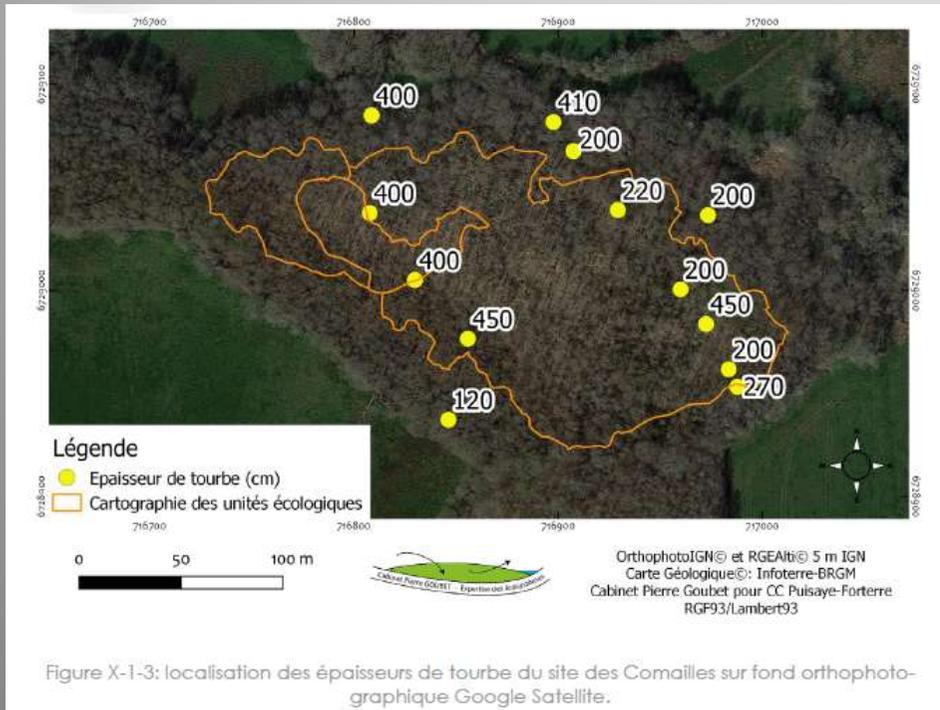


Fig. 2

II - Modèles possibles de mise en place des leucogranites de la Margeride, par subsidence crustale en relation avec la mise en place en "caudron" simple "en boîte de sucre" (le second problème sur la feuille Nasbinals (d'après Galvier, inédit)



# Evaluer les épaisseurs de tourbe à la perche de sondage



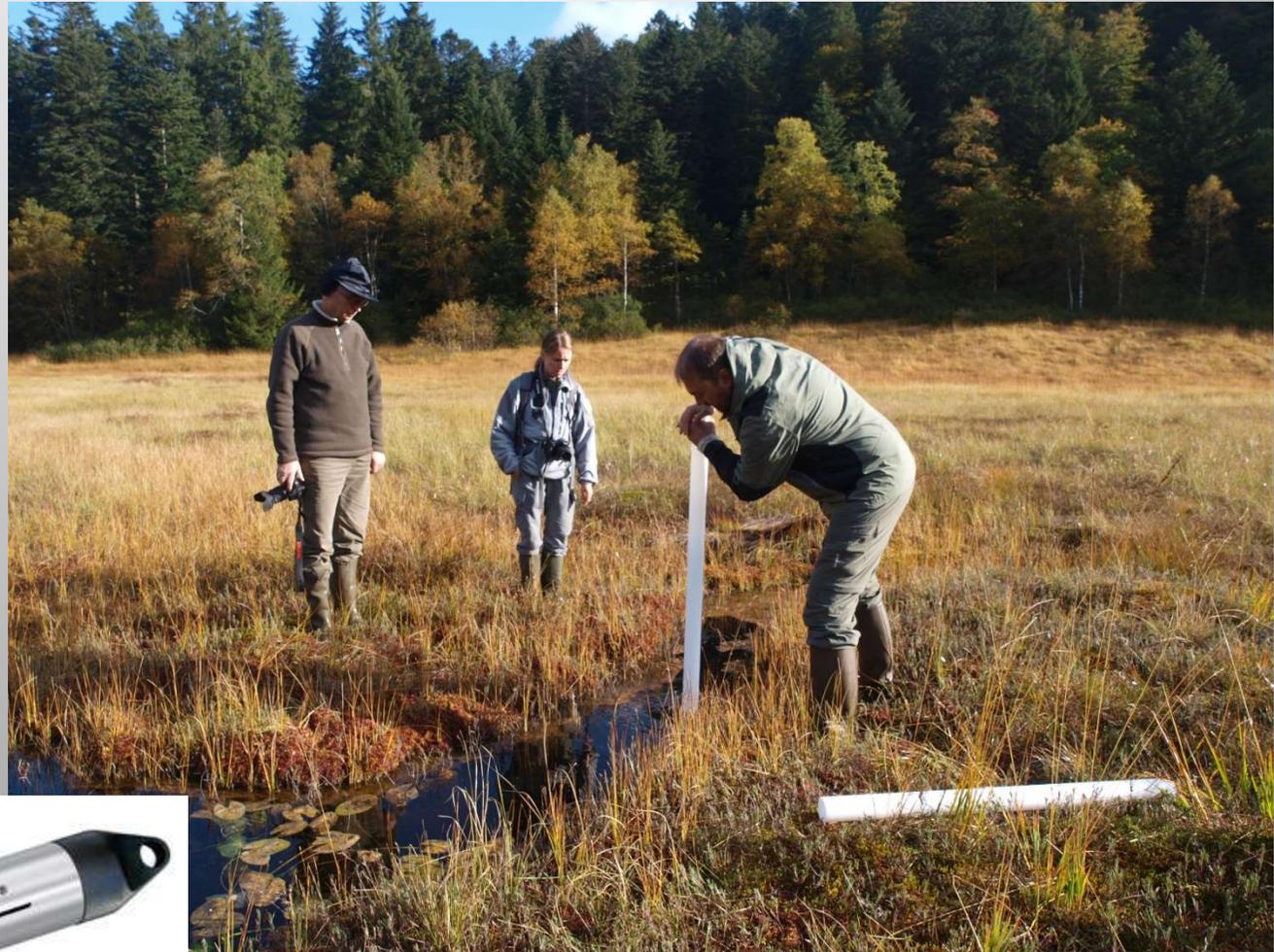
# Analyse de la tourbe sur le terrain



# Analyse de la tourbe sur le terrain



## Suivi automatique des niveaux d'eau

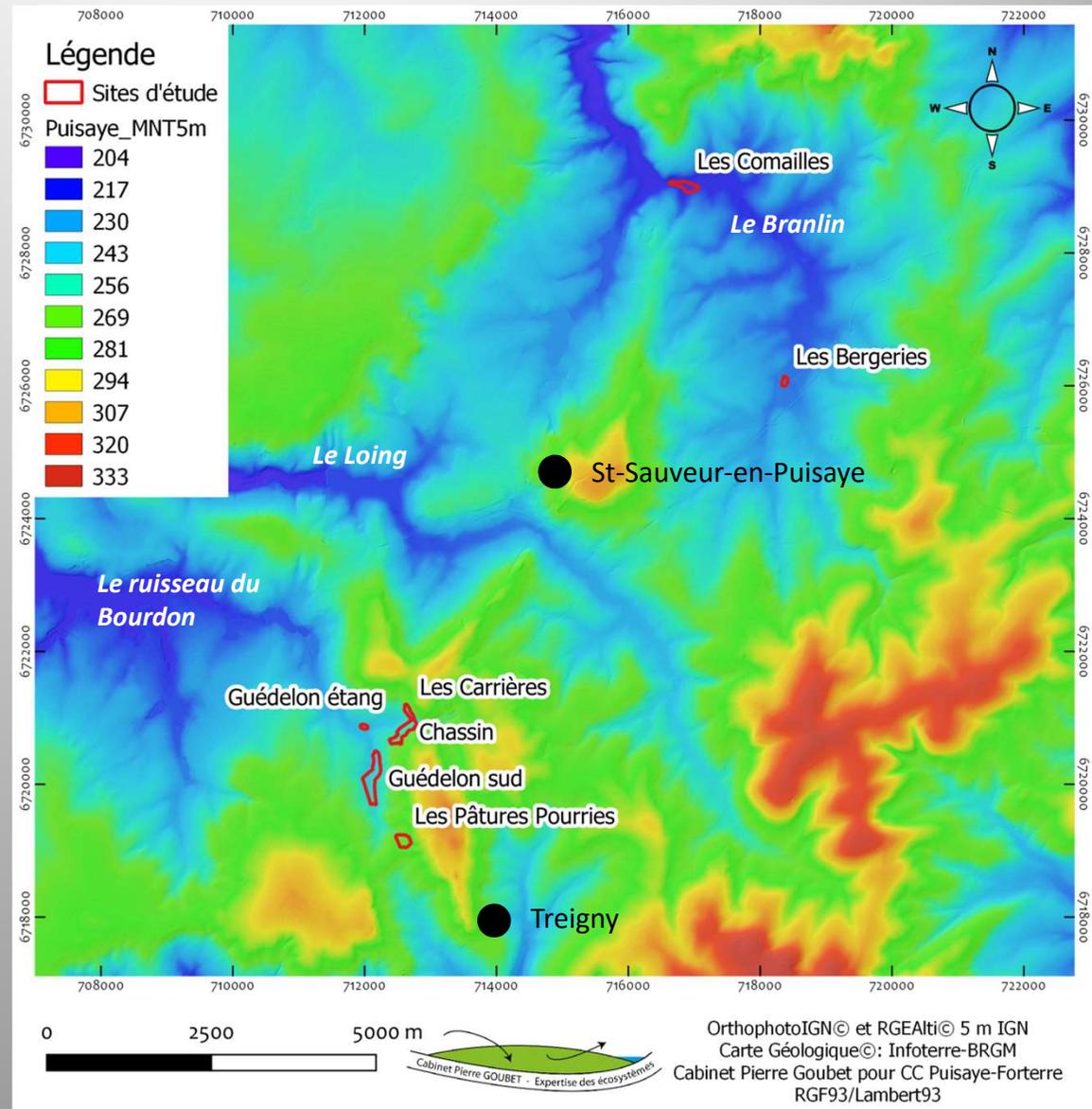


Quels résultats?

