

Annexe 4

Protocole d'installation des piézomètres

Cette annexe propose une méthode pour installer les piézomètres qui servent à établir les paramètres du scénario de référence.

Il est fortement recommandé de suivre ce protocole qui permet l'acquisition de séries de données de qualité, et qui tiennent compte de l'évolution de l'altitude du sol.

En effet, comme expliqué dans la méthode, les histosols présentent naturellement des mouvements verticaux dont l'importance varie en fonction du type de tourbe, de son état de dégradation et du niveau de nappe. La figure 1 illustre la relation qui existe entre profondeur de nappe et niveau du sol, et montre la variabilité d'un piézomètre à l'autre. Il est important de prendre en compte, ou a minima d'évaluer l'importance de ces variations du niveau du sol dans le suivi piézométrique. Comme le montre la figure 2, l'intégration de l'altitude du niveau du sol dans le suivi piézométrique permet d'estimer correctement la profondeur de la nappe.

Dans certaines situations, ce protocole peut toutefois montrer des limites ou ne pas être totalement adapté à tous les contextes. L'ancrage du piézomètre avec une tige filetée peut par exemple être difficile si l'épaisseur de tourbe est importante. Si la méthode de suivi proposée dans cette annexe n'est pas directement utilisable, la structure en charge du suivi piézométrique proposera et expliquera comment son protocole prend en compte l'évolution de l'altitude du sol au cours du suivi.

Emplacements de piézomètres

Comme indiqué dans l'annexe 6, Les emplacements prévisionnels des piézomètres ont été définis sur la base des données SIG disponibles (photographie aérienne, LiDAR, emplacement prévisionnel des ouvrages hydrauliques lorsque disponibles, piézomètres existants) et d'une visite de terrain.

Les piézomètres sont principalement disposés en transects perpendiculaires aux drains, fossés, fosses d'extraction ou cours d'eau devant être restaurés, avec une distance croissante entre piézomètres lorsqu'on s'éloigne de ceux-ci. Les piézomètres les plus éloignés des secteurs restaurés serviront de contrôles.

Sur le terrain, les emplacements définis à titre indicatifs peuvent être déplacés pour s'adapter aux conditions locales sur le terrain. Il faudra néanmoins respecter les principes suivants :

- L'effet drainant du fossé, et donc l'effet de la restauration, doivent être décroissants le long du transect, et nuls ou faibles aux points utilisés comme contrôle. En général, cela nécessite que :
 - o Les piézomètres soient à peu près alignés le long d'une droite perpendiculaire au fossé restauré ;
 - o Le piézomètre le plus proche du fossé soit assez proche de celui-ci (quelques mètres) et assez proche de l'ouvrage hydraulique à venir (quelques mètres en amont) ;

- Les piézomètres ne sont pas installés sur des artéfacts topographiques (creux ou bosses importants, dont d'éventuels drains mineurs ou remblais) pouvant masquer l'effet du fossé ou de sa restauration ;
- L'emplacement du piézomètre est représentatif des conditions pédologiques et écologiques environnantes (une dizaine de mètre de part et d'autre parallèlement au fossé).

Une fois l'emplacement défini avec une précision de 1-2 mètres, on choisira l'emplacement exact en recherchant les caractéristiques suivantes dans un rayon de 30cm autour du piézomètre :

- Microtopographie relativement plane, donc idéalement pas de touradons ;
- Chaméphytes et grands héliophytes absents ou peu nombreux, ou (pour les chaméphytes et les phragmites uniquement) pouvant être relativement aisément coupés à ras du sol lors de chaque mesure manuelle ;
- Pas de racine d'arbre affleurante.

L'objectif est de pouvoir mesurer le niveau du sol relativement aisément, précisément, et régulièrement avec une plaque métallique ronde de 50cm de diamètre, percée d'un trou de 10 cm et coulissant autour du piézomètre sans que la topographie ou la croissance des végétaux n'introduise un biais important.

Dans les secteurs avec touradons, on pourra éventuellement en couper quelques-uns à la base avec une scie égoïne pour aplanir le terrain, à condition que cette opération enlève l'essentiel de la masse vivante.



Photo 1- Mesure de la distance entre le niveau du sol et le sommet du piézomètre (A. Duranel)

Installation du piézomètre

1. Forage

Une fois l'emplacement d'un piézomètre précisément défini, on réalisera un carottage de même profondeur que le piézomètre. Le carottage se fera au carottier russe, sauf si le matériau est trop dur auquel cas on pourra utiliser une tarière Edelman. On procède de 50cm en jusqu'à atteindre la profondeur voulue, en faisant en sorte que le forage soit le plus vertical possible.

