

MARAI ALCALIN DE CHICHEBOVILLE—BELLENGREVILLE (14)



SYNTHÈSE DES DONNÉES PIÉZOMÉTRIQUES DU COUPLE PIÉZOMÈTRE PROFOND — PIÉZOMÈTRE DE SURFACE

JUIN 2023 - MAI 2024



Conservatoire
d'espaces naturels
Normandie



Financé par
l'Union européenne

SYNTHÈSE DES DONNÉES PIÉZOMÉTRIQUES DU COUPLE PIÉZOMÈTRE PROFOND – PIÉZOMÈTRE DE SURFACE AU SEIN DU MARAIS ALCALIN DE CHICHEBOVILLE-BELLENGREVILLE

JUIN 2023 – MAI 2024

Rédaction :

Clément Duhaut (CEN Normandie) – octobre 2024.

Relecture :

Thomas Cheyrezy (CEN Normandie), Léa Martinez (CEN Normandie), Jérémy Lebrun (CEN Normandie).

Collecte des données :

Thomas Cheyrezy (CEN Normandie), Léa Martinez (CEN Normandie).

Conception graphique :

François Nimal (CEN Normandie), Léa Martinez (CEN Normandie).

Avec le soutien financier de :

Région Normandie, Union européenne.

Ce document doit être référencé comme suit :

DUHAUT C., Conservatoire d'espaces naturels de Normandie, Région Normandie, Synthèse des données piézométriques du couple piézomètre profond – piézomètre de surface au sein du Marais alcalin de Chicheboville-Bellengreville, Juin 2023 – Mai 2024, octobre 2024, 12pages.

PRÉAMBULE

Le fonctionnement hydrologique des tourbières conditionne un grand nombre de processus géomorphologiques, biogéochimiques et écologiques. Sa compréhension est donc primordiale pour la mise en place d'une gestion conservatoire appropriée. L'eau joue en effet un rôle majeur en tourbière, à travers sa qualité de contrainte écologique pour les êtres vivants (l'eau est un facteur limitant pour beaucoup d'espèces) et parce qu'elle est le principal vecteur des nutriments.

L'analyse piézométrique s'attache à définir les variations des niveaux d'eau dans les roches et les sols. Le suivi des niveaux d'eau se réalise grâce à des piézomètres, des tubes complètement ou en partie crépinés (percés d'un réseau de fentes), qui se fixent verticalement dans le sol et qui se remplissent de l'eau des milieux adjacents à niveau équivalent. Les niveaux étaient traditionnellement relevés quelques jours par an à partir de la tête du tube, à la surface, avec un ruban gradué et une diode sensible à l'eau. Aujourd'hui, le suivi est réalisé sur des durées horaires grâce à des sondes automatiques qui sont équipées de capteurs. Les suivis au sein du marais alcalin de Chicheboville-Bellengreville sont réalisés avec des sondes équipées de capteurs électroniques de pression et de température de type Win Situ. Chaque sonde piézométrique est placée dans les piézomètres. Deux piézomètres (Fig. 1) font l'objet de ce compte-rendu, **un piézomètre profond PZ1_PROF** mis en place à partir du 12/06/2023 et un **piézomètre de surface PZ1** mis en place à partir du 21/09/2020. Tous deux situés à quelques mètres d'écart dans la même parcelle de cladiaie (Carte 1). Les sondes sont programmées pour acquérir une mesure de niveau toutes les heures. Une compensation sonde piézométrique-sonde barométrique est réalisée afin de soustraire la valeur atmosphérique de la valeur sous eau. L'objectif du suivi est de mesurer la profondeur du toit de la nappe du sol. Les mesures altitudinales ont été réalisées au GPS différentiel utilisant la technologie RTK, conférant une précision centimétrique.

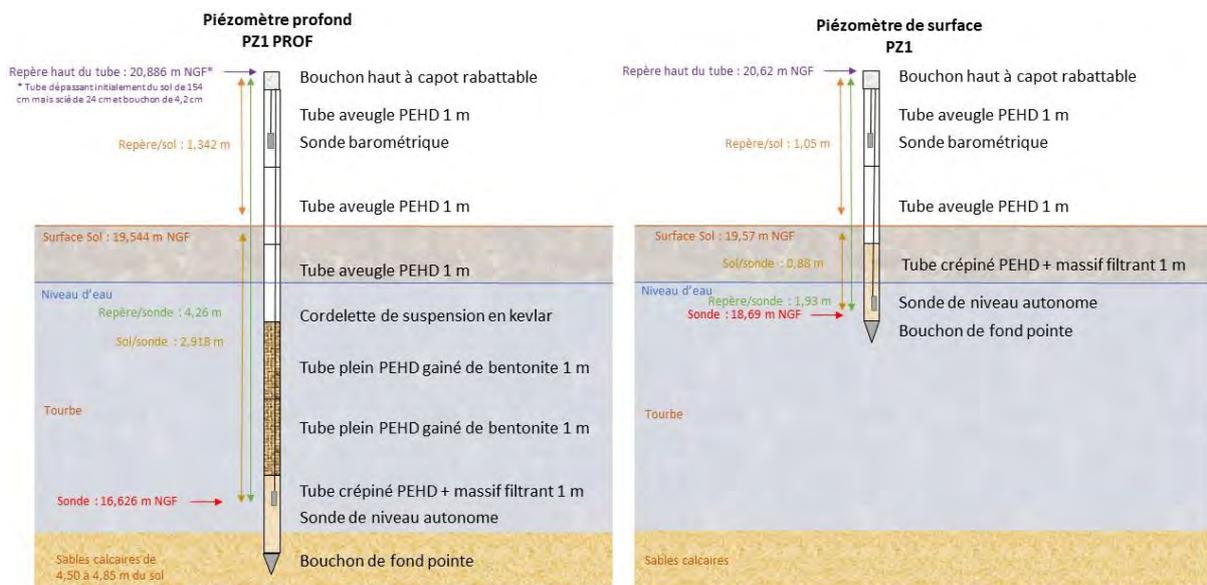


Figure 1 : Schéma des piézomètres (@CEN Normandie).

