

VI) Résultats et interprétations

1. Etude hydrogéologique

L'exploitation des mesures de nivellement a permis de réaliser une carte piézométrique (cf. Figure 48) pour mieux connaître la cartographie de la surface de la nappe d'eau souterraine, le comportement hydrodynamique de l'aquifère, la forme et le sens de l'écoulement général.



Figure 48 : Carte piézométrique de la zone d'étude

Les courbes de niveau de la nappe ont été tracées tous les mètres (en bleu) par la méthode d'interpolation triangulaire, reliant les points d'égal niveau piézométrique. La ligne de cote la plus haute se trouve à 12,5 m par rapport au piézomètre de référence numéro 5 et la plus basse à -2,5 m.

Les lignes d'écoulement ou de courant (en rouge) recouperont perpendiculairement les isopièzes dans le sens des niveaux piézométriques décroissants et donnent le sens d'écoulement de la nappe au sein de la tourbière.

On peut voir ainsi que la piézométrie de la nappe est caractérisée par un écoulement général dans direction Sud-Est/Nord-Ouest. Ce sens d'écoulement implique un drainage vers la Galavette, correspondant à une alimentation de la rivière par la nappe.

Cette alimentation est repérable par la présence de nombreux griffons, allant de la tourbière à la rivière (cf. Figure 49).



Figure 49 : Griffon arrivant à la Galavette depuis la tourbière

La carte piézométrique permet d'estimer aussi le gradient hydraulique, étant la différence de niveau piézométrique entre deux points de surface de la nappe, par unité de longueur, mesurée le long d'une ligne de courant. Ce gradient correspond à la pente de la surface de la nappe. Plus il est fort, plus la dynamique d'écoulement des eaux est rapide.

Ainsi, dans la zone d'étude, le gradient hydraulique varie de 5% à 12% de l'amont vers l'aval, étant plus faible au Sud (en amont), où la carte montre une surface piézométrique à courbes plus régulières et espacées.

Vers le Nord, par contre, le gradient augmente, les courbes ayant une disposition plus resserrée. Cela indique une pente plus forte de la nappe, qui va se traduire en une vitesse d'écoulement de l'eau plus importante vers la Galavette (cf. Figure 50).



Figure 50 : Détails de la carte piézométrique avec les points utilisés pour calculer le gradient hydraulique au Sud (gauche) et au Nord (droite)

Même si cette carte piézométrique constitue un point de départ pour caractériser la nappe phréatique, le réseau de piézomètres implantés et la mise en place de la sonde longue durée va permettre d'établir un suivi de son évolution annuelle et interannuelle et de disposer ainsi d'un historique des variations du niveau.

Cet historique s'avère très utile pour acquérir une meilleure connaissance du fonctionnement de la tourbière et de ses modes d'alimentation, quantifier ses périodes de recharge et définir des mesures à mettre en oeuvre afin de garantir un bon état de conservation.

2. Etude hydrologique

Cette étude se base sur deux sections mesurées en amont et en aval de notre zone d'étude. Le sens d'écoulement de la Galavette s'effectue du Sud vers le Nord.

Deux coupes ont été réalisées au niveau de ces zones de mesures avec les mesures de la profondeur, du nombre de rotations de l'hélice toute les 30s et de la largeur du cours d'eau. En amont, la Galavette est séparée en deux bras distincts de faibles largeurs (environ 20cm) alors qu'en aval il n'y a qu'un seul bras. Les résultats sont les suivants:

Amont :

	1							
	Largeur (cm)	Distance/bord Ouest(cm)	Profondeur (cm)	Section (m2)	Mesures (tours/30s)	n (tours/s)	Vitesse (m/s)	Débit (m3/s)
Bras n°1	22	11	5	0.011	89	2.97	0.186	0.0020
Bras n°2	25	17	5	0.0125	56	1.87	0.124	0.0015

Aval : La section a été ici définies tous les 50 cm dans le calcul des débits

	2							
	Largeur (cm)	Distance/ bord Ouest(cm)	Profondeur (cm)	Section (m2)	Mesures (tours/30s)	n (tours/s)	Vitesse (m/s)	Débit(m3/s)
1	133	20	34	0.17	17	0.57	0.045	0.008
2	133	81	35	0.175	31	1.03	0.073	0.013
3	133	123	34	0.17	16	0.53	0.043	0.007

Trois mesures pour la même section ont été effectuées au niveau du point 2. Il nous est donc possible d'établir un profil des débits du cours d'eau (cf. Figure 51).