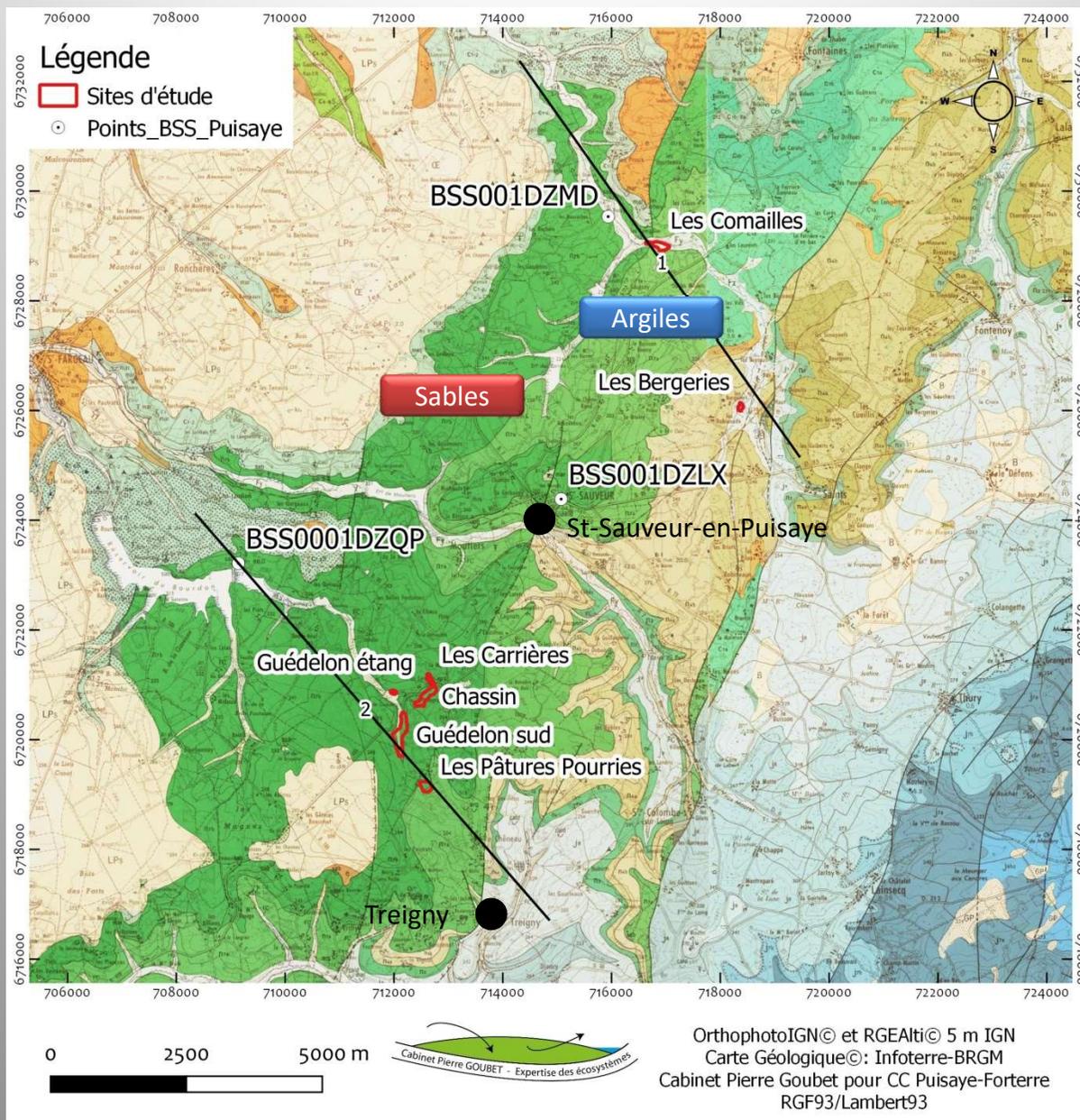
Le mystère des tourbières de Puisaye  
résolu?

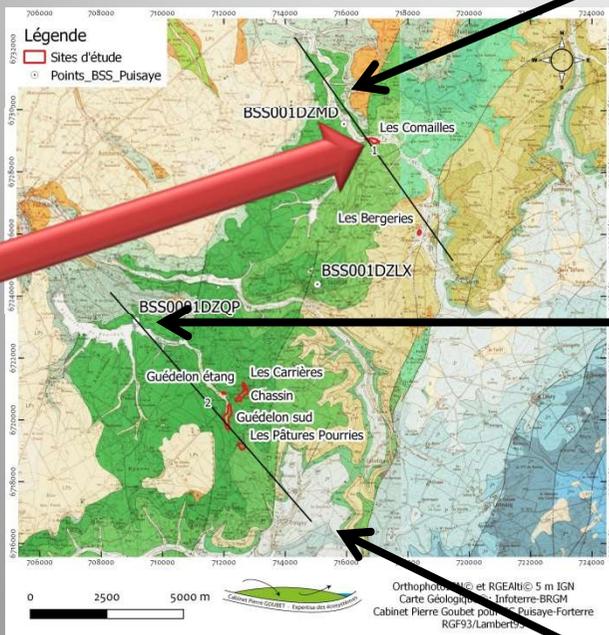
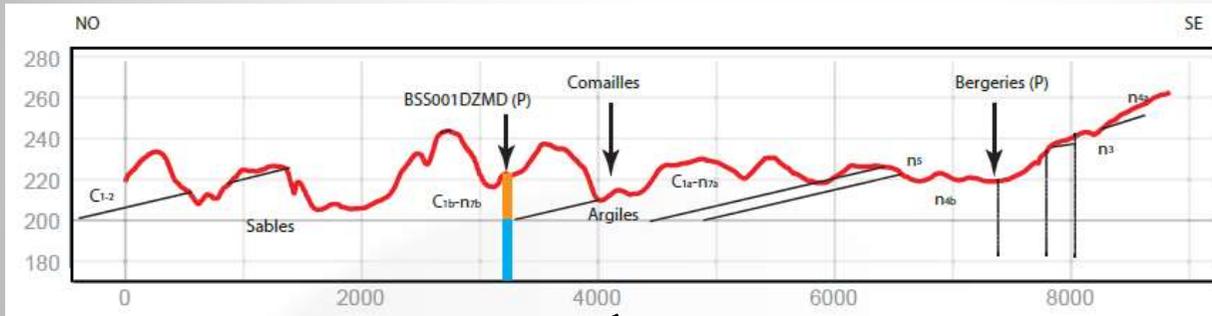
# Zone d'étude définie par la Communauté de communes Puisaye-Forterre

1. Les Comailles
2. Les Bergeries
3. Les Carrières
4. Chassin
5. Etang de Guédelon
6. Vallon de Guédelon sud
7. Les Pâtures Pourries

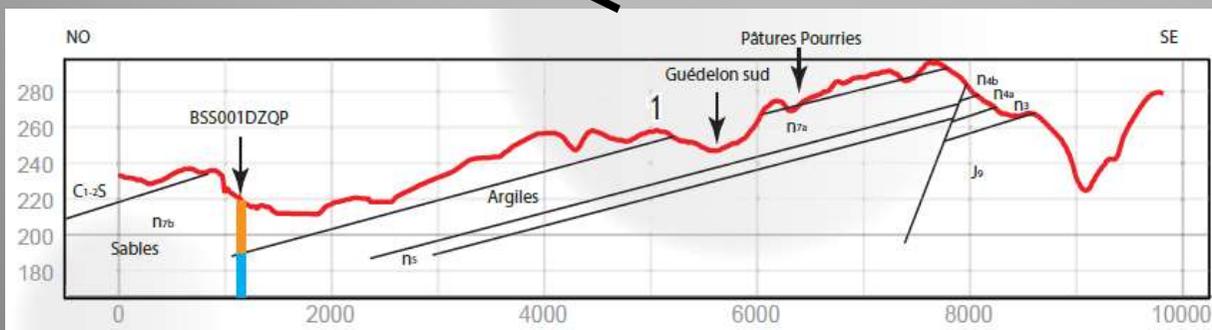


# Cadre géologique





Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
2.50	Sables de la Puisaye	Sables	Sable jaune.	Albien moyen	214.50
3.00			Grès dur.		214.00
5.50			Sable fin jaune.		211.50
14.70			Sable grossier.	Albien inférieur à Albien moyen	202.30
19.70			Grès dur.		197.30
21.00			Argiles		196.00
			Argile noire compacte. Argiles téguines, Sables des Drillons et Argiles de Myennes.		
71.00	Sables verts		Argile verte, sable fin et grossier.	Albien inférieur	146.00
78.00			Argile sableuse verte avec nodules d'argile noire.		139.00



# Analyse pédo-paléoécologique de terrain

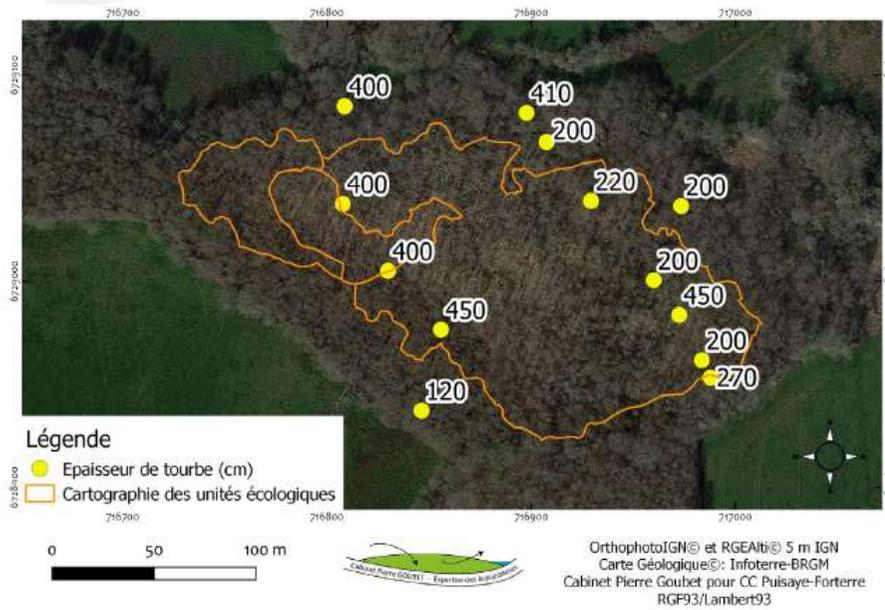


Figure X-1-3: localisation des épaisseurs de tourbe du site des Comailles sur fond orthophotographique Google Satellite.

