

Référence : NT_BDX-2022-015

Pessac, le 06 avril 2022

Rédacteurs : O. Douez, J. Barrière

Projet de référence : AP21BDX015

Diffusion externe validée par le responsable : oui non

Nom et fonction du responsable : Nicolas Pédrón, directeur régional du BRGM Nouvelle-Aquitaine

Le Directeur Régional
du BRGM Nouvelle-Aquitaine

Nicolas PÉDRON

Visa :

Liste de diffusion : COTEC OCNA, CAPB, DDTM64

Note de l'Observatoire de la côte de Nouvelle-Aquitaine

Analyse des suivis piézométriques sur la côte basque, au cours de l'année 2021

Préambule

La présente note fait le bilan des suivis piézométriques continus, réalisés sur la côte basque au cours de l'année 2021. Ce document vient en complément du bilan de l'année 2020 ([NT_BDX-2021-007](#) ; Garnier *et al.*, 2021) et de la note intermédiaire proposant l'analyse des données jusqu'à juin 2021 ([NT_BDX-2022-014](#) ; Douez et Barrière, 2022).

Pour rappel, le suivi des niveaux de nappes sur le littoral basque fait notamment suite aux travaux de recherche menés par M. Peter-Borie (2008). Cette dernière avait mis en évidence que les circulations hydrauliques, à travers les formations géologiques du littoral basque, étaient un des principaux facteurs d'instabilité des terrains et donc des phénomènes d'érosion sur ce territoire (Grabensstaetter *et al.*, 2013). De ce fait, un suivi piézométrique ponctuel avait été mis en œuvre dès 2008 dans différents ouvrages, afin d'essayer de mieux comprendre le rôle des eaux souterraines dans le déclenchement de mouvements de terrain.

Par la suite, plusieurs ouvrages ont été abandonnés pour différentes raisons (ouvrages secs, problèmes d'accessibilité, etc.) au cours des années. En 2019, afin d'optimiser ce suivi, un état des lieux a été réalisé, qui a abouti à réorganiser le protocole de mesures. Certains ouvrages, non pertinents, ont été abandonnés et un suivi plus fin dans quelques ouvrages (jugés plus représentatifs au regard des valeurs mesurées, de leur localisation, etc.) a été décidé. Actuellement, 5 ouvrages (Figure 1) sont donc suivis en continu (pas de temps horaire) depuis octobre 2019, avec la mise en place de capteurs/enregistreurs :

Véritable réseau d'experts au service du littoral, l'Observatoire de la côte de Nouvelle-Aquitaine est chargé de suivre l'érosion et la submersion sur le littoral régional. Le BRGM et l'ONF sont les porteurs techniques du projet, financé par l'Europe (FEDER), l'État, la Région Nouvelle-Aquitaine, les départements de la Gironde, des Landes, des Pyrénées-Atlantiques, le Syndicat intercommunal du bassin d'Arcachon (SIBA), le BRGM et l'ONF.

- Saint-Jean-de-Luz / Sainte Barbe - P204 - n°BSS : BSS002HLXP (10016X0110/P204) - Horizon karstifié du flysch ;
- Saint-Jean-de-Luz / Sainte Barbe - P192 - n°BSS : BSS002HLXJ (10016X0105/P192) - Horizon karstifié du flysch ;
- Saint-Jean-de-Luz / Erromardie - P191 - n°BSS : BSS002HLXH (10016X0104/P191) - Altérites ;
- Saint-Jean-de-Luz / Lavoir - B51 - n°BSS : BSS002HLWY (10016X0091/B51) - Alluvions/Horizon karstifié du flysch ;
- Guéthary / la Muserie - P153 - n°BSS : BSS002HMDT (10017X0167/P153) - Horizon karstifié du flysch.