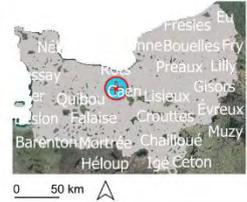
Suivis piézométriques

Marais alcalin de Chicheboville-Bellengreville (Calvados)



Conservatoire d'espaces naturels Normandie

Localisation du site



Légende

Instrumentation :

- Piézomètre



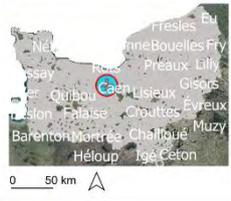
Suivis piézométriques

Marais alcalin de Chicheboville-Bellengreville (Calvados)



Conservatoire d'espaces naturels Normandie

Localisation du site



Légende

Habitats d'intérêt communautaire :

- 3130*
- 3140
- 3260
- 6430
- 7230
- 7210

Instrumentation :

- Piézomètre

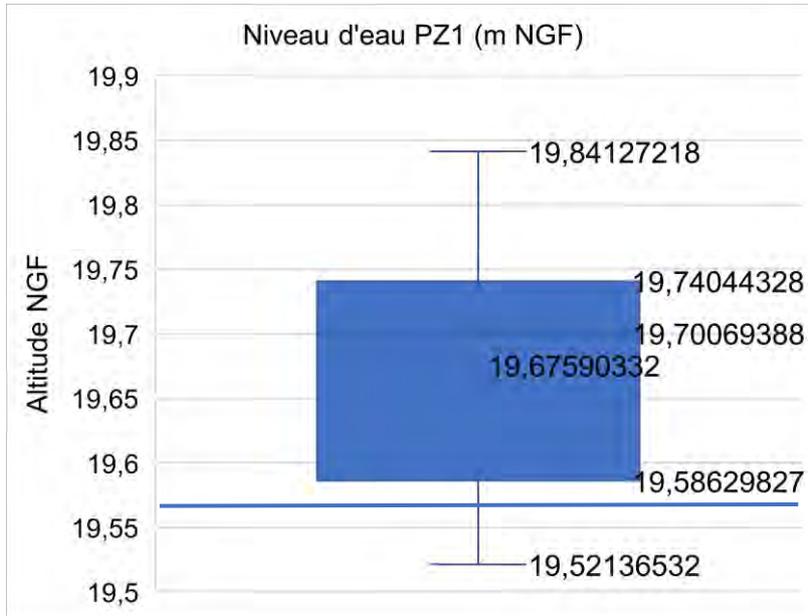


Figure 2 : Cartes de localisation des sondes piézométriques objet de l'analyse

ANALYSE

1. BATTEMENT ET NIVEAU D'EAU PAR RAPPORT À LA SURFACE DU SOL

Les deux piézomètres présentent des niveaux piézométriques supérieurs à la cote du sol durant une grande partie de l'année. Cela démontre que la **nappe affleure durant une grande partie de l'année** et que ce secteur en cladiaie de la tourbière est souvent en eau jusqu'en surface.



Pour le piézomètre **PZ1** (Fig.3), l'altitude NGF du niveau d'eau varie de **19,52 à 19,84 m**, soit un battement de nappe de 32 cm pour les cas les plus extrêmes. Ce battement est plus couramment de 15 cm (quartile).

Figure 3 : Boîte à moustache du niveau d'eau en m NGF du piézomètre de surface PZ1 du 12/06/2023 à 15:50 jusqu'au 30/05/2024 à 14:50. La ligne bleue représente la surface du sol d'altitude 19,57 m NGF.

Pour le piézomètre **PZ1** (Fig.4), l'altitude NGF du niveau d'eau varie de **19,52 à 19,84 m**, soit un battement de nappe de 32 cm pour les cas les plus extrêmes. Ce battement est plus couramment de 15 cm (quartile).

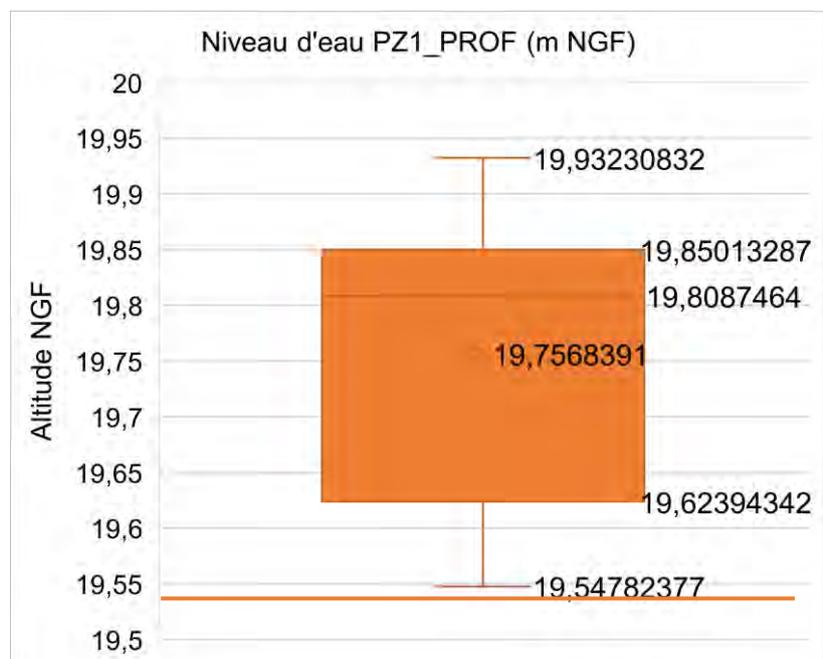


Figure 4 : Boîte à moustache du niveau d'eau en m NGF du piézomètre profond PZ1_PROF du 12/06/2023 à 15:50 jusqu'au 30/05/2024 à 14:50. La ligne orange représente la surface du sol d'altitude 19,54 m NGF.

2. CHRONIQUES ANNUELLES

Le mode de représentation des variations piézométriques le plus courant est la chronique (Fig. 4) : un diagramme binaire avec une hauteur ou une altitude en ordonnées et le temps en abscisses. **La surface du sol de la cladiaie est immergée quasiment toute l'année.** En période estivale, le niveau d'eau peut se situer à moins (-) 5 cm sous la surface du sol pour PZ1. On peut souligner que cette surface piézométrique à -5 cm sous le sol peut indiquer une saturation en surface du fait de la remontée d'eau par capillarité. Pour PZ1_PROF, la surface du sol est immergée toute l'année. Il y a 32 cm d'écart entre la valeur de niveau d'eau la plus haute et la plus basse sur PZ1. Il est de 38 cm pour PZ1_PROF.