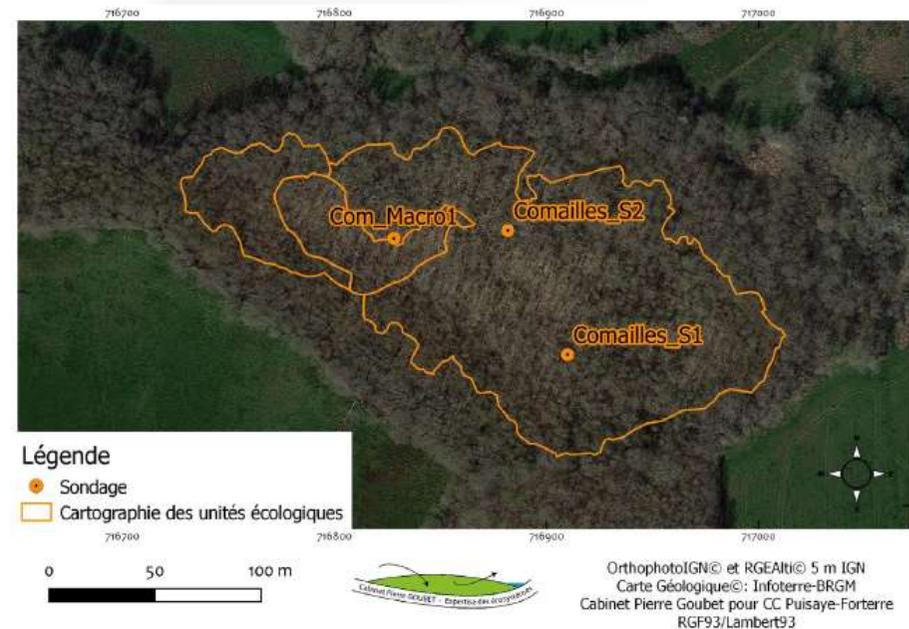


Figure X-1-4: localisation des sondages du site des Comailles sur fond orthophotographique Google Satellite.

# Analyse des macrorestes



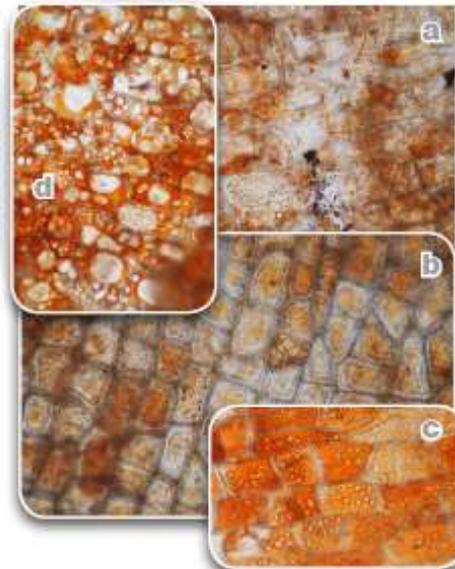
Figure X-1-6: photographies des carottes constituant le sondage macrorestes Com\_macro, réalisé aux Comailles .



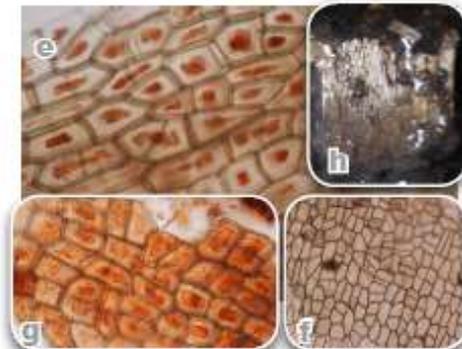
# Analyse des macrorestes

287 à 137 cm  
Boulaie-saulaie à  
bruyères?

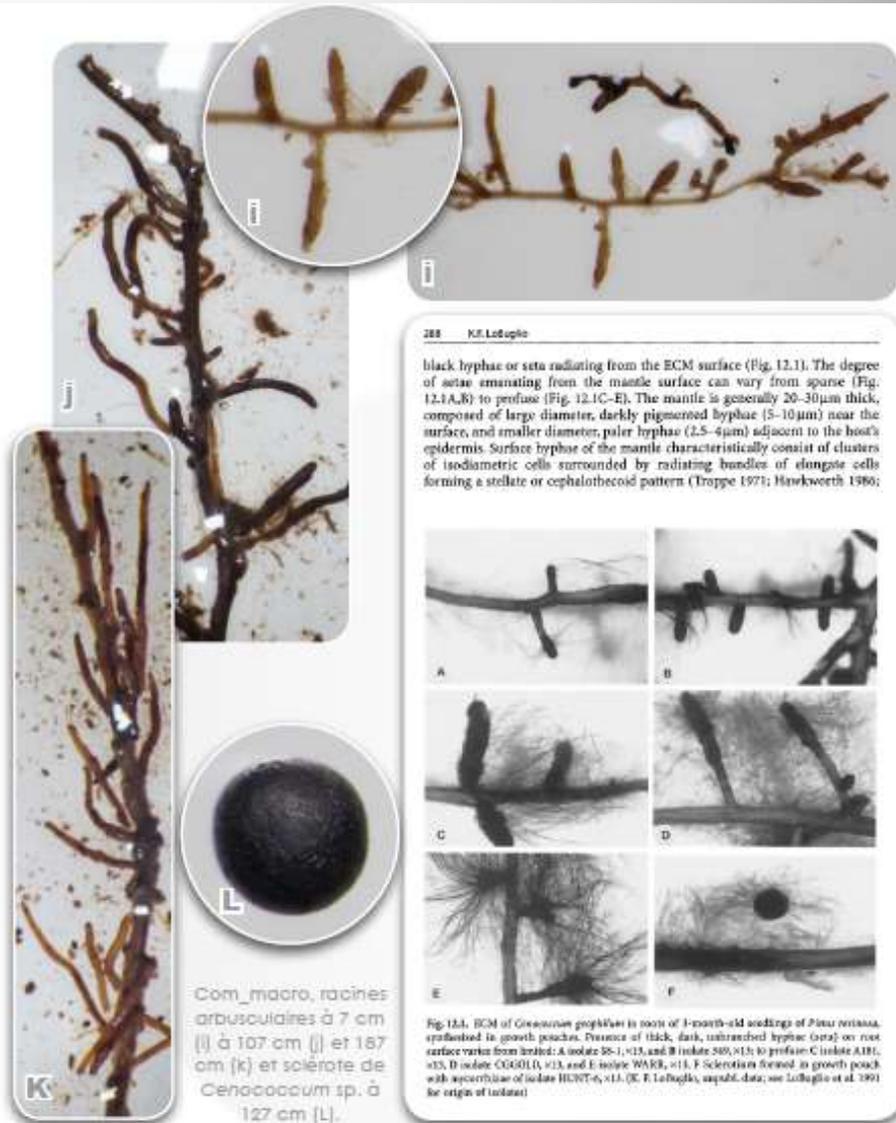
éléments les plus représentés étant des restes d'aulnes, de bouleaux ou de saules. Les racines à structures arbusculaires sont représentées sur toute l'épaisseur de l'horizon, indiquant une forme d'aération du sol récurrente, comme si la tourbière était en «limite fonctionnelle». Une ou plusieurs éricacées sont présentes, ce qui apparaît comme atypique pour ce genre de communauté. Cette unité est stable, car elle recouvre une épaisseur de 160 cm, qui pourrait correspondre à plusieurs millénaires.



Com\_macro, péridermes d'éricacée, 157 cm (a), 167 cm (b), 177 cm (c), 227 cm (d).



Com\_macro, péridermes de *Betula* sp ou *Alnus* sp. à 187 cm (e), 157 cm (f), 147 cm (g), 287 cm (h).



Com\_macro, racines arbusculaires à 7 cm (i) à 107 cm (j) et 167 cm (k) et sclérote de *Cenococcum* sp. à 127 cm (l).

288 K.F. Lohuglio

black hyphae or setae radiating from the ECM surface (Fig. 12.1). The degree of setae emanating from the mantle surface can vary from sparse (Fig. 12.1A,B) to profuse (Fig. 12.1C-E). The mantle is generally 20–30 µm thick, composed of large diameter, darkly pigmented hyphae (5–10 µm) near the surface, and smaller diameter, paler hyphae (2.5–4 µm) adjacent to the host's epidermis. Surface hyphae of the mantle characteristically consist of clusters of isodiametric cells surrounded by radiating bundles of elongate cells forming a stellate or cephalothecoid pattern (Troppe 1971; Hawksworth 1980;

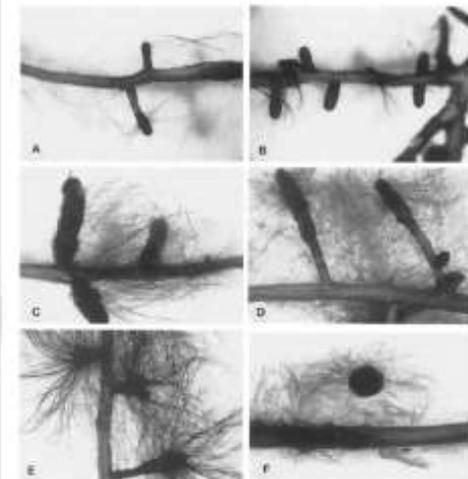


Fig. 12.4. ECM of *Cenococcum geophilum* in roots of 1-month-old seedlings of *Pinus resinosa*, epiphytized in growth pouches. Presence of thick, dark, unbranched hyphae (setae) on root surface varies from limited: A isolate 98-1, ×13, and B isolate 549, ×13; to profuse: C isolate A181, ×15, D isolate OGD011, ×13, and E isolate WAK8, ×13. F Sclerotium formed in growth pouch with apertures of isolate HUNT-6, ×13. (K-F, Lohuglio, unpubl. data; see Lohuglio et al. 1991 for origin of isolates)

Photographie microscopique d'hyphes et de sclérotés de *Cenococcum geophilum* issues de Cairney, J. W., & Chambers, S. M. [Eds.], [2013].

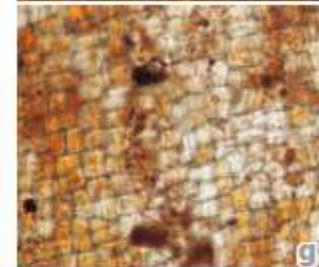
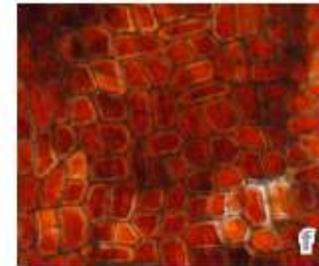
# Analyse des macrorestes

127 à 97 cm  
Paturage?