Figure 1 - Localisation des ouvrages retenus pour le suivi piézométrique, à partir de 2019 (fond de carte : Google Earth)

Météorologie

Concernant les données météorologiques, celles-ci ont été récupérées jusqu'à décembre 2021. Comme précisé dans la note (NT_BDX-2022-014), la fin de l'automne 2020 et le début de l'hiver 2020-2021 ont été des périodes très pluvieuses avec un mois de décembre 2020 atteignant environ 450 mm (ce qui représente environ 1/3 des précipitations pour une année moyenne) (Figure 2 et Figure 3).

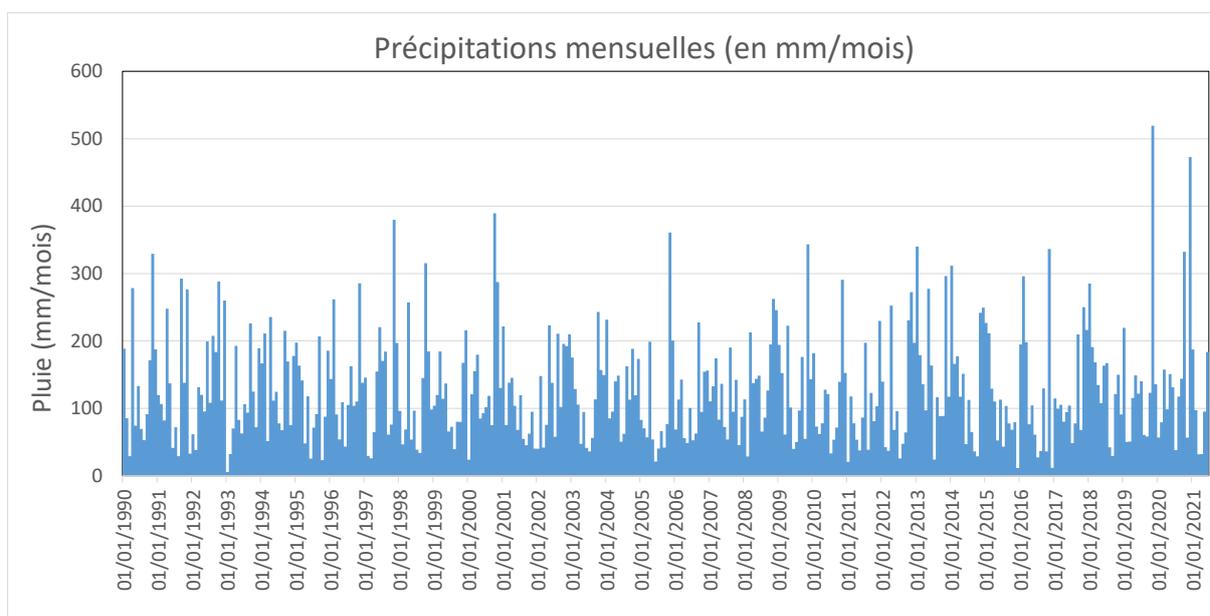


Figure 2 - Précipitations mensuelles (mm/an) pour la période 1999-2021 - Ciboure-Socoa (données Météo-France)

De mars à mai 2021, les précipitations ont été très faibles, avec moins de la moitié des précipitations par rapport à la normale pour cette période (Figure 3 et Figure 4). Le mois de juin 2021 a connu des précipitations assez excédentaires par rapport à la normale (+100 %). Au cours de l'été 2021, les précipitations ont été globalement moyennes. Enfin, en fin d'année 2021, les hauteurs précipitées ont été excédentaires par rapport à la normale que ce soit en novembre ou décembre, de l'ordre de +70 % et +50 % environ respectivement (Figure 3 et Figure 4).