Cette chronique annuelle montre la distinction classique entre **l'été hydrologique** (à gauche) de **juin à octobre 2023** et **l'hiver hydrologique** (à droite) de **novembre à juin 2024**. La chronique est marquée par des événements en dents de scie correspondant probablement à des phénomènes météorologiques. L'allure générale des niveaux d'eau sur PZ1 et PZ1_PROF sont similaires. Les deux courbes apparaissent relativement synchrones, cela indique une **interaction forte entre les deux phénomènes**. Sur la période plus « sèche » de juin 2023 à octobre 2023, les niveaux piézométriques de PZ1 sont légèrement plus bas que ceux de PZ1_PROF. En période « humide » de novembre 2023 à juin 2024, les niveaux piézométriques de PZ1 sont également plus bas que ceux de PZ1_PROF mais avec un delta plus élevé.

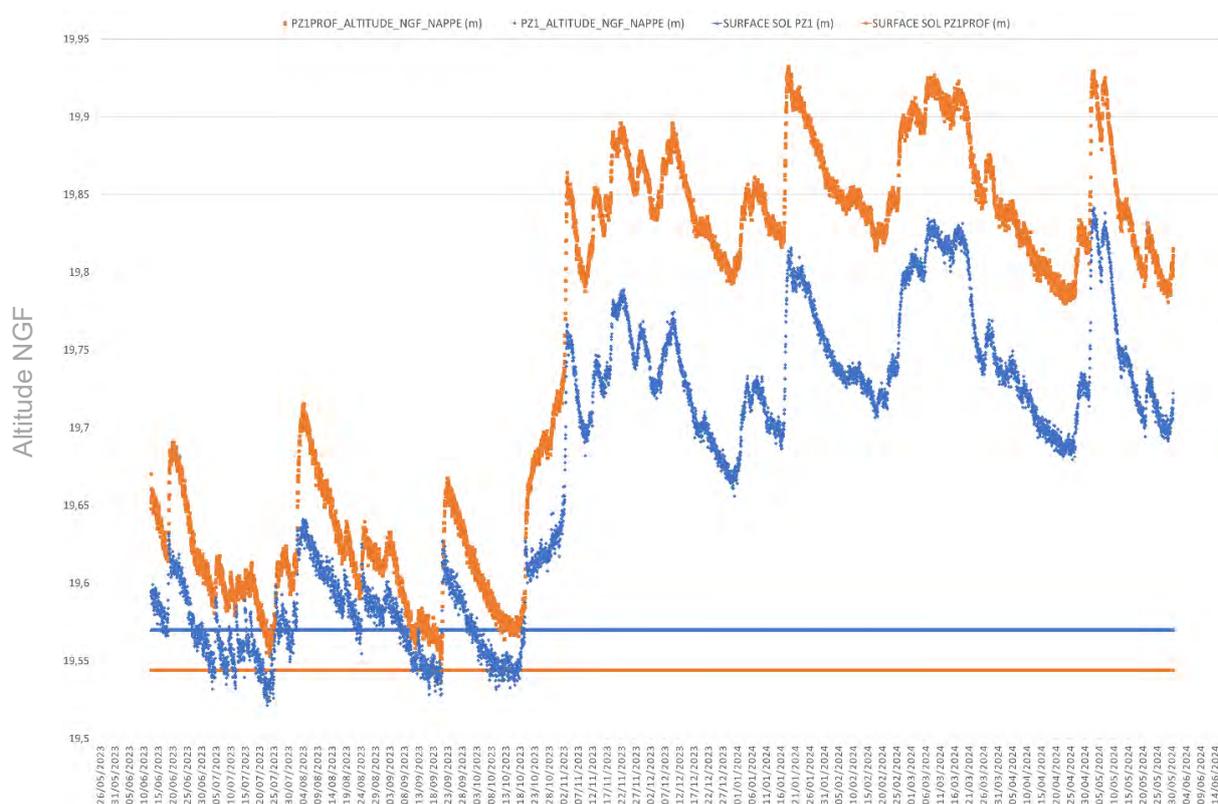


Figure 5 : Niveaux piézométriques dans le piézomètre de surface PZ1 (en bleu) et dans le piézomètre profond PZ1_PROF (en orange), ainsi que les surfaces de sols associées (m NGF) (PZ1 en bleu et PZ1_PROF en orange).

La provenance de l'eau engorgeant les tourbes peut être mesurée par les couples de piézomètres profond et de surface. **Lorsque la pression de résurgence mesurée dans le piézomètre profond est plus importante que la pression mesurée dans le piézomètre de surface ($P_{\text{aquifère}} > P_{\text{phréatique}}$), ce qui est le cas ici, l'eau engorgeant les tourbes provient des eaux alcalines souterraines via des sources sous-jacentes.** Ici, les résurgences de la nappe aquifère bathonienne. A l'inverse, si cette inégalité n'est pas respectée ($P_{\text{aquifère}} \leq P_{\text{phréatique}}$), alors les tourbes ne sont alimentées que par des eaux de surface ou météoriques. Dans ce cas sur le long terme, les tourbières

alcalines vont perdre en alcalinité et s'acidifier avec un changement d'habitats d'intérêt communautaire, ce qui ne semble pas être le cas ici.

En **période estivale**, de **juin à octobre 2023**, $P_{\text{aquifere}} \geq P_{\text{phreatic}}$, c'est-à-dire que **l'eau engorgeant les tourbes provient des eaux alcalines souterraines**. La pression du piézomètre de surface est plus basse que celle du piézomètre profond. En période estivale, il y a un équilibre, il n'y a que peu de flux ascendant (les deux courbes sont très proches altitudinalement).

En **période hivernale**, de **novembre 2023 à mai 2024**, la nappe souterraine est encore plus chargée, suites aux précipitations, il y a un flux ascendant car **P_{aquifere} est bien plus élevé que P_{phreatic}** . Il y a suffisamment de pression dans la nappe souterraine pour qu'elle puisse pousser vers le haut. Il y a un flux ascendant, la courbe PZ1_PROF est au-dessus de la courbe PZ1 de surface.

Les eaux de surface-sont alimentées par la nappe des sables bathoniens car la courbe diachronique PZ_PROF est au-dessus de la courbe PZ1 de surface. La nappe souterraine est donc suffisamment chargée (moins en été, plus en hiver) pour alimenter le site en eau.