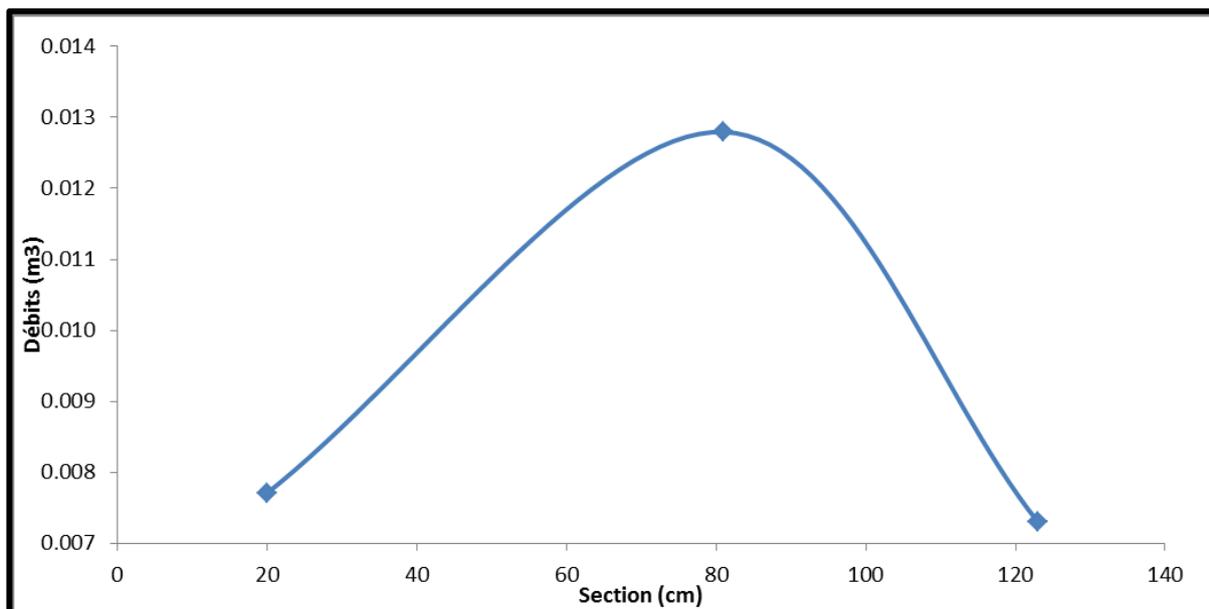


Figure 51 : Profil des débits du cours d'eau

Les débits mesurés sont assez faibles avec un débit maximal pour le centre du cours d'eau de $0.013 \text{ m}^3/\text{s}$. Proches des berges et pour des distances équivalentes ceux-ci sont similaires avec une moyenne de $0.0075 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les mesures réalisées en amont ne nous laissent pas la possibilité d'établir un profil des débits car les sections sont trop étroites et seule une mesure dans chaque bras a été réalisée. Si l'on compare maintenant les résultats obtenus entre amont et aval on observe que le débit en aval est au minimum six fois supérieur à celui en amont. Ces résultats sont cohérents puisque la section en aval est très supérieure à celle en amont.

3. Paramètres physico-chimiques

Comme il l'a été précisé dans la partie « Matériel et Méthodes », trois paramètres physico-chimiques ont été mesurés dans les piézomètres, à savoir, le pH, la température et la conductivité. Toutes ces mesures ont été effectuées dans la matinée du 19 Février 2015. Le but était de caractériser les eaux de la nappe de la tourbière de Clarens tout en analysant une éventuelle variation spatiale ou temporelle de ces paramètres mesurés. Notamment, s'il y avait une différence notable entre les deux zones de la tourbière étudiée. Ces mesures ont été réalisées dans tous les piézomètres mis en place ainsi que dans les six déjà présents.