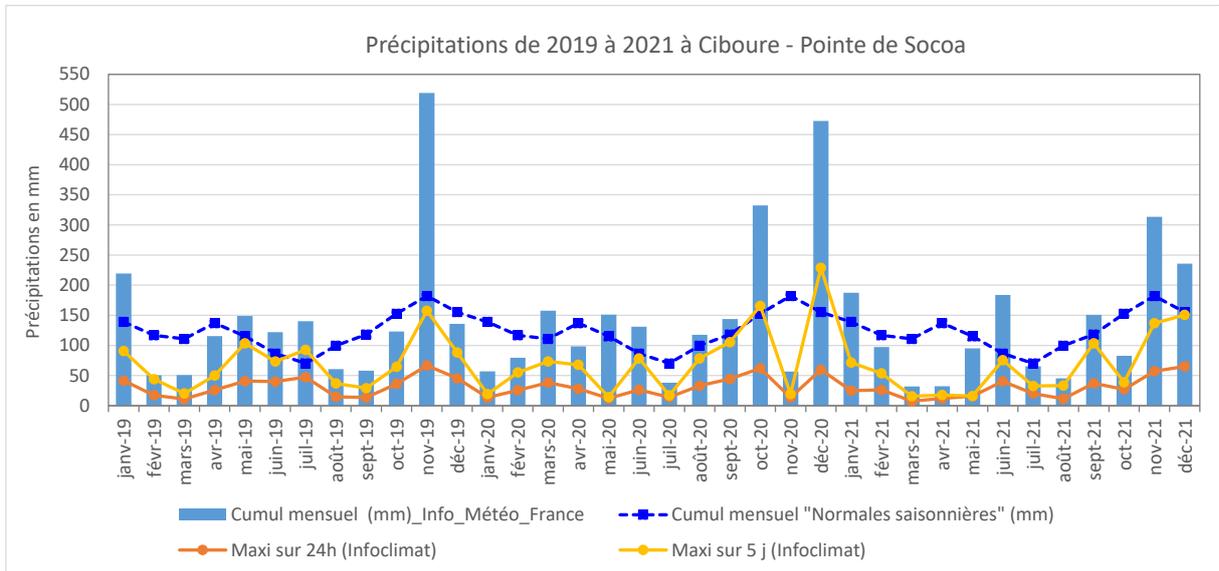


Figure 3 - Précipitations de janvier 2019 à décembre 2021 - Ciboure-Socoo (données Météo-France et Info-Climat)