- (2) L'horizon qui la surmonte correspond à un complexe évolutif d'au moins deux composantes difficiles à caractériser sur une analyse à 10 cm de précision. La base recèle de graines de jonc et de ronce, de sporanges de fougères et de racines de prêle, faisant beaucoup penser à une mise en pâturage de la communauté précédente. Les sphaignes sont présentes de manière diffuse. A cette première phase succède une forme de retour possible au boisement, indiqué par des graines d'aulne et de bouleau ou une mousse forestière (*Thuidium tamariscinum*).



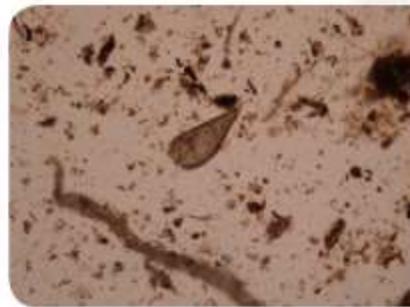
Com\_macro, fragment de *Phragmites australis* à 97 cm.



Com\_macro, le fond à sporanges de fougère à 127 cm (a), sporanges de fougères à 97 cm (b), 107 cm (c). Graines de *Juncus* sp. à 127 cm (d) et de *Rubus* sp. (127 cm (d) et 137 cm (e)).



Com\_macro, le fond à 97 cm.



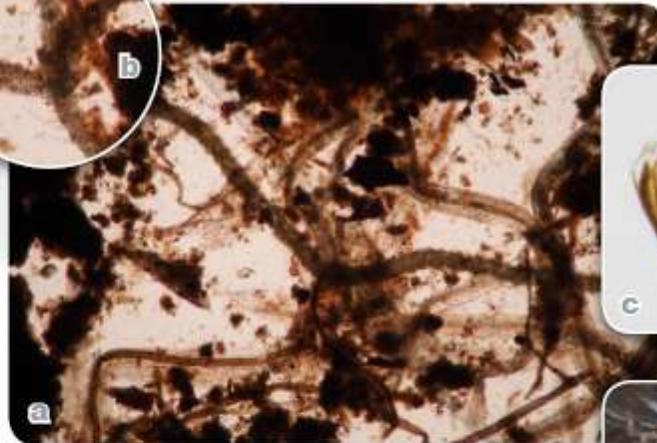
Com\_macro à 107 cm, le fond à feuille de *Thuidium tamariscinum*.

Com\_macro, péridermes de *Salix* sp. (à 107 cm (f) et 127 cm (g)), de *Betula* sp. à 97 cm (h) et de d'éricacée à 127 cm (j). Graine de *Betula pubescens* à 107 cm (i).

# Analyse des macrorestes

87 à 67 cm  
Phragmitaie

- (3) Une nouvelle communauté s'installe vers 87 cm de profondeur, contenant du phragmite, de la tormentille, la linaigrette à feuilles étroites, du scirpe des bois et probablement la laïche rostrée. Le dépôt n'est épais que d'une vingtaine de centimètres.



Com\_macro, le fond (a) à radicelles tuberculées (b), fruit de *Scirpus sylvaticus* probable (c) à 67 cm.



Com\_macro, péricérme de *Betula* sp. à 67 cm.



Com\_macro, *Polytrichum strictum* à 87 cm.



Com\_macro, le fond à 87 cm.



Com\_macro, fragment de *Phragmites australis* à 77 cm (d) et à 67 cm (e).



# Analyse des macrorestes

57 à 7 cm

Aulnaie-boulaie  
à sphaignes

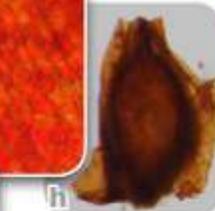
- (4) Le dernier horizon correspond à la tourbe de surface, sur une soixantaine de centimètres, correspond à une aulnaie-boulaie à sphaignes (*Sphagnum angustifolium*, *S. palustre*), semblable à celle aujourd'hui présente. Un lit de tourbe riche en sables et en charbons et pauvre en fibres, probablement dégradée, se tient à une quinzaine de centimètres sous la surface. Nous l'interprétons comme la résultante d'un incendie et non comme un horizon de surface densifié pastoral (KTH) par analogie avec les autres sondages où le KTH se situe vers 45-75 cm de profondeur. Ici, le KTH correspondrait à la phragmitaie, entre 60 et 90 cm de profondeur, caractérisé par les racine de linaigrette engainante.



Com\_macro, le fond à 47 cm.



Com\_macro, fragment de  
feuille de ligneux à 7 cm.



Com\_macro à 37 cm,  
périoderme de *Betula* sp. (f),  
écaille de chaton de *Betula* sp.  
(g), et graine de *Betula*  
*pubescens* (h).



Com\_macro, le fond à racine d'Ericacée  
à 27 cm (c), périoderme d'Ericacées (d)  
et fond à *Sphagnum angustifolium* et  
*Sphagnum palustre* à 37 cm (e).



Com\_macro, le fond à *Sphagnum angustifolium* (a)  
dominant et racines arbusculaires (b) à 7 cm.



Com\_macro à 37 cm, graines d'*Alnus glutinosa*.

# Analyse des macrorestes

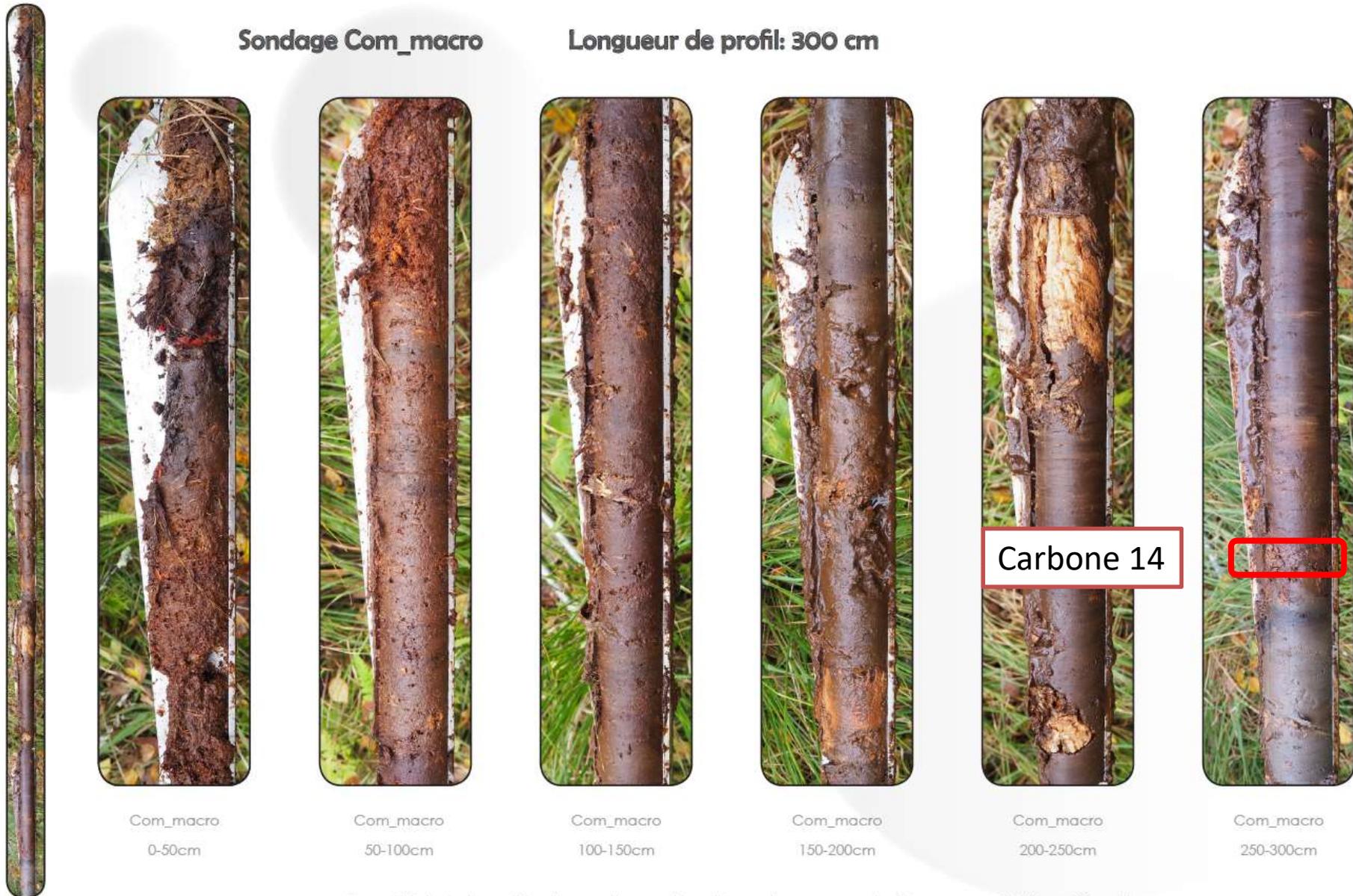


Figure X-1-6: photographies des carottes constituant le sondage macrorestes Com\_macro, réalisé aux Comailles .



# Analyse des macrorestes



Figure X-1-6: photographies des carottes constituant le sondage macrorestes Com\_macro, réalisé aux Comailles .

ESPACE CULTUREL

## Le Néolithique : des champs, des hameaux, des dolmens et des enceintes

Conférence de Vincent Desbrosse, archéologue à l'Inrap. Mardi 19 mars à 18h30.

Le Néolithique est une vaste période qui débute dans l'Aube vers 5 200 avant notre ère avec l'arrivée des premiers agriculteurs-éleveurs. Elle prend fin 3 000 ans plus tard avec l'apparition de la métallurgie du bronze.

En l'absence de texte, toute la complexité de ces sociétés ne peut être perçue qu'à partir des vestiges archéologiques.

Les fouilles préventives réalisées au cours des 30 dernières années ont considérablement modifié l'image que nous en avons, forgée à partir de nos souvenirs d'écolier.

### Pratique

Mardi 19 mars à 18h30

Hôtel du Département

Place de la Libération, à Troyes

Entrée libre.