Seules les mesures du piézomètre 22 n'ont pas été exécutées car c'est dans celui-ci que la sonde longue durée a été installée.

- **pH :**

Les mesures réalisées ont révélé un pH moyen de 5,24 avec un minimum de 4,5 pour le piézomètre 19 et un maximum de 6,43 dans le piézomètre 21 (cf. Figure 52). Nous pouvons donc constater que le pH des eaux de la nappe est relativement acide, ce qui concorde bien avec les caractéristiques générales d'une tourbière. Nous n'avons pas constaté de différence fondamentale entre les deux zones distinctes de la tourbière. La différence de végétation ne serait donc pas due à une différence d'acidité des eaux de la nappe. Cependant, il est difficile de tirer des conclusions après une seule journée de mesures. Nous recommandons donc le suivi du pH à plus long terme, ce qui permettra peut-être d'expliquer d'éventuels phénomènes.

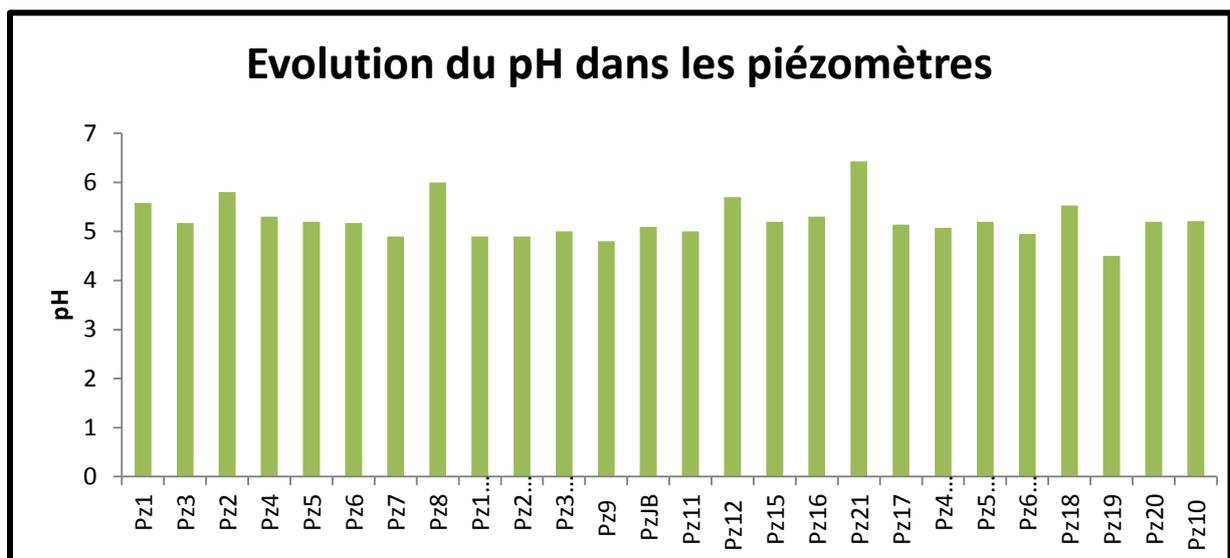


Figure 52 : Valeurs de pH mesurées dans les différents piézomètres installés par nos soins ou déjà en place dans la tourbière de Clarens

- **Température :**

Les températures mesurées varient de 3,6 °C à 8,8°C (cf. Figure 53). Ces mesures ont été réalisées entre 9h30 et 12h30 avec un intervalle de temps maximal de 15 minutes entre les différents piézomètres. L'augmentation de la température au cours du temps est donc expliquée par le fait que le soleil réchauffe rapidement les eaux de la nappe qui sont quasiment à la surface. Une fois de plus, aucune différence n'est à noter entre les deux

zones de la tourbière de Clarens. La sonde longue durée mise en place permettra d'apporter davantage d'éléments.

