



Marais de Vogna et de Brenet

Suivi piézométrique

Année 2018

Jean-Baptiste Fagot Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques Avec la participation de Tristan Noyère (CCPM)

Version finale 29 novembre 2018



1

Résumé

Une restauration hydraulique des marais de Brenet et de Vogna (commune d'Arinthod - Département du Jura) est projetée par la commune au cours l'hiver 2019-2020 dans le cadre du dispositif européen Natura 2000. Un suivi piézométrique de l'ennoyage des deux sites avant et après cette phase de travaux est réalisé.

La phase d'installation du matériel a eu lieu au cours de l'année 2018, avec un suivi continu jusqu'en 2021. L'acquisition de ces données permet d'établir un état antérieur au projet, qui pourra ensuite être comparé à l'état ultérieur.

Les premières données, acquises sur une période assez courte (moins de 3 mois), font état de fonctionnement très différenciés entre les deux sites d'étude. Le marais de Vogna présente une situation défavorable, avec l'absence d'eau au niveau des appareils de mesure sur la période considérée. Le marais de Brenet dispose de meilleures capacités de « tamponnage », bien qu'aucun ennoyage du site n'ait été observé du fait des conditions hydroclimatiques de l'été 2018.

La poursuite de ce suivi et l'observatoire de conditions naturelles différentes permettra à l'avenir de réaliser une analyse plus fine des fréquences et des intensités d'ennoyage.

Table des matières

T	Resume	2
2	Contexte et objectifs 2.1 Contexte	4
3	Principales observations 3.1 Méthodes d'investigation 3.2 Résultats 3.2.1 Métrologie 3.2.2 Marais de Vogna 3.2.3 Marais de Brenet	7 7 8
4 5		10 12
6	1 Suivi de terrain	14 27

Contexte et objectifs

2.1 Contexte

Le territoire concerné par ce projet est défini au titre de la Directive Habitats-Faune-Flore (DHFF) comme appartenant au réseau Natura 2000 en tant que Sites d'Intérêt Communautaire (SIC) FR4301334 et FR4312013 « Petite Montagne du Jura ». On retrouve, parmi les objectifs de développement durable inscrits dans le Document d'objectifs (DOCOB) (GILLES et GUITTENY 2015), la « promotion d'une gestion des milieux humides préservant les habitats naturels et favorisant le potentiel d'accueil des espèces d'intérêt communautaire ».

La mise en œuvre d'actions visant à atteindre cet objectif passe, pour les marais de Brenet et de Vogna (commune d'Arinthod - Jura), par un chantier de restauration hydraulique et une diversification des milieux aquatiques en vue de leur restauration écologique.

2.2 Objectifs

Le présent travail se fixe pour objectif la réalisation d'un suivi piézométrique des hauteurs d'eau au sein de marais de Brenet et de Vogna. Cette action permettra d'évaluer les effets hydrologiques de la restauration hydraulique réalisée par la commune au cours de l'hiver 2019-2020.

2.3 Opérateur

Cette mission de suivi hydrologique a été confiée par la commune d'Arinthod à la Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FJPPMA), représentant les Associations Agréées pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (AAPPMA) du département et dont les missions statutaires sont :

- le développement durable de la pêche amateur, la mise en œuvre d'actions de promotion du loisir-pêche par toutes mesures adaptées, en cohérence avec les orientations nationales;
- la protection des milieux aquatiques, la mise en valeur et la surveillance du domaine piscicole départemental.