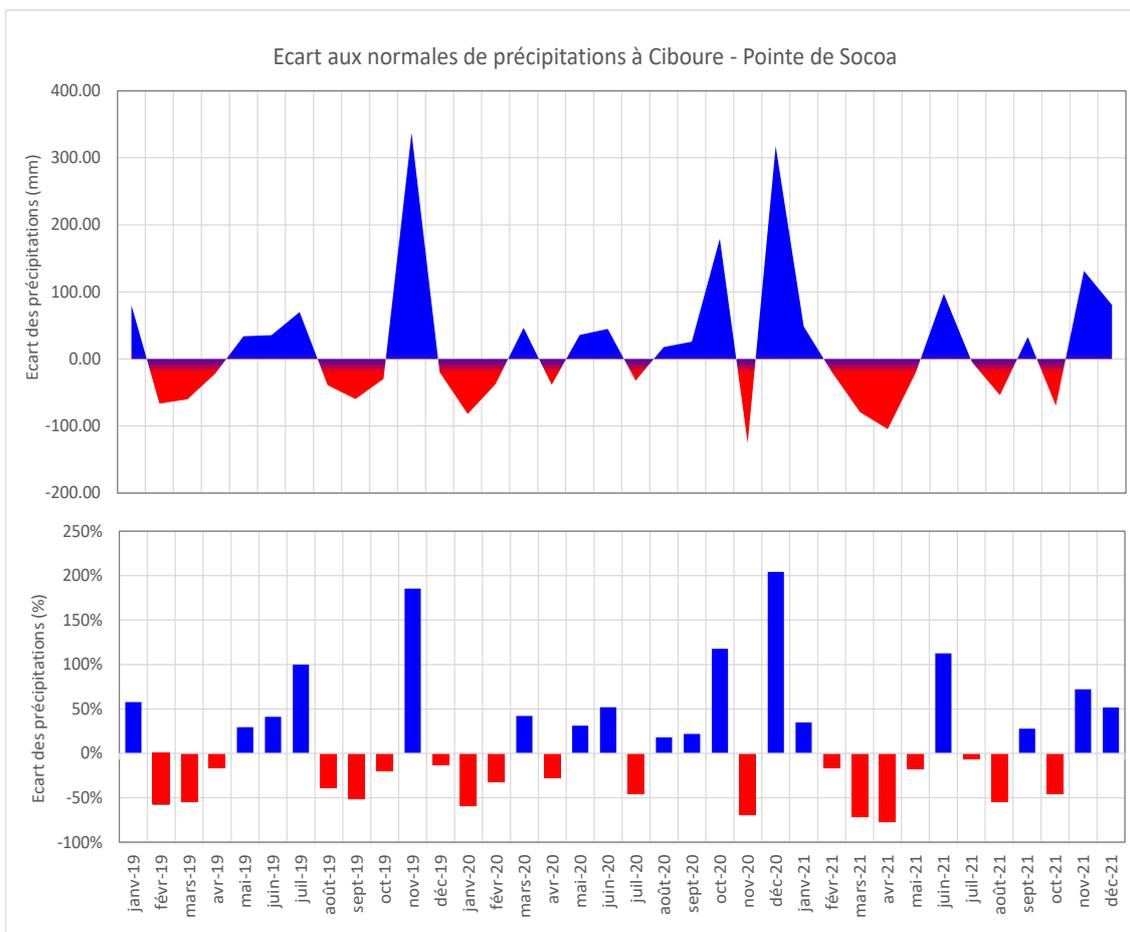


Figure 4 - Ecart des précipitations mensuelles par rapport aux normales, en mm et en % - Ciboure-Socoo (données Météo-France)

En ce qui concerne l'année hydrologique 2020-2021 (qui s'étend d'octobre 2020 à septembre 2021), le total des précipitations s'élève à environ 1 750 mm et est quasi-identique à la précédente année hydrologique (2019-2020). Au cours des 31 dernières années hydrologiques (1991-2021), celle de 2020-2021 se place dans les 6 premières années les plus humides (Figure 5).

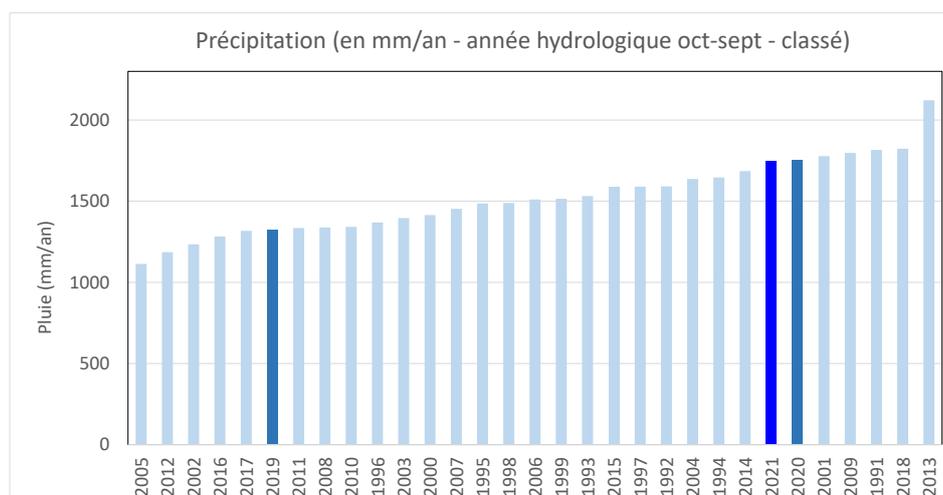


Figure 5 - Précipitations classées par année hydrologique (mm/an) entre 1991 et 2021 - Ciboure-Socoo (données Météo-France)

Piézométrie

Les données de 2021, pour l'ensemble des piézomètres, ont pu être acquises en totalité (pas de lacune de mesure). A noter que le piézomètre de Guéthary, du fait du recul du sommet de falaise de plusieurs mètres, lié au glissement de terrain survenu le 11/12/2021, se localise maintenant à environ 3 mètres de la tête de falaise (Figure 6).