2. Installation du tube

Le piézomètre est constitué d'un bouchon de fond et de 2 tubes crépinés vissés (ou plus si nécessaire), et d'un bouchon de tête emboîté à l'extrémité supérieure du tube. Le piézomètre est enfoncé dans le trou réalisé au carottier, éventuellement élargi avec une tarière Edelman. Si nécessaire, on peut utiliser une poignée vissable sur le tube supérieur, voire une masse avec un martyr et en prenant garde de ne pas endommager le tube. Les tubes sont particulièrement fragiles au niveau des pas de vis, il peut être utile qu'une personne maintienne ceux-ci droits pendant que le tube est enfoncé en force.

On laisse dépasser le piézomètre de 30 à 40 cm environ au-dessus du sol. Si nécessaire, la partie supérieure du piézomètre peut être raccourcie à la scie.

3. Ancrage du piézomètre

Pour éviter que le piézomètre ne bouge verticalement du fait des mouvements du sol (parfois de plusieurs dizaines de cm dans les tourbières), il est attaché à un train de tiges filetées lui-même ancré dans le substrat minéral. Les tiges filetées ont un diamètre de 10 mm et une longueur d'un mètre. Elles sont connectées les unes aux autres avec des connecteurs cylindriques les plus fins possibles.

On enfonce les tiges filetées au contact du tube piézométrique et parallèlement à celui-ci, en les connectant au fur et à mesure, et en faisant attention de ne pas tourner les tiges en sens inverse d'une aiguille d'une montre.

Le contact entre la tourbe et le substrat minéral sous-jacent est généralement assez net. On note cette estimation de la profondeur de tourbe.

On continue à enfoncer la tige à la main dans le substrat minéral jusqu'au refus (on note la profondeur), puis on continue à la masse pendant au moins 2 m supplémentaires, ou jusqu'au refus. On utilise un martyr se vissant sur l'extrémité de la tige (connecteur seul ou connecteur + boulon) pour éviter de l'endommager. Les tiges se tordant facilement, en particulier au niveau des connecteurs, il est utile qu'une personne maintienne en place la partie dépassant du sol pendant qu'une autre l'enfonce à la masse.

On teste l'ancrage en tirant vigoureusement sur le train de tiges filetées – on note si le train est mal ancré et qu'on ne peut pas enfoncer la tige plus profondément (cas de tourbe reposant sur une dalle rocheuse par exemple).

Une fois le train de tiges enfoncé, et si nécessaire, on coupe avec une scie à métaux la partie qui dépasse à environ 5 cm sous le sommet du tube, pour laisser assez de place pour le bouchon de tête. On note la longueur totale du train de tiges.

On solidarise ensuite le tube piézométrique avec le train de tiges filetées avec un collier de serrage en inox (Photo 2). On place la tête de ce collier de façon que l'extrémité de la bande qui dépasse du côté interne de la tête ne vienne pas buter contre la tige filetée en fin de serrage. On serre au maximum et on vérifie que le tube ne puisse pas coulisser le long de la tige filetée.

On peut ensuite mettre en place le bouchon de tête, en prenant soin de l'enfoncer à fond (on vérifie visuellement que le sommet du tube est bien en contact avec la partie supérieure interne du bouchon (de plus petit diamètre)).



Photo 2- Piézomètre fixé au train de tiges filetées (A. Duranel)

4. Mesures

Une fois le piézomètre posé, on mesure et on note la distance entre le sommet de la tige filetée et le sommet du piézomètre, bouchon de tête installé et capuchon ouvert, au mm près (Photo 3). L'objectif est triple :

- Pouvoir vérifier au cours du suivi que le piézomètre n'a pas bougé ;
- Pouvoir positionner un piézomètre à la même hauteur que le précédent si ce dernier devait être remplacé ;
- Connaître l'altitude du sommet de la tige, qui pourra alors être utilisée comme marqueur permanent pour le suivi du niveau du sol de la tourbière, même si le piézomètre était démantelé.