Principales observations

Les données collectées au cours de ce suivi, ainsi que ce rapport, ont été produits via le programme R (R Core Team 2017) à travers RStudio (RSTUDIO TEAM 2017), couplés à différents packages (Wilke 2018; Grolemund et Wickham 2011; Kahle et Wickham 2013; Wickham et others 2007; Wickham et others 2011; Wickham 2009; Wickham et al. 2017; Slowikowski 2018; Auguie 2017; Xie 2017; Wickham et Bryan 2018; Bivand, Keitt et Rowlingson 2017; Wickham 2018a; Wickham et Henry 2017; Dahl 2016; Wickham 2017; Wickham et Ruiz 2018; Dunnington et Ruiz 2018; Pebesma 2018; Wickham 2018b; Pebesma, Mailund et Hiebert 2016). QGIS, PostgreSQL et PostGIS ont également été utilisés (QGIS Development Team 2018; PostgreSQL Global Development Group 2017; PostGIS 2017).

3.1 Méthodes d'investigation

Afin de suivre les variations du niveau de l'eau superficielle et des nappes associées, des piézomètres Hobo U20-001-04 de la marque Onset ont été installés au sein du Marais de Vogna (VOG) et du Marais de Brenet (BRT), à l'intérieur d'un tube PVC percé (voir détail des interventions en annexe .1). Leur répartition spatiale est visible sur la figure 3.1 et au sein de l'atlas présent en annexe .2.

Ces instruments (voir figure 3.2) permettent de mesurer et d'enregistrer de manière autonome la température et le niveau des nappes phréatiques à travers la mesure de la pression exercée par les colonnes d'eau et d'air situées au-dessus. Il est donc également nécessaire de disposer d'un baromètre par site afin de soustraire les variations liées à la pression atmosphérique.

La mise en rapport des niveaux mesurés par chaque capteur au sein de chaque site peut être réalisée de deux manières :

- par des mesures topographiques directes des altitudes relatives ou absolues de chaque capteur,
- par un calage obtenu par calcul, en considérant la nappe établie à une hauteur homogène à un instant fixé (généralement au début de la chronique).

Dans l'attente de la réalisation de mesures topographiques, et dans l'éventualité que cellesci soient techniquement envisageables (fort embroussaillement et vue directe nécessaire), c'est la seconde méthode qui a ici été retenue.

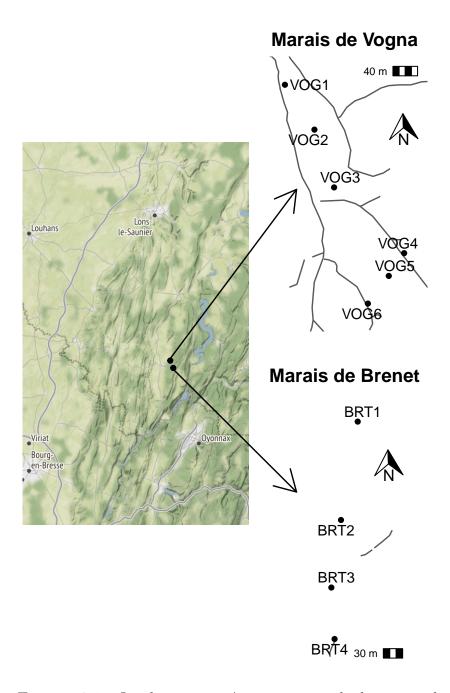


Figure 3.1 – Localisation et répartition spatiale des points de suivi



FIGURE 3.2 – Hobo U20-001-04 (diamètre de 24.6 mm et longueur de 150 mm)



3.2 Résultats

3.2.1 Métrologie

La figure 3.3 permet de constater que les deux baromètres présentent des chroniques de mesure très semblables, offrant ainsi une redondance en cas de panne de l'un des deux appareils. Ce résultat a été obtenu après une correction de 1.7 kPa d'écart entre-eux.