La chronique **PZ1** semble plus « étalée dans le temps », il y a plus de points sur les pics (on le voit bien sur les pics ascendants en été, par exemple en fin septembre 2023), ce qui met en relief un temps **d'infiltration ascendante de la nappe profonde à la nappe de surface**.

Après un mois de novembre très pluvieux avec 160 mm de précipitations cumulés et 23 jours de pluie dans le mois, le delta entre les deux courbes est plus grand. A partir de mi-novembre, du fait de pluies fortes, la nappe souterraine se remplit suffisamment pour que sa pression soit plus forte car la nappe est mieux rechargée que durant les épisodes secs estivaux.

Il convient néanmoins d'être très prudents vis-à-vis de ces observations. Il y a en moyenne 8 cm d'écart entre les deux colonnes d'eau (maximum 14 cm). On peut donc se poser la question de savoir si les différences de pressions mesurées sont liées à une pression de profondeur liée à une résurgence qui pousse la colonne d'eau vers le haut ou si ce n'est qu'un biais d'observation. Il aurait été intéressant d'avoir des **données de conductivité électrique**, ce qui aurait pu donner des indices (l'eau profonde est-elle plus minéralisée que l'eau de surface ?). La nappe des sables réagit fortement aux précipitations. La tourbière est beaucoup plus inondée après un épisode de précipitations. Les boîtes à moustaches suivantes (*Fig. 6*) montrent les niveaux d'eau sur les périodes estivales (à gauche) et hivernales (à droite) pour PZ1 (en bleu) et PZ1_PROF (en orange). Cette même allure hiver/été hydrologique est observable.

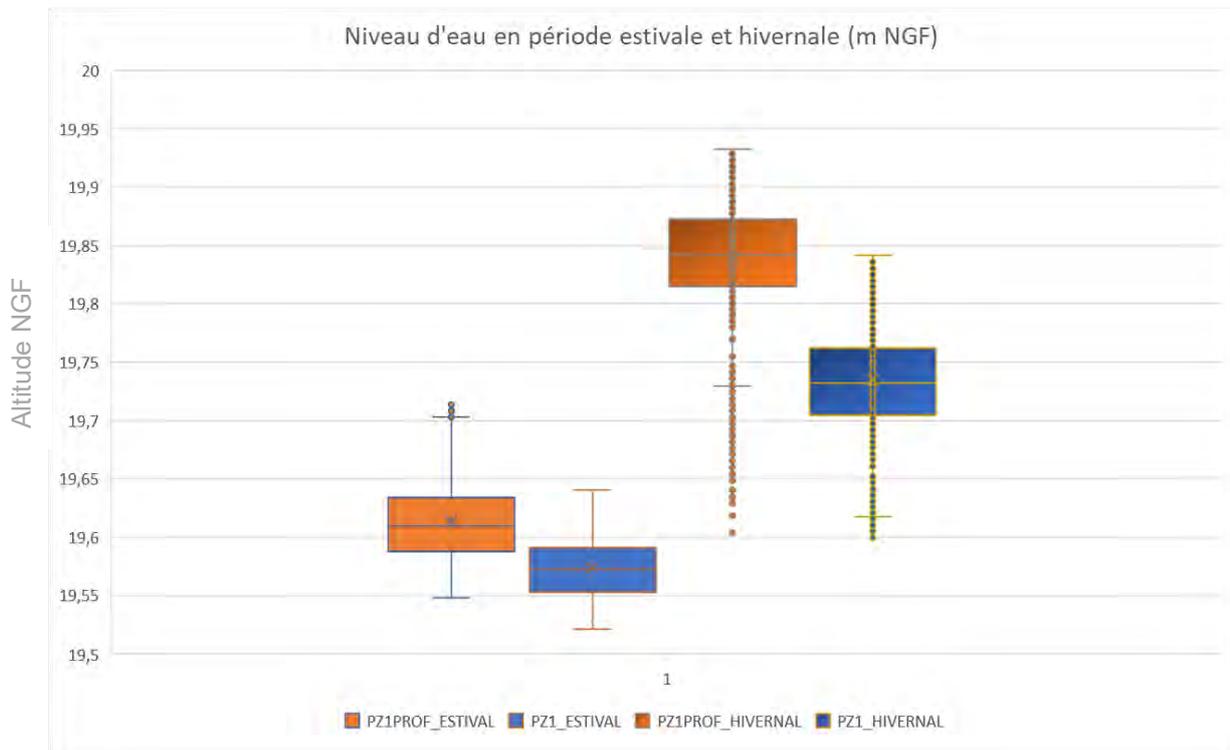


Figure 6 : Niveaux d'eau sur les périodes estivales et hivernales pour PZ1 et PZ1_PROF.

Les boîtes à moustaches suivantes montrent les niveaux d'eau mensuels pour les deux piézomètres. Cette même allure hiver/été hydrologique est observable. Les deux graphiques sont similaires.

Pour la période estivale, le niveau d'eau PZ1 le plus bas est de 19,52 m NGF. Il est de 19,64 m NGF au niveau le plus haut, soit 12 cm d'écart entre la valeur la plus haute et la plus basse. La valeur moyenne du niveau d'eau estival est de 19,57 m NGF pour PZ1.

Pour la période hivernale, le niveau d'eau PZ1 le plus bas est de 19,60 m NGF. Il est de 19,84 m NGF au niveau le plus haut, soit 24 cm d'écart entre la valeur la plus haute et la plus basse. La valeur moyenne du niveau d'eau hivernal est de 19,73 m NGF pour PZ1.

Pour la période estivale, le niveau d'eau PZ1_PROF le plus bas est de 19,54 m NGF. Il est de 19,71 m NGF au niveau le plus haut, soit 16 cm d'écart entre la valeur la plus haute et la plus basse. La valeur moyenne du niveau d'eau estival est de 19,61 m NGF pour PZ1_PROF.

Pour la période hivernale, le niveau d'eau PZ1_PROF le plus bas est de 19,60 m NGF. Il est de 19,93 m NGF au niveau le plus haut, soit 33 cm d'écart entre la valeur la plus haute et la plus basse. La valeur moyenne du niveau d'eau hivernal est de 19,84 m NGF pour PZ1_PROF.