Photo 3- Mesure de la distance entre le sommet de la tige filetée et le sommet du piézomètre (A. Duranel)

Il n'est pas nécessaire, et parfois même contre-productif, de mesurer le niveau de l'eau dans le piézomètre ou la distance entre le sommet du tube et le sol immédiatement après l'installation. Il faudra laisser passer quelques semaines afin que le niveau s'équilibre avec celui de la nappe, et que le sol retrouve son niveau initial, potentiellement impacté par le piétinement lors de la pose du piézomètre.

Synthèse des informations à enregistrer pour chaque piézomètre

- Localisation (X, Y) et méthode de localisation (GPS différentiel, GPS non différentiel, pointage sur photo aérienne) ;
- Longueur totale du tube en cm, bouchons de fond et de tête non compris (généralement un multiple de 100 cm, sauf si le tube supérieur a été scié) ;
- Epaisseur de tourbe et épaisseur des sédiments meubles (tourbe + sédiments minéraux pénétrables à la main) ;
- Longueur totale du train de tiges filetées ;
- Solidité de l'ancrage, testé en tirant sur la tige (bien ancré / mal ancré) ;
- Distance entre le sommet du train de tiges filetées et sommet du piézomètre, bouchon de tête installé et capuchon ouvert ;

5. Fréquence des relevés

Les données de niveau de nappe sont enregistrées en continue par les sondes avec une fréquence de 30 minutes. Les sondes sont relevées et les données sont téléchargées tous les 6 mois afin de s'assurer du bon fonctionnement des enregistreurs.

Le suivi automatique doit s'accompagner d'un certain nombre de mesures manuelles pour interpréter correctement les séries de données enregistrées par les sondes :

- La profondeur de nappe doit être mesurée manuellement tous les 2 à 3 mois en moyenne. Idéalement, les relevés manuels seront plus fréquents à l'été et à l'automne pour assurer un bon suivi des niveaux d'étiages (tous les 1,5 mois). Ils peuvent être plus espacés en hiver et au printemps, tous les 3 mois par exemple ;
- La distance entre le sol et le sommet du piézomètre est aussi mesurée manuellement ;
- La distance entre le sommet de la tige filetée et le sommet du piézomètre pour vérifier que le piézomètre n'a pas bougé.

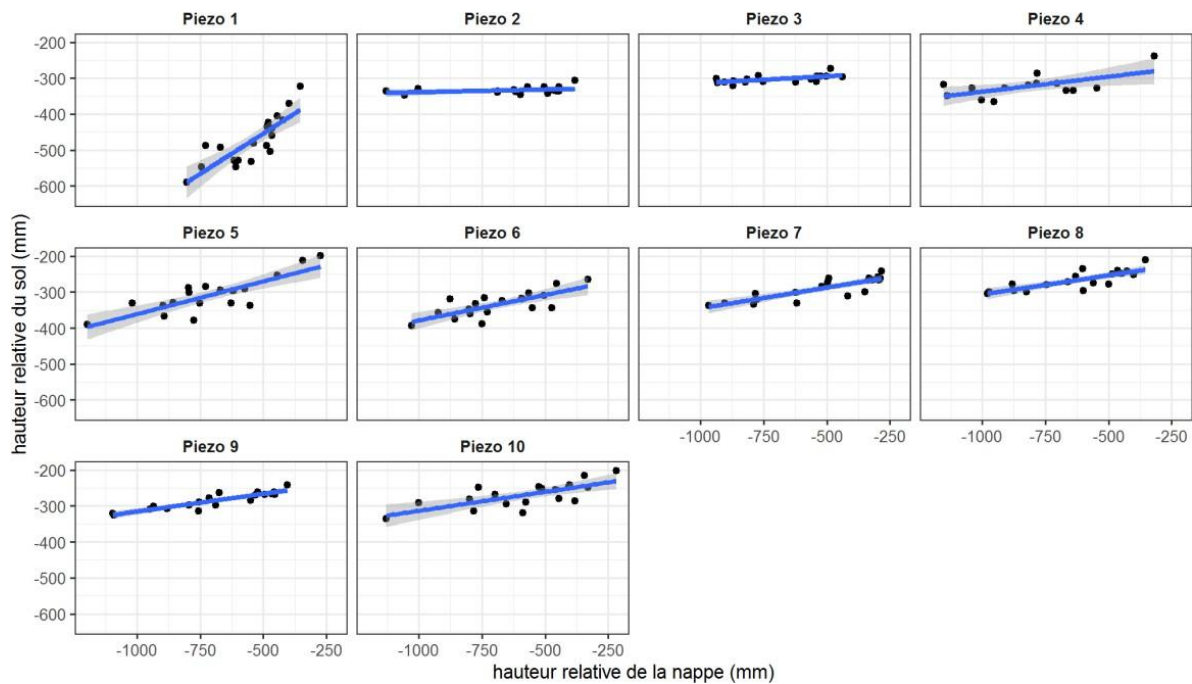


Figure 1- Relation entre hauteur de nappe et niveau du sol de la tourbière (A. Duranel)