« Le Néolithique est une vaste période qui débute dans l'Aube vers 5 200 avant notre ère avec l'arrivée des premiers agriculteurs-éleveurs. »

# Suivre l'engorgement des sols et les niveaux d'eau dans les ruisseaux avec 23 sondes automatiques dont 7 sur les Comailles



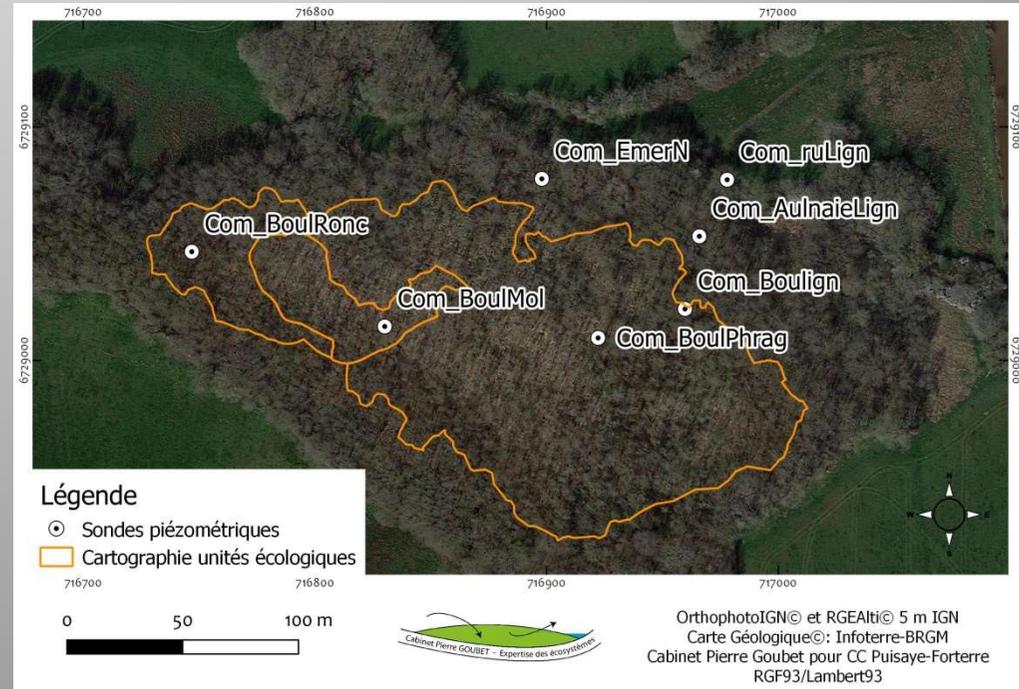
Mesure de la pression totale.

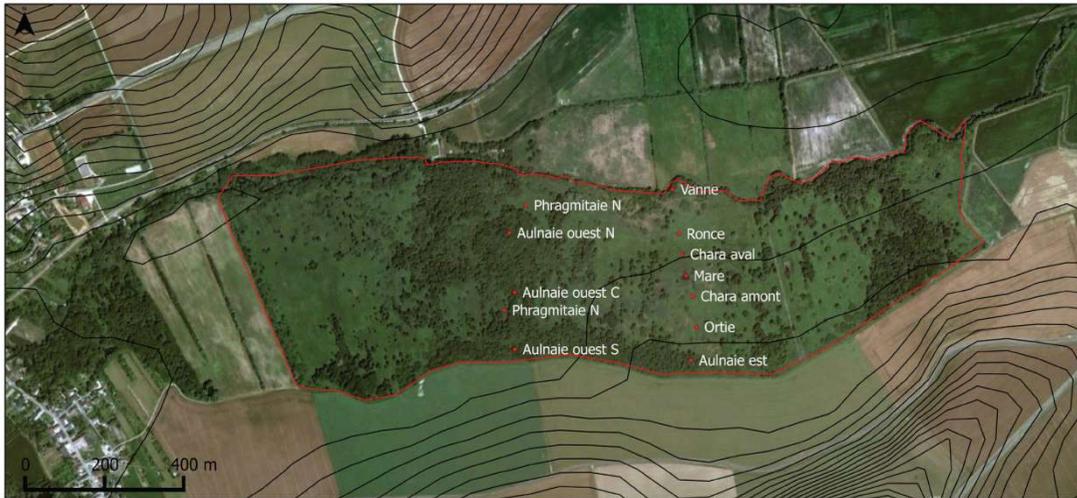
Conversion en hauteur d'eau une fois la pression atmosphérique retranchée (pression atmosphérique mesurée par une sonde dédié)

$$P_{\text{eau}} = P_{\text{mesurée}} - P_{\text{atmo}}$$

(il existe des sondes à compensation directe, mais plus chères et plus encombrantes)

Capacité mémoire: au moins une mesure de température et une mesure de pression toute les demi-heures pendant 1 an.





# Chroniques piézométriques

Diagramme représentant les niveaux suivant le temps (abscisses).  
 Niveaux exprimés par rapport au sol, en altitude absolue (m NGF) ou relative.  
 Possibilité d'intégrer des données climatiques (par ex. précipitations).

Figure 3-5-1: localisation des piézomètres équipés de sondes automatiques.

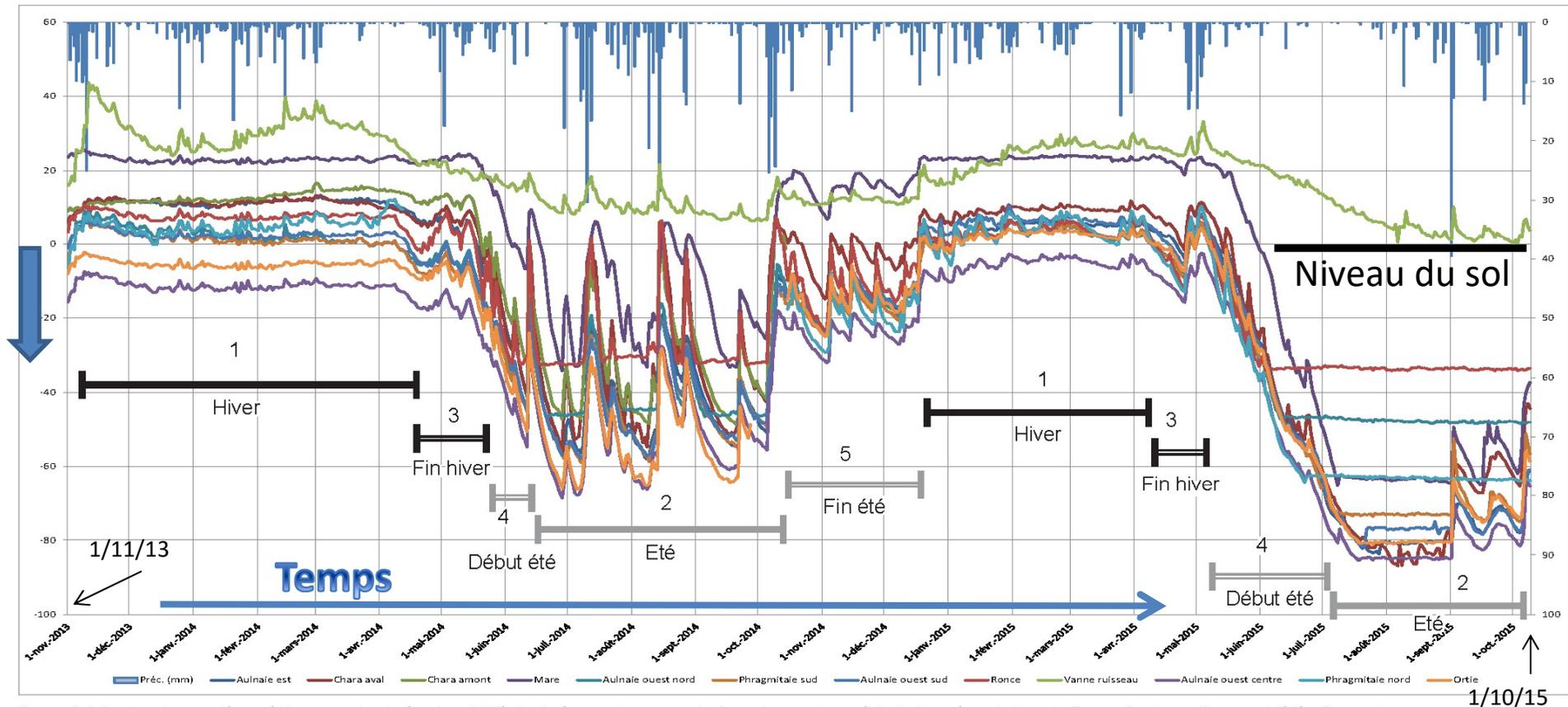


Figure 3-5-2: chroniques piézométriques sur la durée du suivi (échelle à gauche en cm/sol) et niveau des précipitations à la station de Troyes Barberey (source Météo France).