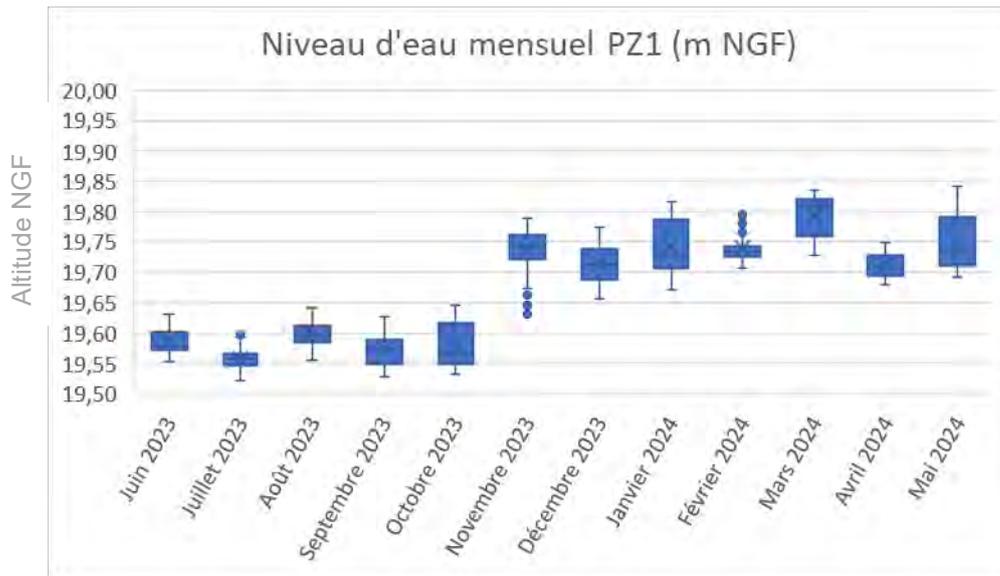


Figure 7 : Niveaux d'eau mensuels pour PZ1.

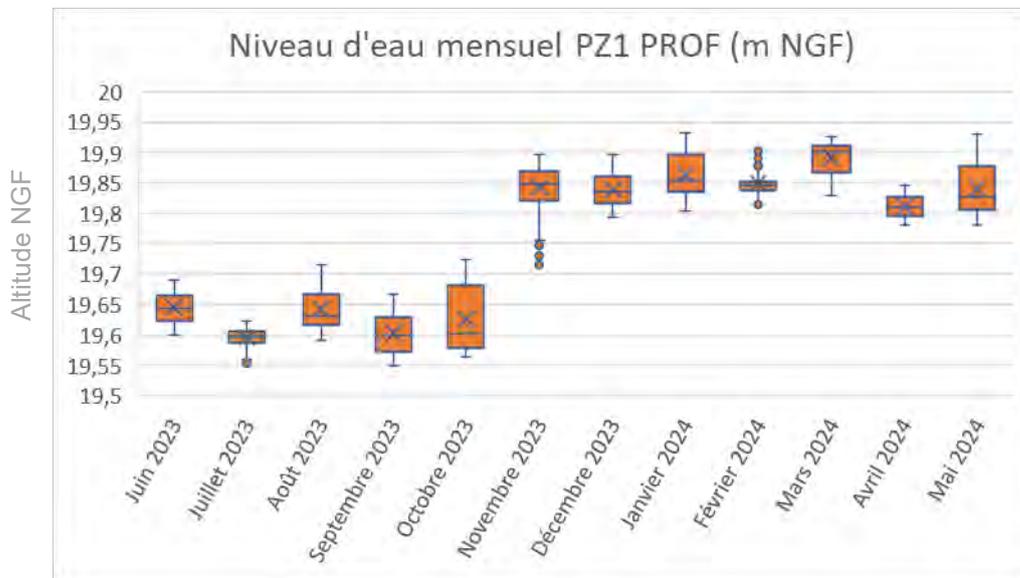


Figure 8 : Niveaux d'eau mensuels pour PZ1_PROF.

Le détail des niveaux d'eau mensuels (Fig. 7 et 8) montre des niveaux les plus bas en juillet, septembre et octobre 2023 et des niveaux les plus hauts en mars 2024 que ce soit pour le piézomètre de surface ou profond.

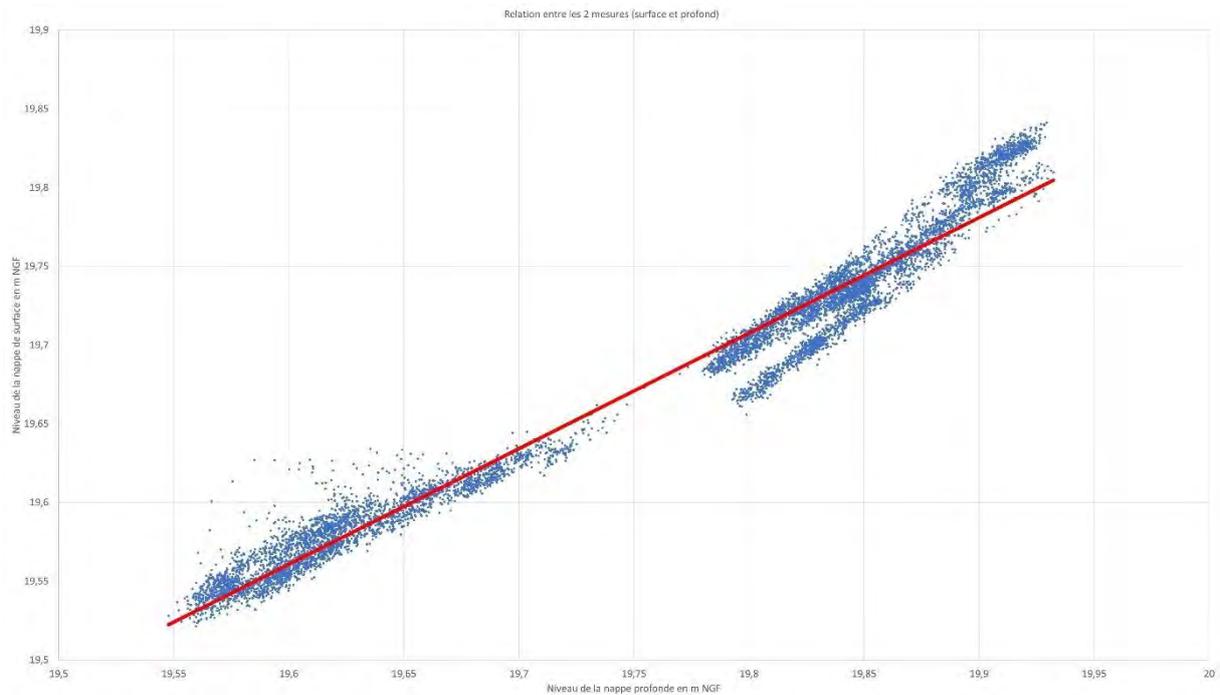


Figure 9 : Relation entre les niveaux des mesures profondes et de surface. Une courbe de tendance linéaire a été ajoutée.