Figure 6 - Photos de l'ouvrage de Guéthary / la Muserie - P153 (BSS002HMDT) datées du 22/01/2022

Afin de mieux étudier l'évolution des niveaux de nappes, les données piézométriques (d'octobre 2020 à décembre 2021) ont ici, et contrairement aux analyses disponibles dans les précédentes notes, été comparées avec des pluies efficaces calculées à partir des hauteurs d'eau précipitées (données Météo-France) et de l'ETP (évapotranspiration potentielle - données Météo-France) journalières et en fonction d'une réserve utile¹ (RU) faible, égale à 25 mm. La pluie efficace ainsi définie est calculée à partir d'un bilan classique :

$$Pe_{ff} = P - ETP - [\Delta s]$$

avec :

Pe_{ff} : pluie efficace (= ruissellement + infiltration en profondeur),

P : précipitations,

ETP : évapotranspiration potentielle,

$[\Delta s]$: variation du stock d'eau dans le sol durant le pas de temps qui dépend elle-même de la RU, « réserve utile » ou capacité maximale en eau du sol.

La prise en compte des pluies efficaces permet de mieux rendre compte des variations des chroniques piézométriques par rapport au climat, que ce soit lors des périodes de recharge ou de vidange. Ainsi, le graphique présenté en Figure 7 montre la réponse rapide des nappes aux pluies efficaces avec les remontées déjà décrites, en fin d'année 2020 et pendant le premier semestre 2021, dans la précédente note (Douez et Barrière, 2022). Au début de juin et mi-juillet 2021, les piézomètres présentent, à l'exception de celui de Saint-Jean-de-Luz - P204 (BSS002HLXP et dont le fonctionnement pose question², cf. Garnier *et al.*, 2021), des remontées des niveaux piézométriques (Figure 7 et Figure 8). A noter que pour

¹ La RU est la quantité d'eau maximale que le sol peut contenir, mobilisable par les plantes. C'est un paramètre pédologique liée à la texture du sol - composition (argiles, limons et sables) et son épaisseur. Dans les modèles hydrodynamiques, ce peut être un paramètre de calage.

² Questions posées en 2020 : horizon capté dans le flysch peu aquifère et donc peu transmissif ? Niveau mesuré proche du fond l'ouvrage ? Les données supplémentaires acquises semblent montrer une rupture de pente sur la chronique du fait, vraisemblablement, que les formations captées présentent une superposition de 2 faciès géologiques dont les caractéristiques hydrodynamiques sont différentes vers +14,10 m NGF (tracé vert sur le graphique de la Figure 8).

ce piézomètre, la prise en compte d'une réserve utile de 250 mm permet d'avoir une meilleure « corrélation » avec les remontées des niveaux piézométriques. Il faut attendre ensuite fin septembre, puis début novembre 2021, et enfin le mois de décembre 2021 pour retrouver des précipitations plus importantes qui permettent, en sortie de la période d'étiage, de faire remonter les niveaux des nappes suivies (pour le piézomètre de Saint-Jean-de-Luz (BSS002HLXP) et à la fin de l'année, la première remontée n'est visible qu'en décembre). Ces périodes de recharge sont entrecoupées, en l'absence de pluies efficaces, de phases de vidange plus ou moins importantes (mars à mai et de mi-juillet à septembre 2021). Les dynamiques de ces vidanges sont différentes entre chaque ouvrage et en fonction des paramètres hydrodynamiques des différents réservoirs locaux suivis.