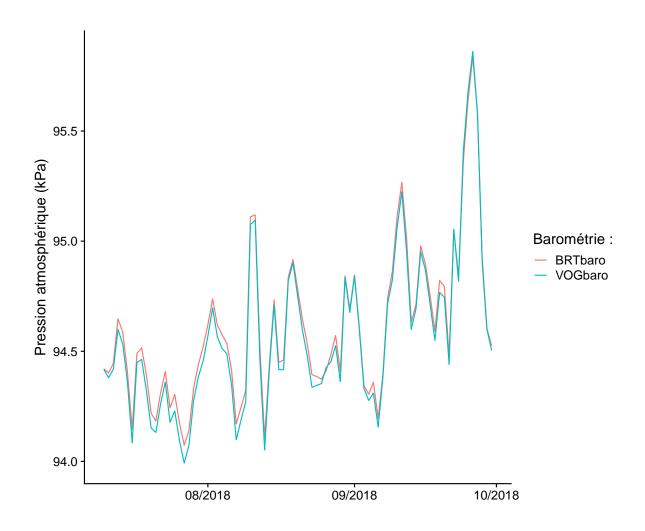


FIGURE 3.3 – Comparaison des résultats obtenus par les deux baromètres, situés à 1,58 km l'un de l'autre



Les profils des chroniques de hauteurs d'eau enregistrées sont très différents d'un site à l'autre (voir figure 3.4 et annexe .3).

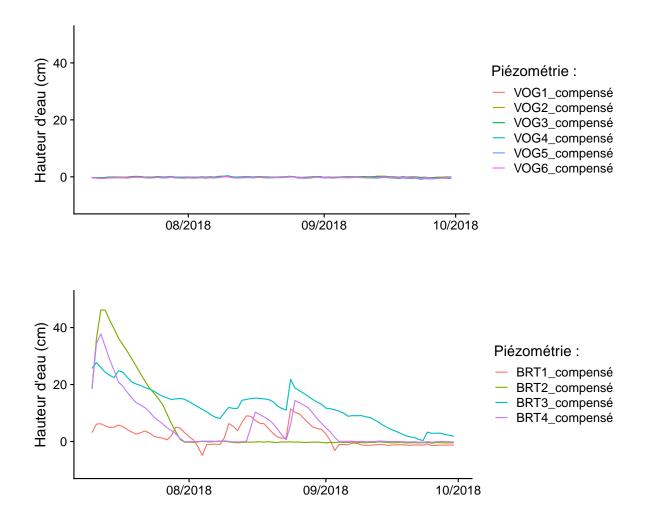


Figure 3.4 – Chroniques des mesures de hauteur d'eau réalisées par les 10 piézomètres sur les sites des marais de Vogna (VOG) et de Brenet (BRT)

3.2.2 Marais de Vogna

Les mesures piézométriques réalisées au sein du marais de Vogna présentent une très faible variabilité (1,2 cm au maximum sur la chronique disponible). Ce résultat traduit une absence totale d'eau au niveau des capteurs, même lors d'épisodes pluvieux.

3.2.3 Marais de Brenet

Un fonctionnement différent semble apparaître au sein du marais de Brenet, avec une structuration des hauteurs d'eau plus diversifiée (voir figure 3.5).

— Les capteurs BRT2, BRT4 et dans une moindre mesure BRT3 ont réagi à ce qui semble être un remplissage initial du tube suite à un effet de drainage des environs proches. L'évapotranspiration a ensuite fait redescendre le niveau.

- BRT1 semble présenter un effet tampon plus important, s'expliquant potentiellement par une localisation légèrement excentrée par rapport au cœur du système humide au contraire des 3 autres.
- Le premier épisode pluvieux notable (09 août 2018 environ 13 L/m^2) conduit à une mise en charge de tous les appareils sauf BRT2, dont le signal restera stable jusqu'à la fin de la chronique disponible.
- Des épisodes pluvieux d'intensité très proche (8 août et 5 septembre) ne conduisent pas à une réaction comparable des niveaux d'eau. Plusieurs facteurs sont certainement à l'origine de ce constat : température atmosphérique et donc évapotranspiration différentes, niveau d'humidité du sol supérieur donc capacité d'absorption d'une pluie plus importante à l'échelle du site, etc.