On observe sur le graphique ci-dessus (Fig. 9), une **relation étroite entre les niveaux relevés dans le piézomètre profond et dans le piézomètre de surface**. L'équation de la droite linéaire est $y=0.7338x+5.1786$ avec un coefficient de détermination R^2 de 0.9699.

3. RELATION DES NIVEAUX D'EAU AVEC LES PRÉCIPITATIONS

Le mois de novembre 2023 a été particulièrement pluvieux tandis que le mois de juin 2024 a été le plus sec de l'année (Fig. 9).

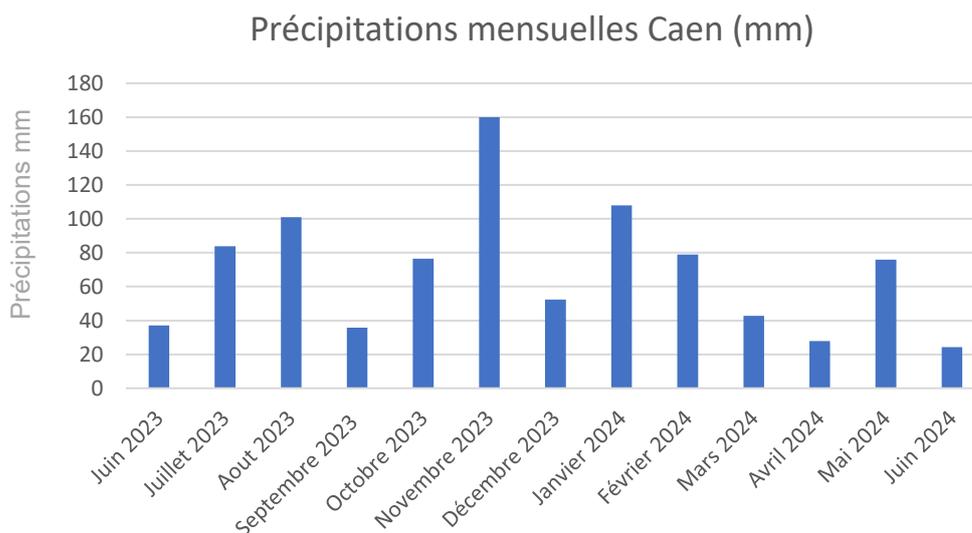


Figure 10 : Précipitations mensuelles sur la station de Caen-Carpiquet (mm) sur la période de mesure (Météo France).

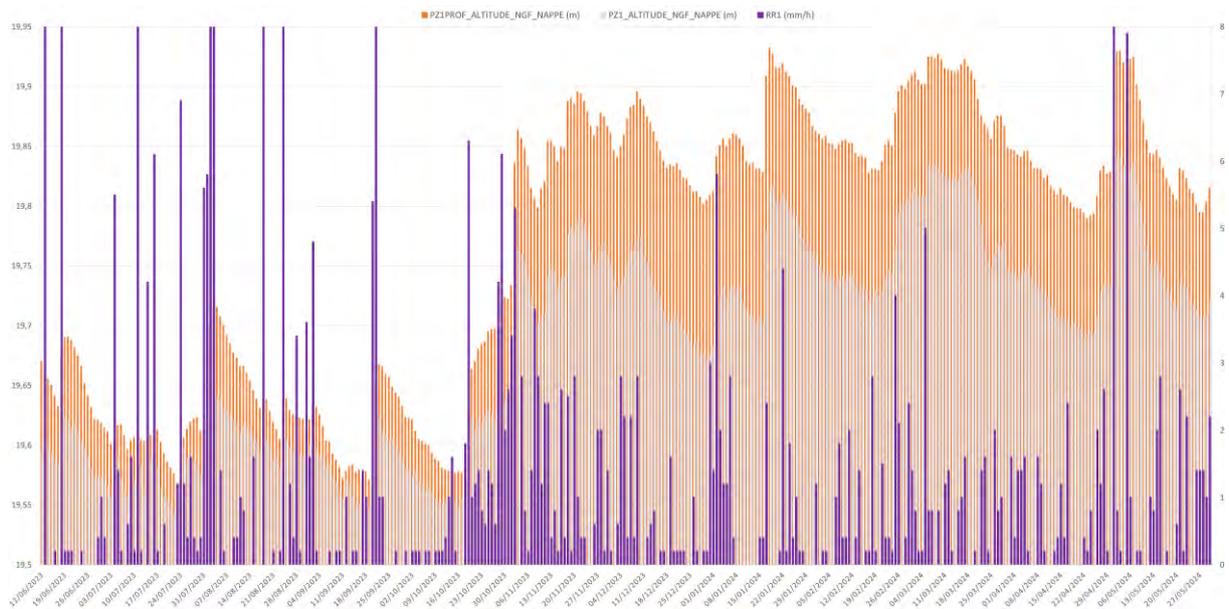


Figure 11 : Précipitations (mm/h) (en violet), altitude de la nappe de surface (m NGF) (en bleu clair) et altitude de la nappe profonde (m NGF) (en orange).

La Figure 11 montre que **les nappes réagissent fortement aux précipitations**. Chaque épisode pluvieux impacte rapidement la tourbière. L'altitude des nappes présente une montée synchrone aux précipitations, et l'arrêt des précipitations entraîne une baisse rapide du niveau d'eau. Un régime de précipitations régulier implique une tendance globale élevée des niveaux de nappes en hiver hydrologique (à droite du graphique). En période estivale, on voit clairement les épisodes pluvieux associés aux pics des altitudes de nappes, puis une redescente rapide des niveaux.

Une des caractéristiques du printemps/été hydrologique est la tendance à la baisse des niveaux d'eau liée aux effets de l'évapotranspiration (Fig. 12).