1/10/15

# Chroniques mensuelles

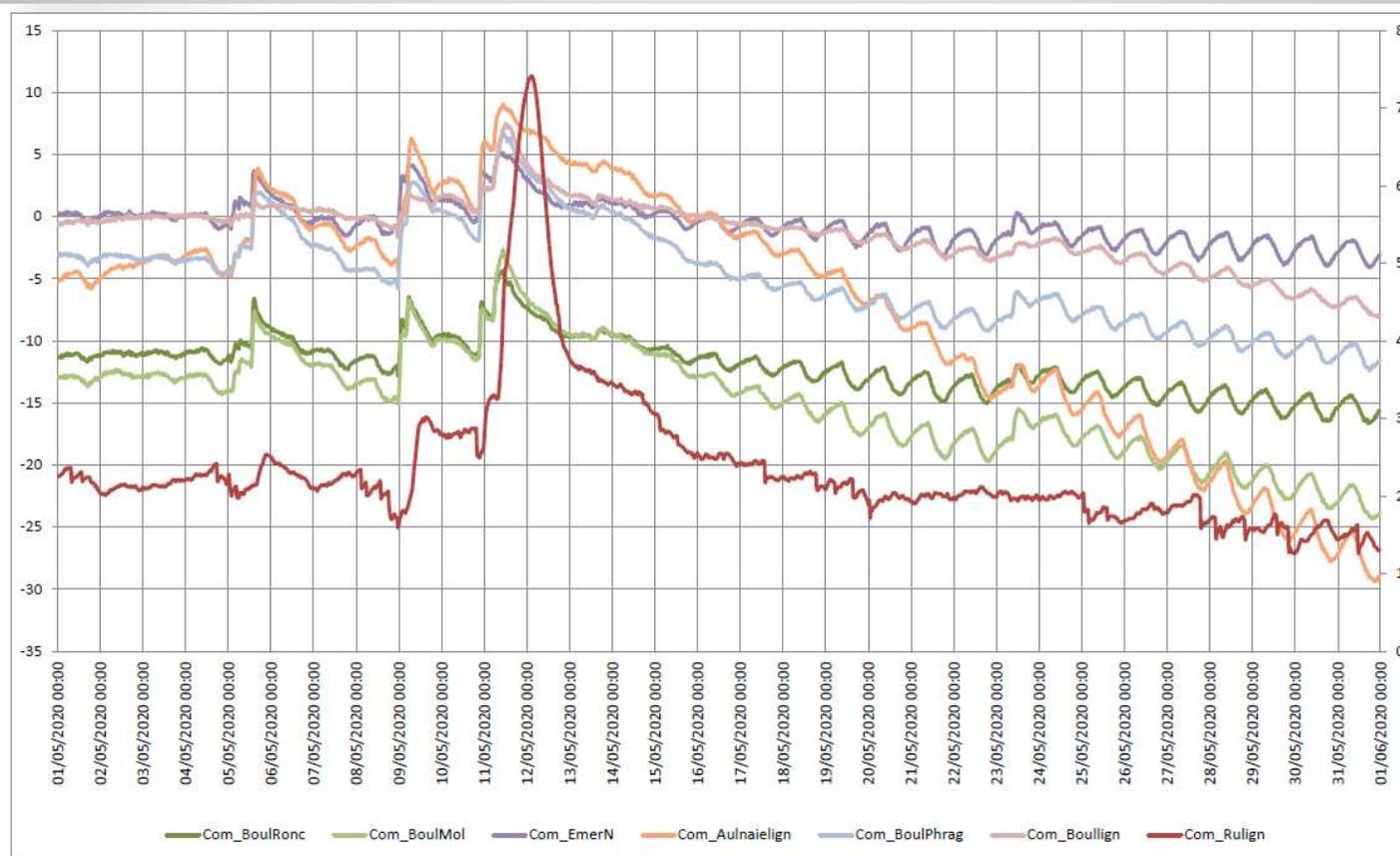
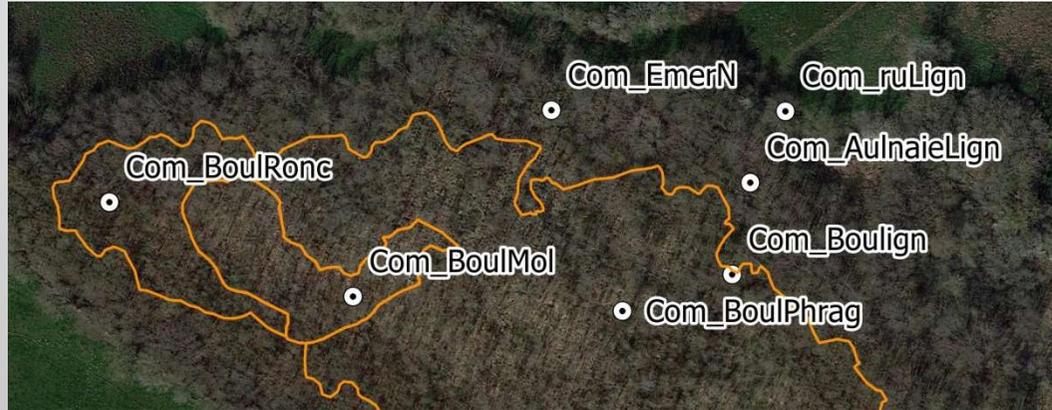
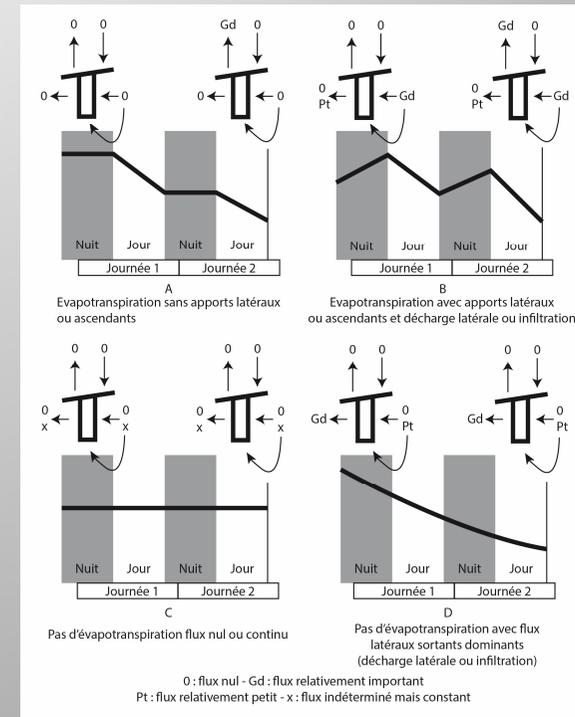
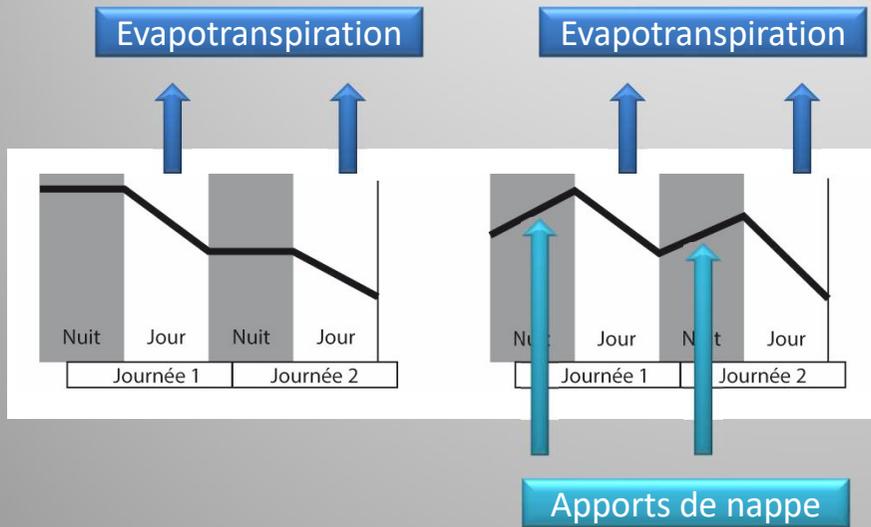


Figure X-1-19: chroniques piézométriques quotidiennes de mai 2020 des Comailles exprimées en cm/sol.