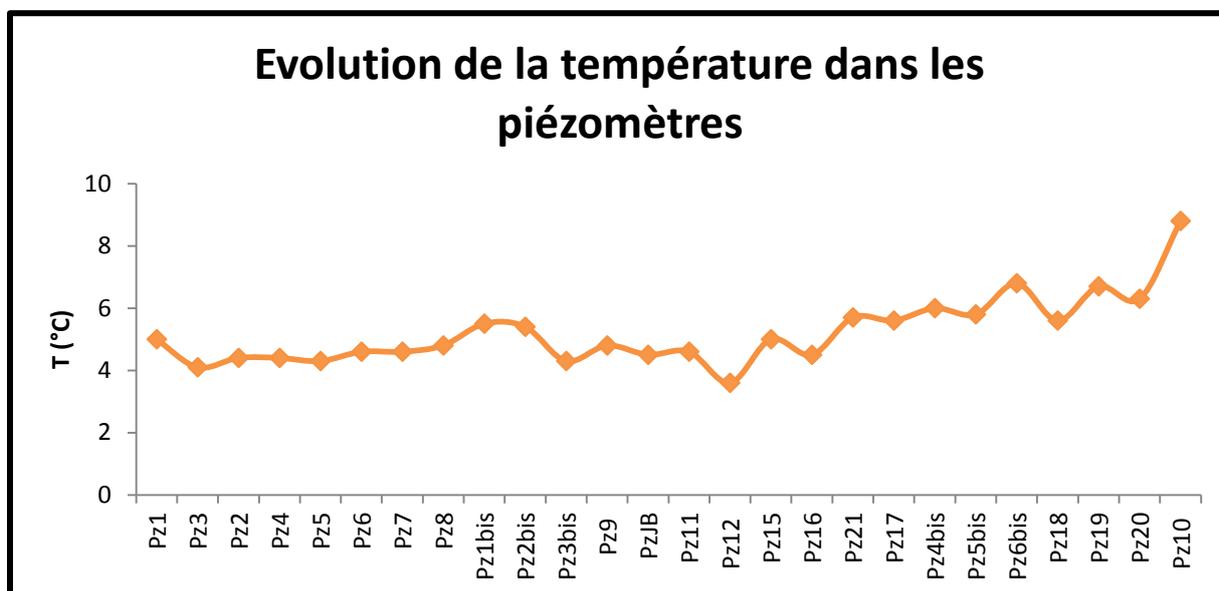


Figure 53 : Valeurs de températures en °C mesurées dans les différents piézomètres installés par nos soins ou déjà en place dans la tourbière de Clarens

- Conductivité :

Les mesures de conductivité sont à considérer avec précaution car il semble avoir eu un problème d'étalonnage de la sonde sur le terrain. La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. L'unité de mesure communément utilisée est le Siemens (S/cm) exprimé souvent en micro siemens/cm ($\mu\text{S/cm}$). La conductivité est directement proportionnelle à la quantité de solides (les sels minéraux) dissous dans l'eau. Ainsi, plus la concentration en solide dissout sera importante, plus la conductivité sera élevée. Dans la tourbière de Clarens, nous avons relevé une conductivité comprise entre 12 pour le piézomètre 20 et 270 $\mu\text{S/cm}$ pour le piézomètre 2. Cependant cette valeur de 270 $\mu\text{S/cm}$ semble aberrante au vu du reste des mesures. Si nous supprimons cette valeur, nous obtenons une conductivité moyenne d'environ 33 $\mu\text{S/cm}$ (cf. Figure 54). Le reste des valeurs semble donc relativement logique pour les eaux de la nappe d'une tourbière. Cependant, de plus amples mesures sont nécessaires à l'avenir.