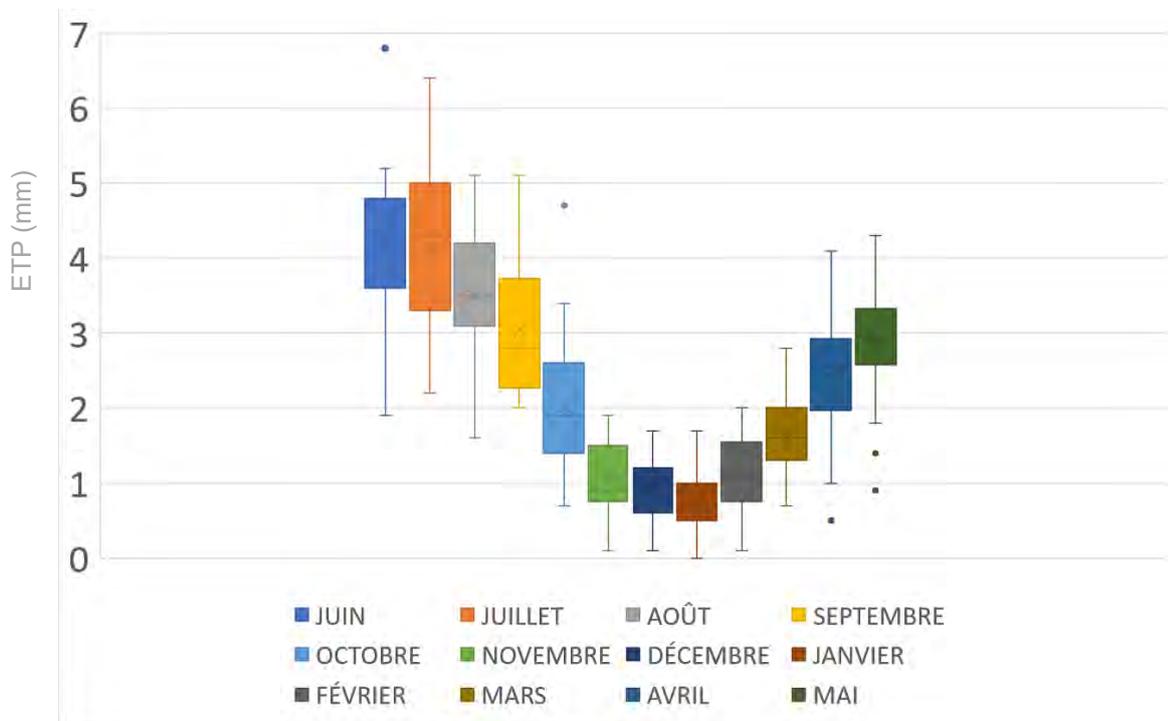


Figure 5 : Evapotranspiration (ETP) en mm mensuel (Météo France).

4. TEMPÉRATURES

Les températures extérieures peuvent varier de -9.6 °C le 20 janvier 2024 à 52.1 °C le 07 juillet 2023 (Fig. 13). Les eaux de surface sont plus sujettes aux variations de températures extérieures puisqu'elles peuvent varier de 6,9°C le 21 janvier 2024 à 14.7 °C du 15 au 22 septembre 2023. Les températures des eaux profondes sont plus stables avec une variation de 10,1°C minimum le 21 janvier 2024 à 12,1 °C maximum mi-novembre 2023. Les eaux de surface sont plus chaudes en été que les eaux profondes. Ces mêmes eaux de surfaces sont plus froides en hiver que les eaux profondes.

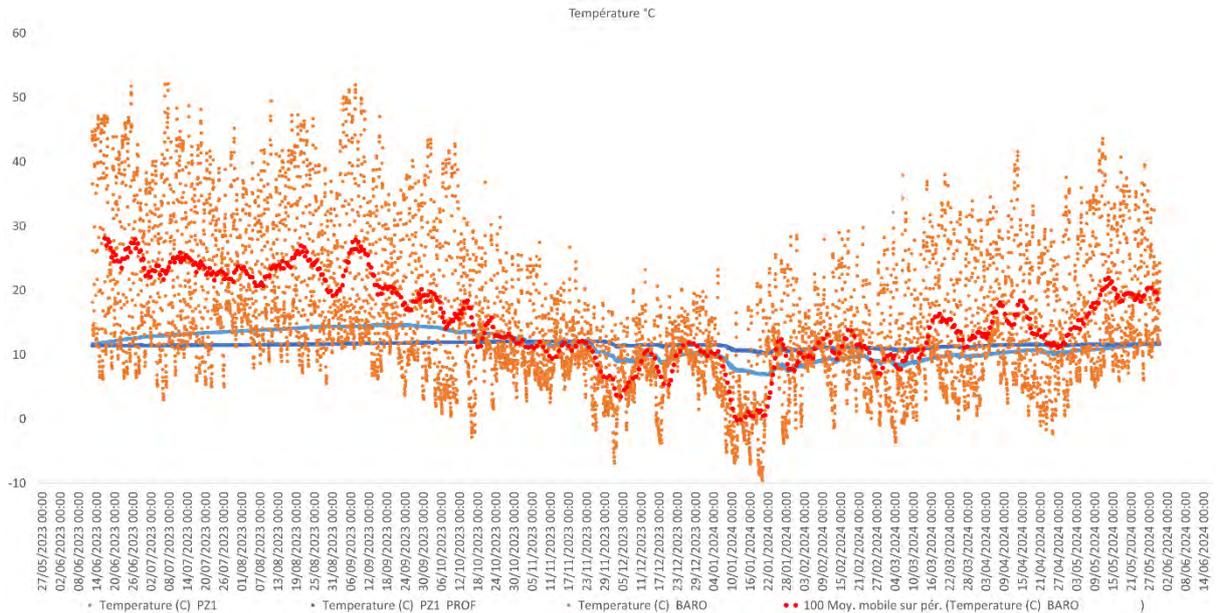


Figure 13 : Températures extérieures (Sonde BARO), de l'eau dans le piézomètre de surface PZ1 et dans le piézomètre profond PZ1_PROF en °C.