# Modèle d'analyse des chroniques en rapport avec l'évapotranspiration

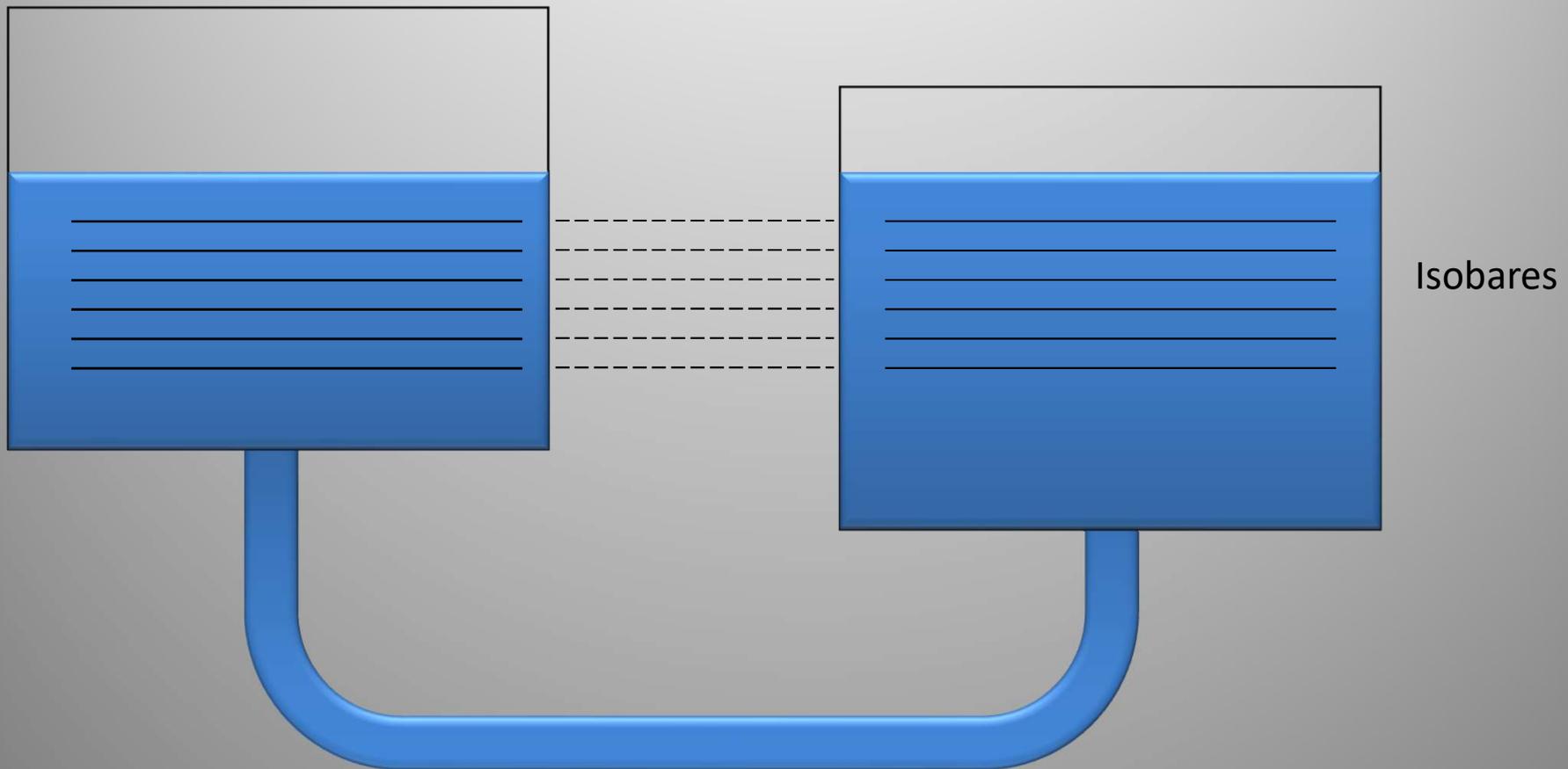


# Modèle de l'émergence diffuse par transfert de charge

Principe du réservoir (château d'eau), de la tuyauterie...et du bac à sable

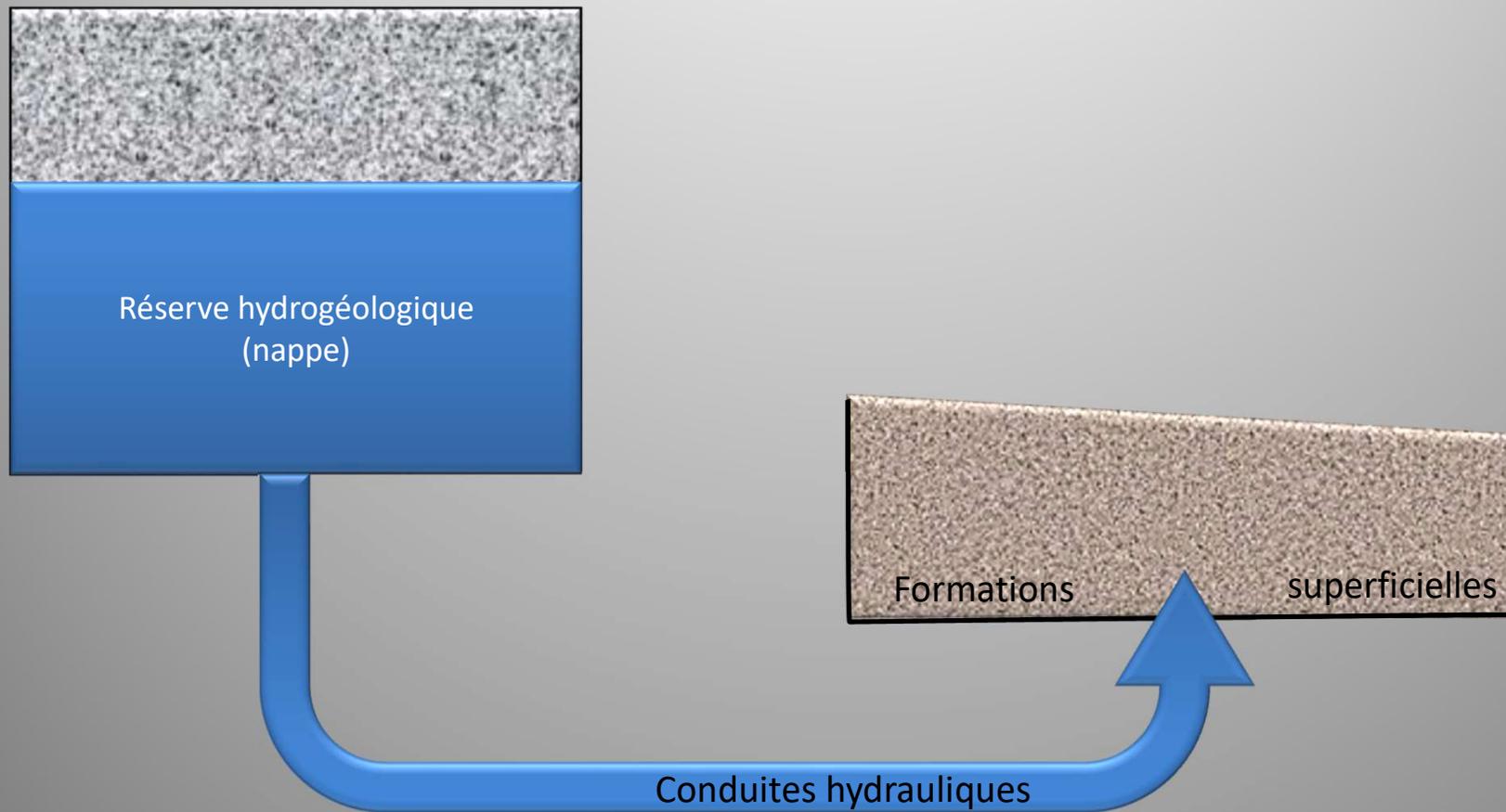
Principe des vases communicants

Principe de Pascal : Dans un liquide en équilibre de masse volumique uniforme, la pression est la même en tout point du liquide et cela aussi longtemps que ces points sont à la même profondeur.



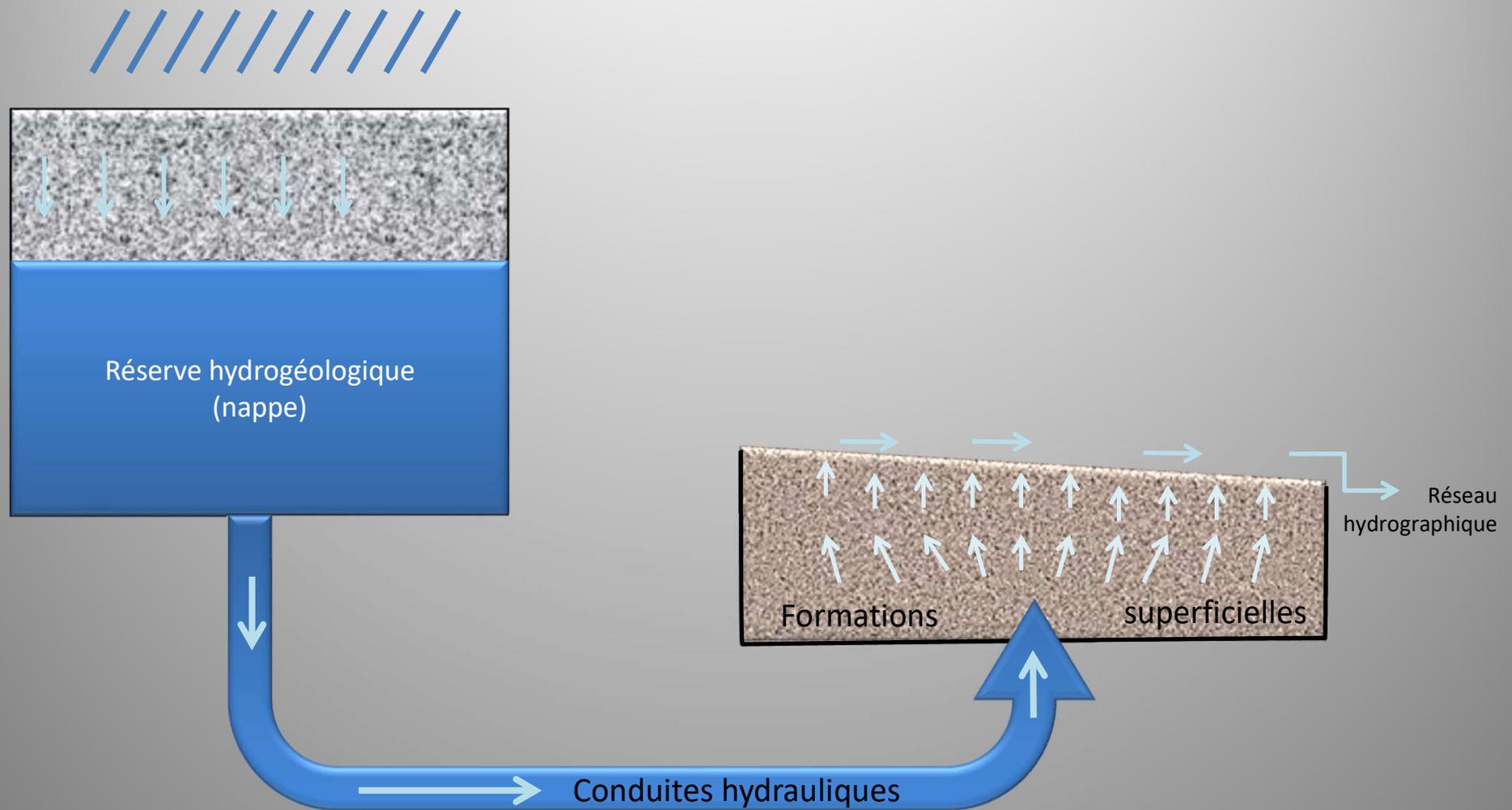
# Modèle de l'émergence diffuse par transfert de charge

Principe du réservoir (château d'eau), de la tuyauterie...et du bac à sable



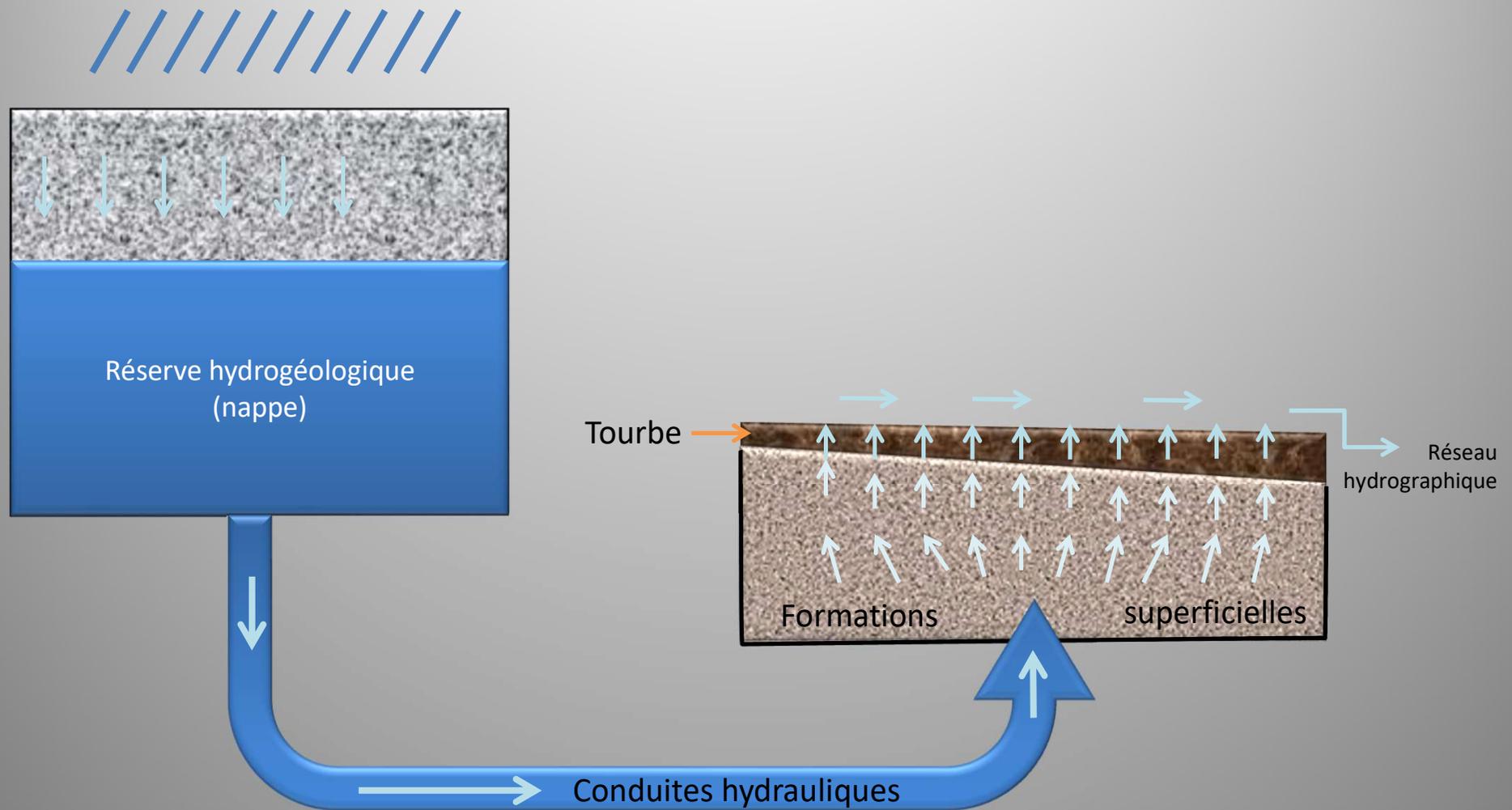
# Modèle de l'émergence diffuse par transfert de charge