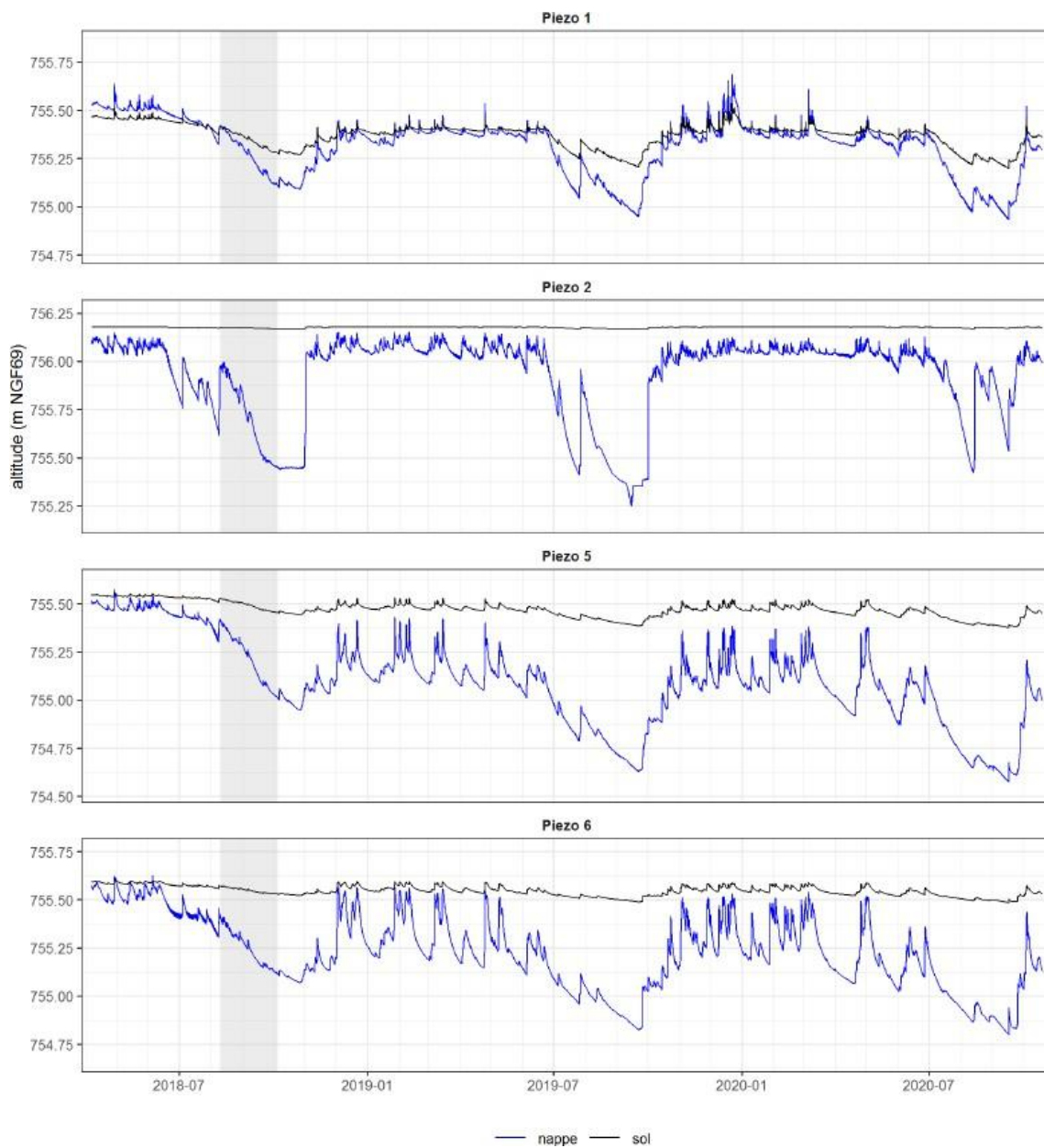


Figure 2- Chroniques piézométriques intégrant le suivi du niveau du sol (A. Duranel)