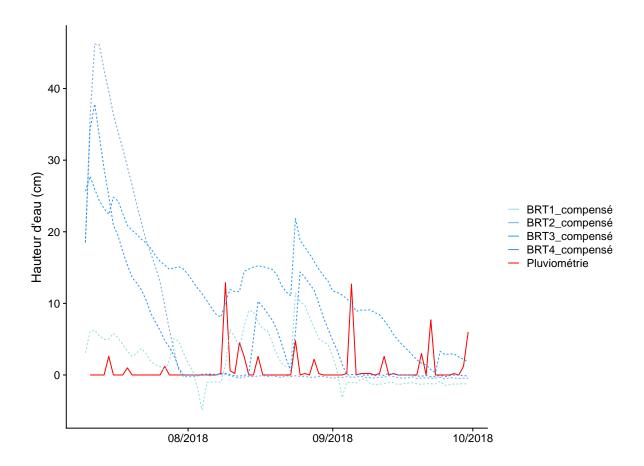


FIGURE 3.5 – Chroniques des mesures de hauteur d'eau réalisées par les 4 piézomètres sur le site du marais de Brenet en rapport aux précipitations à Arinthod (Source : www.terrenet.fr)



4

Synthèse

Les premiers résultats présentés ici font état d'une situation contrastée entre les deux sites d'étude. Leurs caractéristiques de milieux humides semblent présenter un état de conservation assez différent, avec des potentialités qui semblent plus nettes concernant le marais de Brenet.



FIGURE 4.1 – Chroniques des mesures de température de l'eau réalisées par les 12 piézomètres et baromètres sur les sites des marais de Brenet et de Vogna

La figure 4.1 confirme cette hypothèse. On y observe nettement :

- une forte variabilité des températures mesurées par les dispositifs installés au sein du marais de Vogna,
- un effet tampon marqué concernant le site du marais de Brenet.

Une analyse des fréquences et des intensités d'inondation des différents points de mesure sera réalisée lorsque les conditions hydroclimatiques seront plus variées et lorsque l'historique des données sera plus important. Cette approche « statistique » pourra éventuellement être complétée par une analyse spatialisée, mais l'absence de données topographiques fines acquises par télédétection rend ce projet incertain.

Les nouvelles conditions créées à la suite des travaux de restauration projetés permettront certainement d'augmenter la diversité des situations d'ennoyage afin d'offrir une mosaïque de milieux naturels plus importante. La capacité de rétention en eau de ces secteurs devrait également être augmentée, avec pour conséquence un soutien des débits d'étiage dans les zones situées en aval.





Bibliographie

Auguie, Baptiste (2017). gridExtra: Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics.

BIVAND, Roger, Tim Keitt et Barry Rowlingson (2017). Rgdal: Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library.

Dahl, David B. (fév. 2016). Xtable: Export Tables to LaTeX or HTML.

DUNNINGTON, Dewey et Edgar Ruiz (2018). Ggspatial: Spatial Data Framework for Gqplot2.

GILLES, Miek et Marion GUITTENY (jan. 2015). Document d'objectifs Du Site Natura 2000 FR4301334 et FR4312013 « Petite Montagne Du Jura ». Rapp. tech. Arinthod : Communauté de Communes Petite Montagne, p. 161.

GROLEMUND, Garrett et Hadley Wickham (2011). « Dates and Times Made Easy with Lubridate ». In: Journal of Statistical Software 40.3, p. 1-25.

Kahle, David et Hadley Wickham (2013). « Ggmap : Spatial Visualization with Ggplot2 ». In : *The R Journal* 5.1, p. 144-161.

PEBESMA, Edzer (2018). « Simple Features for R : Standardized Support for Spatial Vector Data ». In : $The\ R\ Journal$.

PEBESMA, Edzer, Thomas Mailund et James Hiebert (2016). « Measurement Units in $\{R\}$ ». In : The R Journal 8.2, p. 486-494.

PostGIS (2017).

POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP (oct. 2017). PostgreSQL.