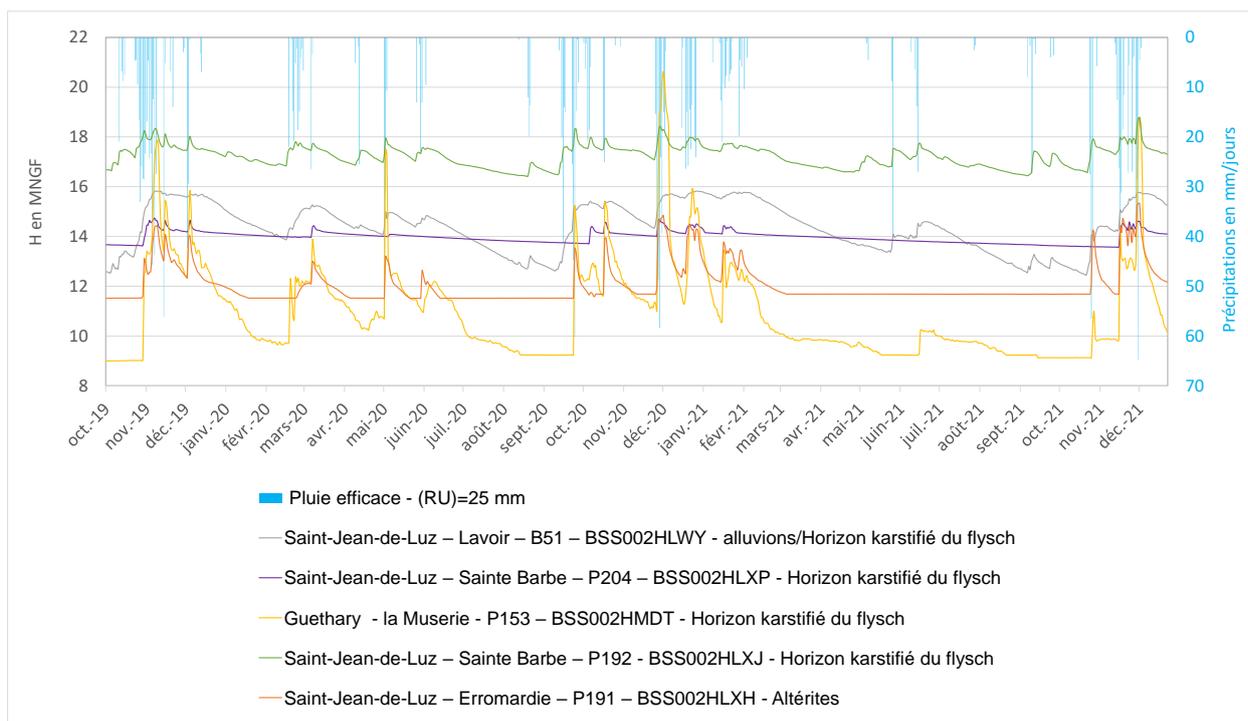


Figure 7 - Pluies efficaces et chroniques piézométriques observées dans les différents ouvrages suivis