5. COMPARAISON AVEC LES POINTS ADES SITUÉS À PROXIMITÉS

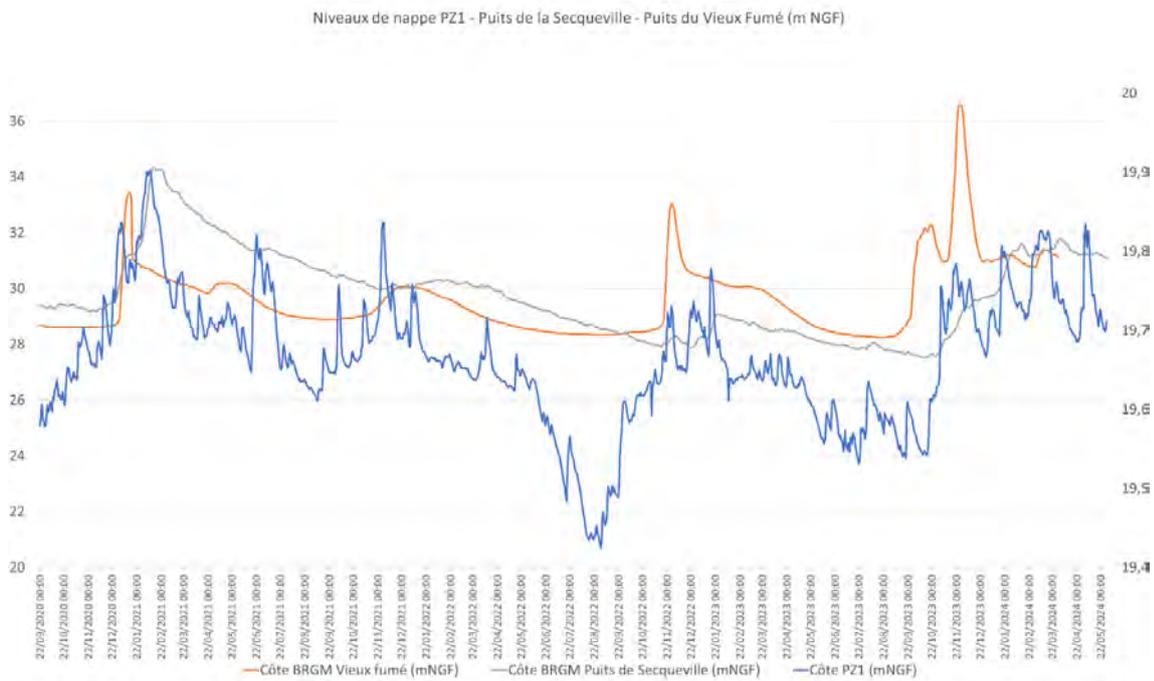


Figure 6 : Niveaux de nappe de PZ1 (en bleu), et de deux autres points de relevés ADES (Vieux-Fumé en orange et Secqueville en gris). Axe des altitudes NGF des cotes puits à gauche. Axe des altitudes NGF de la cote PZ1 à droite.

Les deux puits de suivi BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) de la masse d'eau du Bathonien-Bajocien de la plaine de Caen et du Bessin observables sur le graphique (*Fig. 14*) sont le Puits du Mesnil (Vieux-Fumé) n°ADES 01463X0103/S1 (situé à 8 km de la tourbière, profondeur : 30m) et le puits de Secqueville (Garcelles-Secqueville) n°ADES 01462X0072/S1 (situé à 4 km de la tourbière, profondeur : 41m). ADES signifie Accès aux Données sur les Eaux Souterraines, il s'agit d'un portail national d'accès des données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines pour le public.

Sur la période du 21 septembre 2020 au 30 mai 2024, on peut observer une certaine synchronicité du piézomètre PZ1 avec les côtes des masses d'eau souterraines du Bathonien.

5. CONCLUSION

Le suivi des niveaux d'engorgement dans les sols du marais de Chicheboville permet d'affirmer que **l'alimentation en eau de cette parcelle de cladiaie est satisfaisante** (pour maintenir l'habitat) puisque l'altitude du niveau d'eau est supérieure à l'altitude de la surface du sol et cela de manière quasi permanente.

L'altitude de la nappe présente une montée synchrone avec les précipitations, mais l'arrêt des précipitations entraîne une baisse rapide du niveau.

On observe une similitude de comportement entre la piézométrie du site et celle des calcaires du Bathonien qui montrent des **comportements piézométriques présentant des cycles saisonniers bien marqués, avec une recharge hivernale et un tarissement estival.**

Il semble que **le marais soit alimenté par la nappe d'eau souterraine des sables bathoniens.** On observe également une influence majeure des épisodes pluvieux, déjà identifiée dans l'étude hydro-pédologique du site (Execo & IGC).

Ce site N2000 étant le seul référencé sur cette masse d'eau comme dépendant des masses d'eaux souterraines, il semble important de poursuivre ce suivi piézométrique en continu sur plusieurs cycles hydrologiques, voire sur les décennies à venir. Ce suivi contribue à un meilleur niveau de confiance du test DCE n°3 (DCE : Directive Cadre sur l'Eau). **Rappelons qu'une augmentation des prélèvements (surexploitation), une baisse du niveau de la nappe décorrélée de la météo et une baisse des débits des cours d'eau due aux prélèvements en eaux souterraines ont été constatés sur cette MESO¹ du Bathonien-Bajocien de la Plaine de Caen et du Bessin.** La parcelle surveillée ne semble actuellement pas être fortement affectée par ces dégradations quantitatives. Cette MESO est également vulnérable car les aquifères ne sont pas protégés par des niveaux imperméables en surface. **Son état chimique actuel est médiocre avec une tendance à l'augmentation des concentrations en polluants².**

Bibliographie

AESN (2021) – *Fiche de caractérisation de la ME HG308 « Bathonien-Bajocien de la plaine de Caen et du Bessin »*, Fiche éditée en 2015 – cycle DCE 2016 – 2021, 134 pages.

Execo Environnement, IGC Environnement – *Etude hydro-pédologique sur le site Natura 2000 du marais de Chicheboville-Bellengreville (14)*, 82 pages.

Météo France (2024) – *Données publiques de la publithèque.*

Winter, T. C. (2000) – *Ground water and surface water: a single resource.* Diane Publishing.

¹ Masse d'eau souterraine

² AESN – *Fiche de caractérisation de la ME HG308 « Bathonien-Bajocien de la plaine de Caen et du Bessin »*, Fiche éditée en 2015 – cycle DCE 2016 – 2021, 134 pages.



Conservatoire
d'espaces naturels
Normandie

 WWW.CEN-NORMANDIE.FR



 contact@cen-normandie.fr

 Site de Rouen : 02.35.65.47.10 & Site de Caen : 02.31.53.01.05

SITE DE ROUEN : 4 rue Nicéphore Niépce, 76300 Sotteville-lès-Rouen

SITE DE CAEN : 320 quartier du Val, 14200 Hérouville-Saint-Clair