QGIS DEVELOPMENT TEAM (sept. 2018). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation.

R CORE TEAM (mar. 2017). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienne, Autriche.

RSTUDIO TEAM (2017). RStudio: Integrated Development for R. RStudio. RStudio, Inc. Boston, MA.

SLOWIKOWSKI, Kamil (2018). Garepel: Repulsive Text and Label Geoms for 'Gaplot2'.

Wickham, Hadley (2009). *Ggplot2 : Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer New York. isbn : 978-0-387-98140-6.

- (2017). Tidyverse: Easily Install and Load 'Tidyverse' Packages.
- (2018a). Scales: Scale Functions for Visualization.
- (2018b). Stringr: Simple, Consistent Wrappers for Common String Operations.

Wickham, Hadley et Jennifer Bryan (2018). Readxl: Read Excel Files.

Wickham, Hadley et Lionel Henry (2017). Tidyr: Easily Tidy Data with Spread () and Gather () Functions.

- WICKHAM, Hadley et OTHERS (2007). « Reshaping Data with the Reshape Package ». In: Journal of Statistical Software 21.12, p. 1-20.
- (2011). « The Split-Apply-Combine Strategy for Data Analysis ». In: *Journal of Statistical Software* 40.1, p. 1-29.
- Wickham, Hadley et Edgar Ruiz (2018). Dbplyr: A 'dplyr' Back End for Databases.
- WICKHAM, Hadley et al. (2017). Dplyr: A Grammar of Data Manipulation.
- WILKE, Claus O. (2018). Complet: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for 'Ggplot2'.
- XIE, Yihui (2017). Knitr: A General-Purpose Package for Dynamic Report Generation in R.



6

Annexes

.1 Suivi de terrain

Table .1.1 – Suivi de terrain des stations

Station	Date	Heure	Capteur	Valeur	Unité	Action	Fonctionnement
BRT1	2018-10-16	10:06:00	20357983		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
BRT1	2018-07-10	12:05:00	20357983		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
BRT2	2018-10-16	10:10:00	20357977		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
BRT2	2018-07-10	12:30:00	20357977		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
BRT3	2018-10-16	10:17:00	20357978		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
BRT3	2018-07-10	12:50:00	20357978		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
BRT4	2018-10-16	10:20:00	20357975		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
BRT4	2018-07-10	13:20:00	20357975		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
BRTbaro	2018-10-16	10:15:00	20357970		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
BRTbaro	2018-07-10	12:50:00	20357970		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
VOG1	2018-10-16	09:35:00	20357972		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
VOG1	2018-07-10	10:46:00	20357972		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
VOG2	2018-10-16	09:31:00	20357981		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
VOG2	2018-07-10	10:30:00	20357981		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
VOG3	2018-10-16	09:26:00	20357982		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
VOG3	2018-07-10	10:10:00	20357982		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
VOG4	2018-10-16	09:20:00	20357971		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
VOG4	2018-07-10	09:30:00	20357971		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
VOG5	2018-10-16	09:10:00	20357980		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
VOG5	2018-07-10	09:15:00	20357980		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
VOG6	2018-10-16	09:01:00	20357976		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
VOG6	2018-07-10	09:00:00	20357976		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	
VOGbaro	2018-10-16	09:22:00	20357979		$^{\circ}\mathrm{C}$	Relève	Ok
VOGbaro	2018-07-10	09:30:00	20357979		$^{\circ}\mathrm{C}$	Pose	

.2 Atlas des stations de suivi

Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: VOG6 Ordre tournée : 1

Code MO: VOG6

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel

Télétransmission : non

XL93:899119 YL93:6592185

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :





Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: VOG5 Ordre tournée : 2

Code MO: VOG5

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:899153 YL93:6592230

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :







Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: VOG4 Ordre tournée : 3

Code MO: VOG4

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:899178 YL93:6592267

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :







Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: VOGbaro Ordre tournée : 4

Code MO: VOGbaro

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

Carte IGN n°3227OT

XL93:899174 YL93:6592269



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :

À côté de VOG4







Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: VOG3 Ordre tournée : 5

Code MO: VOG3

Code SIE: Fonctionnement: en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:899064 YL93:6592374

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :







Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: VOG2 Ordre tournée : 6

Code MO: VOG2

Code SIE: Fonctionnement: en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:899032 YL93:6592468

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :







Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: VOG1 Ordre tournée : 7

Code MO: VOG1

Code SIE: Fonctionnement: en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:898984 YL93:6592541

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :







Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: BRT1 Ordre tournée: 8

Code MO : BRT1

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel

Télétransmission : non

XL93:899792 YL93:6591067

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :





Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: BRT2 Ordre tournée: 9

Code MO: BRT2

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:899766 YL93:6590914

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :





Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: BRTbaro Ordre tournée : 10

Code MO: BRTbaro

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:899761 YL93:6590801

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :

Dans bourdaine à côté de BRT3







Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: BRT3 Ordre tournée : 11

Code MO: BRT3

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel

Télétransmission : non

XL93:899751 YL93:6590809

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

Ancrage:

Détails de positionnement :





Commune : 39016 Opérateur : CCPM_N2000

Code RHJ: BRT4 Ordre tournée : 12

Code MO: BRT4

Code SIE: Fonctionnement : en cours

Réseau : opérationnel Télétransmission : non

XL93:899756 YL93:6590729

Carte IGN n°3227OT



Rive : Non concerné

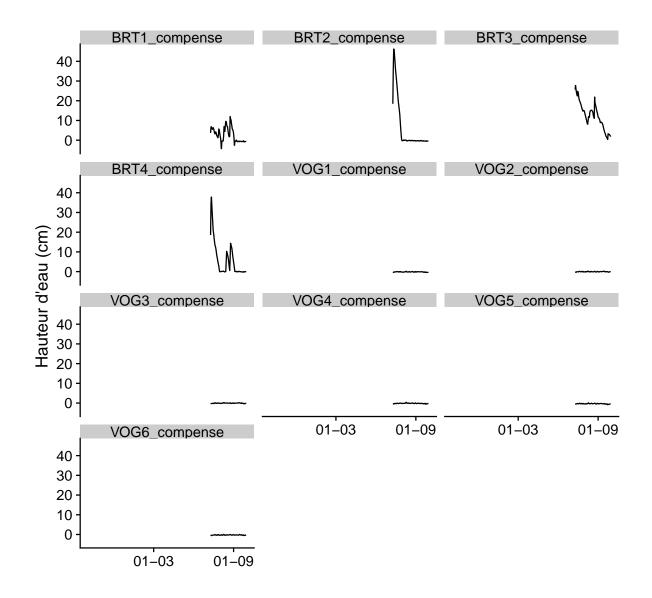
Ancrage:

Détails de positionnement :