Principe du réservoir (château d'eau), de la tuyauterie...et du bac à sable



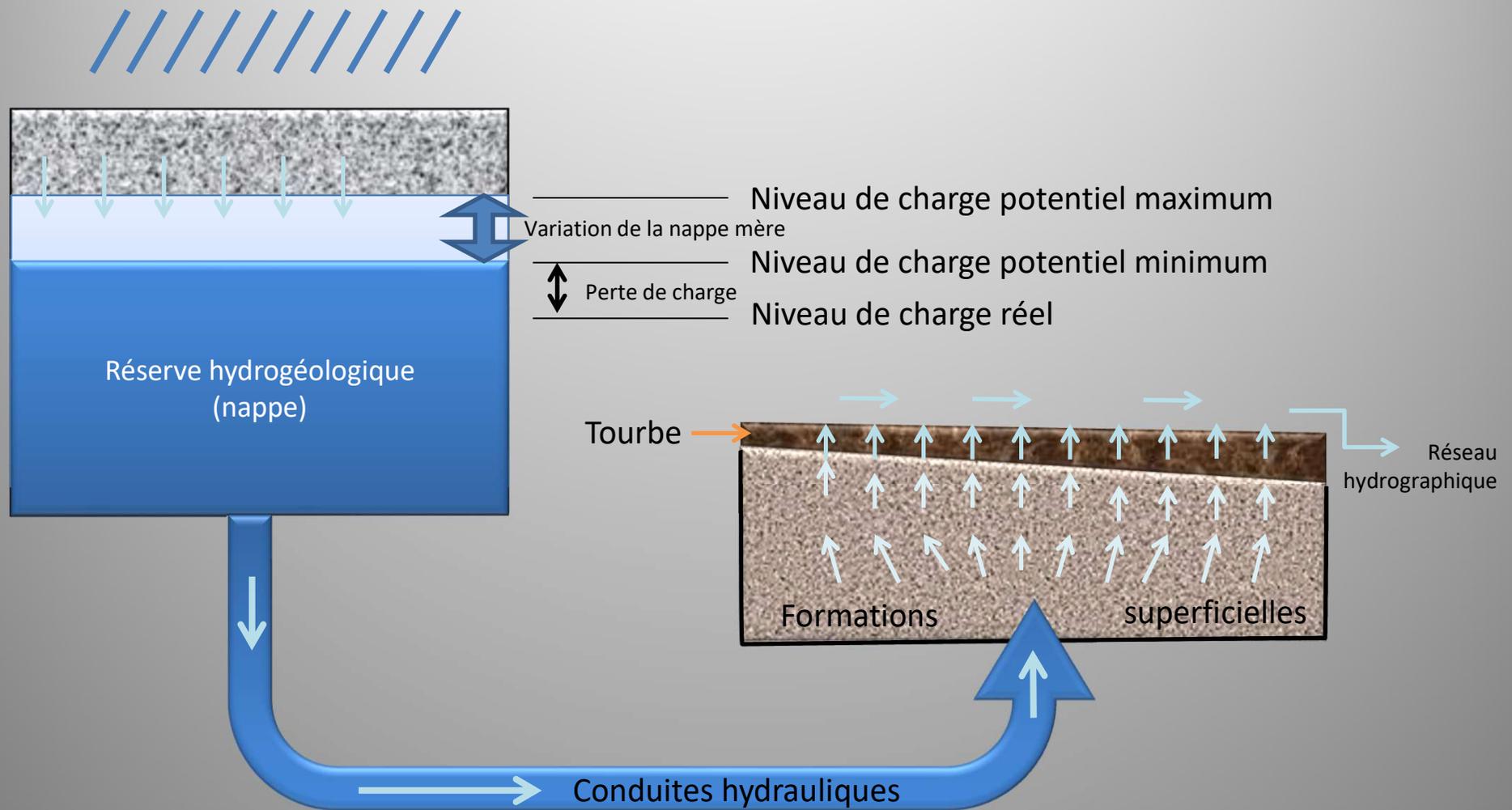
# Modèle de l'émergence diffuse par transfert de charge

Principe du réservoir (château d'eau), de la tuyauterie...et du bac à sable



# Modèle de l'émergence diffuse par transfert de charge

Principe du réservoir (château d'eau), de la tuyauterie...et du bac à sable

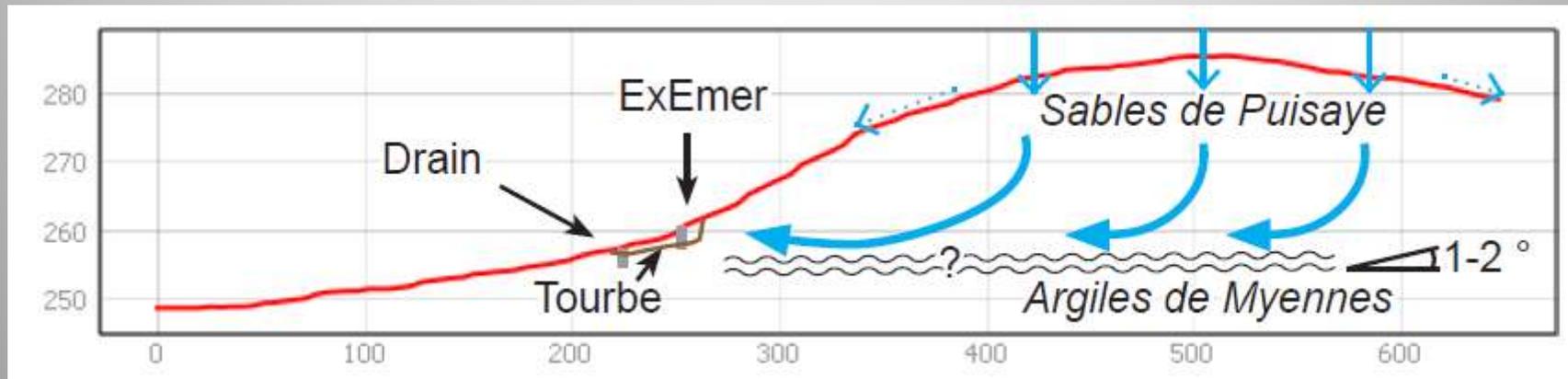




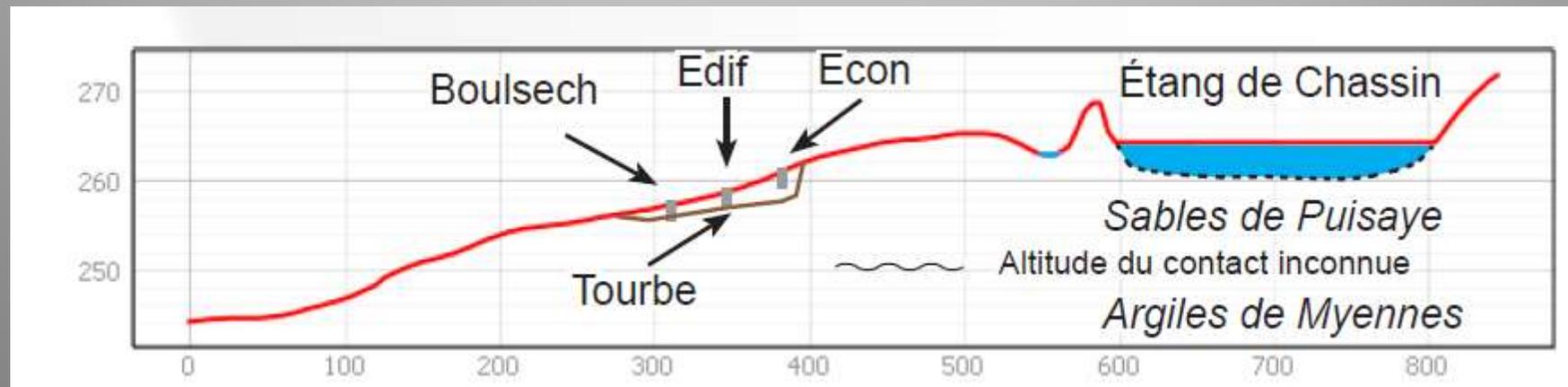


# Les tourbières de Puisaye sont des tourbières d'émergence

## Les Carrières



## Chassin



# Les tourbières de Puisaye dans la typologie fonctionnelle des tourbières

## Trois grands types « fondamentaux »

- Les systèmes de concentration des eaux de surface
- Les systèmes d'émurgences
- Les systèmes ombrotrophes

## Des types « dérivés »

- Les systèmes ennoyés-décollés
- Les systèmes ré-humectés
- Les systèmes pâturés
- Les systèmes exploités pour la tourbe
- Les systèmes plantés

Les tourbières de Puisaye sont la plupart en bon état de fonctionnement (sauf certaines qui ont été trop modifiées, altérées, comme celles des Carrières).

La tourbière des Comailles est exceptionnelle par sa taille, les épaisseurs de tourbe, l'état actuel qui se rapproche de son état originel.

La conservation des tourbières de Puisaye passent par:

- l'inexistence de perturbation directe comme des travaux de drainage, des plantation, des aménagements divers et même du piétinement;
- l'absence de forage et d'exploitation de l'eau dans leur zone d'alimentation;
- le maintien d'un système forestier ou d'élevage sans gros apports d'engrais ou autre source d'azote et de phosphore dans leur zone d'alimentation en eau.

**Vous remerciant pour votre présence et votre  
attention**

**Le travail sur les tourbières de Puisaye a  
été réalisé à la demande de**



**Dans le cadre de :**



**Avec le soutien financier de :**