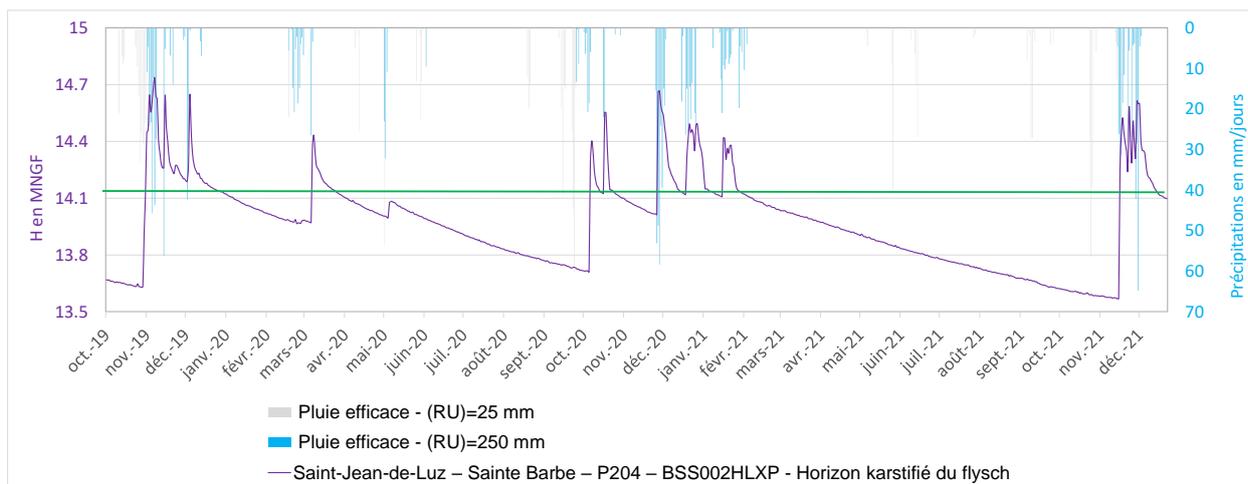


Figure 8 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage P204 de Saint-Jean-de-Luz / Sainte Barbe (BSS002HLXP) et pluies efficaces

L'ouvrage BSS002HLXJ (P192 - +33 m NGF - 17,79 m de profondeur), qui « capte » les flyschs, présente une chronique (Figure 9) assez différente du piézomètre BSS002HLXP (P204 - +27,5 m NGF - 14,3 m de profondeur), localisé à environ 100 m et dans le même type de formation (Figure 8). Ainsi, le premier

piézomètre, qui présente un battement de nappe de l'ordre de 2 mètres, réagit très rapidement aux précipitations avec des pics observés entre mai et juillet, contrairement au second piézomètre (BSS002HLXP), dont le battement est plutôt de l'ordre du mètre. L'analyse un peu plus fine de la chronique piézométrique de l'ouvrage BSS002HLXJ semble montrer également une ou deux ruptures de pente qui pourrai(en)t être liée(s) à des faciès captés distincts et dont les caractéristiques hydrodynamiques sont différentes (cf. Figure 9, ces ruptures de pente s'établissent à environ +17,50 m NGF et +16,90 m NGF et sont représentées par les droites horizontales violettes sur le graphique).

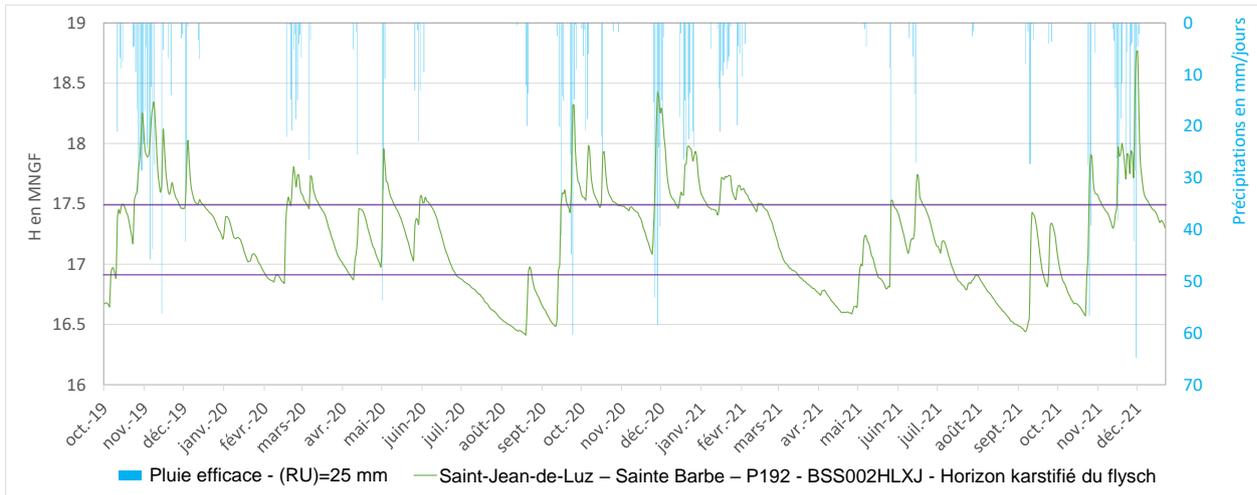


Figure 9 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage de Sainte Barbe - P192 (Saint-Jean-de-Luz, BSS002HLXJ) et pluies efficaces ; les traits horizontaux violets indiquent des ruptures de pentes dans la chronique piézométrique à environ +17,5 m NGF et +16,9 m NGF