.3 Vues individuelles des niveaux





.4 Paramètres statistiques calculés

.5 Informations techniques

```
## - Session info ----
   setting value
##
   version R version 3.5.1 (2018-07-02)
##
   os macOS Sierra 10.12.6
   system x86_64, darwin15.6.0
##
##
   ui X11
   language (EN)
##
##
   collate fr_FR.UTF-8
##
   ctype fr FR.UTF-8
   tz Europe/Paris
##
##
   date
          2018-11-13
##
## - Packages -----
   package
              * version date
##
                                 lib source
##
   abind
                       2016-07-21 [1] CRAN (R 3.5.0)
               1.4-5
##
   aquatools * 0.0.73 2018-11-12 [1] local
   assertthat 0.2.0 2017-04-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
##
   backports
               1.1.2 2017-12-13 [1] CRAN (R 3.5.0)
               0.1-3 2015-07-28 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   base64enc
   bindr
               0.1.1 2018-03-13 [1] CRAN (R 3.5.0)
             * 0.2.2 2018-03-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   bindrcpp
##
               1.1-14 2018-05-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
   bit
               0.9-7 2017-05-08 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   bit64
##
   blob
               1.1.1 2018-03-25 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   broom
               0.5.0 2018-07-17 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   callr
                3.0.0 2018-08-24 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   car
               3.0-2 2018-08-23 [1] CRAN (R 3.5.0)
   carData
##
               3.0-2
                       2018-09-30 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
               1.1.0 2016-07-27 [1] CRAN (R 3.5.0)
   cellranger
##
   class
                7.3-14 2015-08-30 [1] CRAN (R 3.5.1)
##
   classInt
               0.2-3
                       2018-04-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   cli
               1.0.1
                       2018-09-25 [1] CRAN (R 3.5.0)
               0.2-15 2016-10-05 [1] CRAN (R 3.5.1)
##
   codetools
##
   colorspace 1.3-2 2016-12-14 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   crayon
               1.3.4
                       2017-09-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   curl
               3.2
                       2018-03-28 [1] CRAN (R 3.5.0)
   data.table 1.11.8 2018-09-30 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
##
   DBI
                1.0.0 2018-05-02 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   dbplyr
               1.2.2
                       2018-07-25 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   debugme
                1.1.0 2017-10-22 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   desc
                1.2.0 2018-05-01 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   devtools
               2.0.1 2018-10-26 [1] CRAN (R 3.5.1)
##
   digest
              0.6.18 2018-10-10 [1] CRAN (R 3.5.0)
```