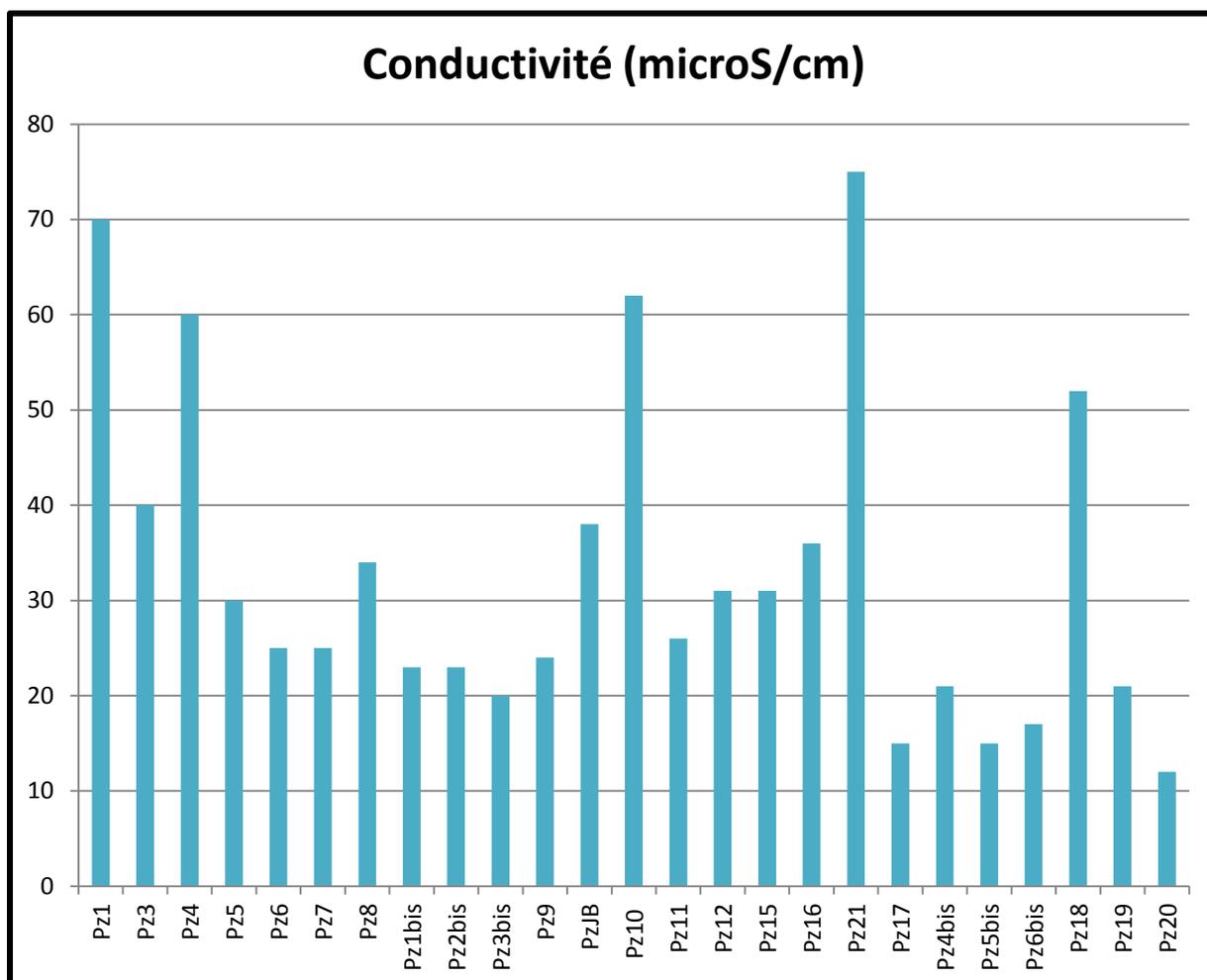


Figure 54 : Valeurs de conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ mesurées dans les différents piézomètres installés par nos soins ou déjà en place dans la tourbière de Clarens, à l'exception du piézomètre 2 qui présentait une valeur aberrante.

Perspectives :

La mesure de ces trois paramètres physico-chimiques dans les eaux de la nappe de la tourbière de Clarens a permis d'apporter une première approche à l'étude des caractéristiques particulières d'un tel milieu. Ces données, récoltées sur une seule et même journée, ne nous ont pas permis d'expliquer les différences observées en terme de végétation des deux zones distinctes au sein de notre zone d'étude. L'hypothèse qui est faite à la suite de ce travail, est que cette différence est probablement due à l'effet du pâturage dans l'une des deux zones. Nous recommandons aux autres groupes d'étudiants susceptibles de poursuivre le travail de terrain dans la tourbière de Clarens, de continuer à effectuer ces mesures physico-chimiques et d'analyser une possible variation spatiale et/ou temporelle de ces paramètres