Chapitre 6:Annexes

```
##
    dplyr
                * 0.7.8
                           2018-11-10 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                  1.7-0
                           2018-07-28 [1] CRAN (R 3.5.0)
    e1071
##
    evaluate
                  0.12
                           2018-10-09 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                * 0.3.0
                           2018-02-19 [1] CRAN (R 3.5.0)
    forcats
##
    foreign
                  0.8-71
                           2018-07-20 [1] CRAN (R 3.5.0)
                           2018-08-23 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    fs
                  1.2.6
##
    FSA
                  0.8.21
                           2018-11-03 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                  1.5-7
                           2017-11-05 [1] CRAN (R 3.5.0)
    geosphere
##
                * 2.6.1
                           2016-01-23 [1] CRAN (R 3.5.0)
    ggmap
##
                           2018-10-25 [1] CRAN (R 3.5.0)
    ggplot2
                * 3.1.0
##
    ggrepel
                * 0.8.0
                           2018-05-09 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    glue
                  1.3.0
                           2018-07-17 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                           2017-09-09 [1] CRAN (R 3.5.0)
    gridExtra
                * 2.3
##
    gtable
                  0.2.0
                           2016-02-26 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    haven
                  1.1.2
                           2018-06-27 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    highr
                  0.7
                           2018-06-09 [1] CRAN (R 3.5.0)
                           2018-03-10 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    hms
                  0.4.2
##
    httr
                  1.3.1
                           2017-08-20 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    jpeg
                  0.1-8
                           2014-01-23 [1] CRAN (R 3.5.0)
    jsonlite
##
                  1.5
                           2017-06-01 [1] CRAN (R 3.5.0)
                           2018-07-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                  1.1.0
   keyring
##
   knitr
                * 1.20
                           2018-02-20 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                  0.20-38 2018-11-04 [1] CRAN (R 3.5.0)
    lattice
##
                           2017-10-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
    lazyeval
                  0.2.1
##
    lubridate
                * 1.7.4
                           2018-04-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    magrittr
                  1.5
                           2014-11-22 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    mapproj
                  1.2.6
                           2018-03-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    maps
                  3.3.0
                           2018-04-03 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                           2017-04-21 [1] CRAN (R 3.5.0)
    memoise
                  1.1.0
##
                  0.1.2
                           2018-05-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
    modelr
##
    munsell
                  0.5.0
                           2018-06-12 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    nlme
                  3.1-137 2018-04-07 [1] CRAN (R 3.5.1)
##
    openxlsx
                  4.1.0
                           2018-05-26 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    pillar
                  1.3.0
                           2018-07-14 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    pkgbuild
                  1.0.2
                           2018-10-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    pkgconfig
                  2.0.2
                           2018-08-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                  1.0.2
                           2018-10-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
    pkgload
##
    plyr
                           2016-06-08 [1] CRAN (R 3.5.0)
                  1.8.4
##
    png
                  0.1 - 7
                           2013-12-03 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    prettyunits
                  1.0.2
                           2015-07-13 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    processx
                  3.2.0
                           2018-08-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                  1.0.0
                           2016-10-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
    proto
##
                  1.2.1
                           2018-11-06 [1] CRAN (R 3.5.0)
    ps
                * 0.2.5
                           2018-05-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    purrr
##
                  2.3.0
    R6
                           2018-10-04 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                  1.0.0
                           2018-11-07 [1] CRAN (R 3.5.1)
    Rcpp
##
    RcppRoll
                  0.3.0
                           2018-06-05 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
    readr
                * 1.1.1
                           2017-05-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
```



```
##
   readxl
                 1.1.0
                         2018-04-20 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
                 2.0.2
                         2018-10-30 [1] CRAN (R 3.5.0)
   remotes
##
   reshape2
               * 1.4.3
                         2017-12-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   rgdal
                 1.3-6
                         2018-10-16 [1] CRAN (R 3.5.0)
   rgeoapi
##
                 1.1.0
                         2018-06-13 [1] Github (ColinFay/rgeoapi@d4ff3b4)
##
   RgoogleMaps
                 1.4.3
                         2018-11-07 [1] CRAN (R 3.5.1)
##
                 0.5.10 2018-03-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   rJava
                 0.9-10 2018-05-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   rjson
                 0.2.20 2018-06-08 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   rlang
                 0.3.0.1 2018-10-25 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   RPostgreSQL
                 0.6-2
                         2017-06-24 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   rprojroot
                 1.3-2
                         2018-01-03 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   RSQLite
                 2.1.1
                         2018-05-06 [1] CRAN (R 3.5.0)
   rstudioapi
##
                 0.8
                         2018-10-02 [1] CRAN (R 3.5.0)
                 0.3.2
##
   rvest
                         2016-06-17 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   scales
               * 1.0.0 2018-08-09 [1] CRAN (R 3.5.0)
                        2018-11-05 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   sessioninfo 1.1.1
##
   sf
               * 0.7-1
                         2018-10-24 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   sp
                1.3-1
                         2018-06-05 [1] CRAN (R 3.5.0)
                 0.2.9.4 2018-09-15 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   spData
##
   stringi
                1.2.4
                         2018-07-20 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
               * 1.3.1
                         2018-05-10 [1] CRAN (R 3.5.0)
   stringr
##
   testthat
                 2.0.1
                         2018-10-13 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   tibble
               * 1.4.2
                         2018-01-22 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   tidyr
               * 0.8.2
                         2018-10-28 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   tidyselect
                 0.2.5
                         2018-10-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
               * 1.2.1
##
   tidyverse
                         2017-11-14 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   units
                 0.6-1 2018-09-21 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   usethis
                 1.4.0
                         2018-08-14 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   withr
                 2.1.2
                        2018-03-15 [1] CRAN (R 3.5.0)
                 0.6.1
##
   xlsx
                        2018-06-11 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   xlsxjars
                0.6.1
                        2014-08-22 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   xm12
                1.2.0
                         2018-01-24 [1] CRAN (R 3.5.0)
   xtable
##
               * 1.8-3
                         2018-08-29 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
   zip
                 1.0.0
                        2017-04-25 [1] CRAN (R 3.5.0)
##
## [1] /Library/Frameworks/R.framework/Versions/3.5/Resources/library
```