La question des infiltrations dans l'ouvrage P153 de Guéthary (BSS002HMDT) se pose toujours au regard de la dynamique des remontées très rapides et surtout des baisses symétriques aussi rapides (Figure 10). La chronique complétée sur les 6 derniers mois de 2021 permet de suivre les basses eaux (décrochage de la nappe à une cote d'environ +9 m NGF - trait rouge), mais également quelques paliers déjà constatés (traits violets), en particulier celui autour de +10 m NGF qui pourrait correspondre, comme indiqué dans la précédente note, à des changements de faciès visibles sur la coupe technique (argiles à débris de silex à argile à petits silex).

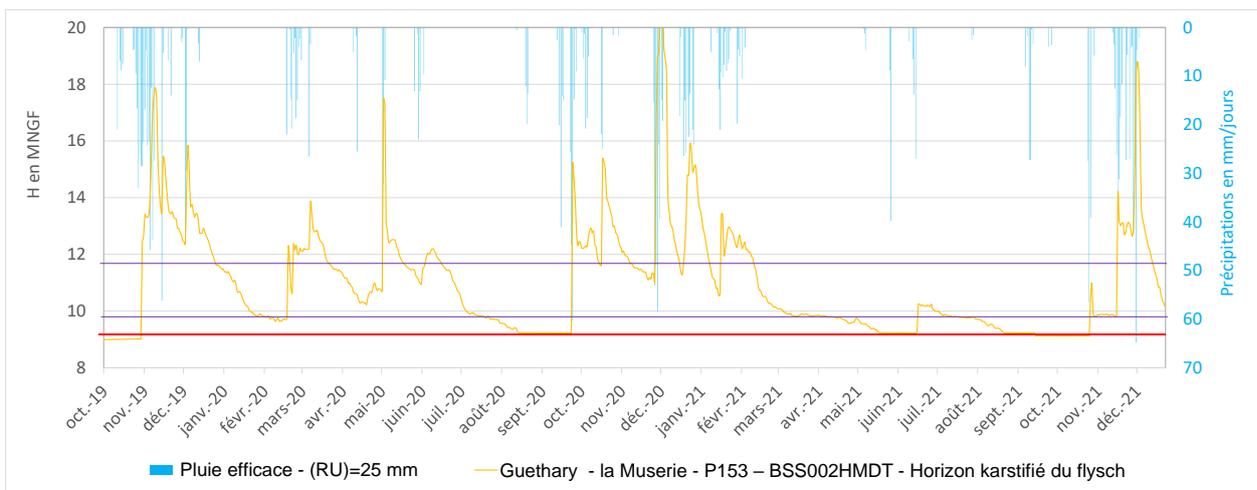


Figure 10 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage P153 de la Muserie, à Guéthary (BSS002HMDT) et pluies efficaces ; le trait rouge horizontal indique le décrochage du suivi à une cote d'environ +9 m NGF ; les traits violets indiquent deux ruptures de pentes autour de +11,5 m NGF et autour de +10 m NGF

Toujours dans ce piézomètre, les précipitations autour du 07 au 10/12/2021 ont fait rapidement remonter les niveaux piézométriques (charges supérieures à +18 m NGF du 09 au 11/12/2021). Cette remontée (Figure 11) coïncide avec le mouvement de terrain observé le 11/12/2021 au droit de l'ouvrage, en partie ouest de la falaise d'Harotzen Costa. En ce qui concerne la baisse piézométrique qui a suivi, celle-ci est relativement conforme à ce qui a déjà été constaté dans ce piézomètre, à l'arrêt des précipitations. Toutefois, l'analyse de la chronique s'arrête ici au 31/12/2021.

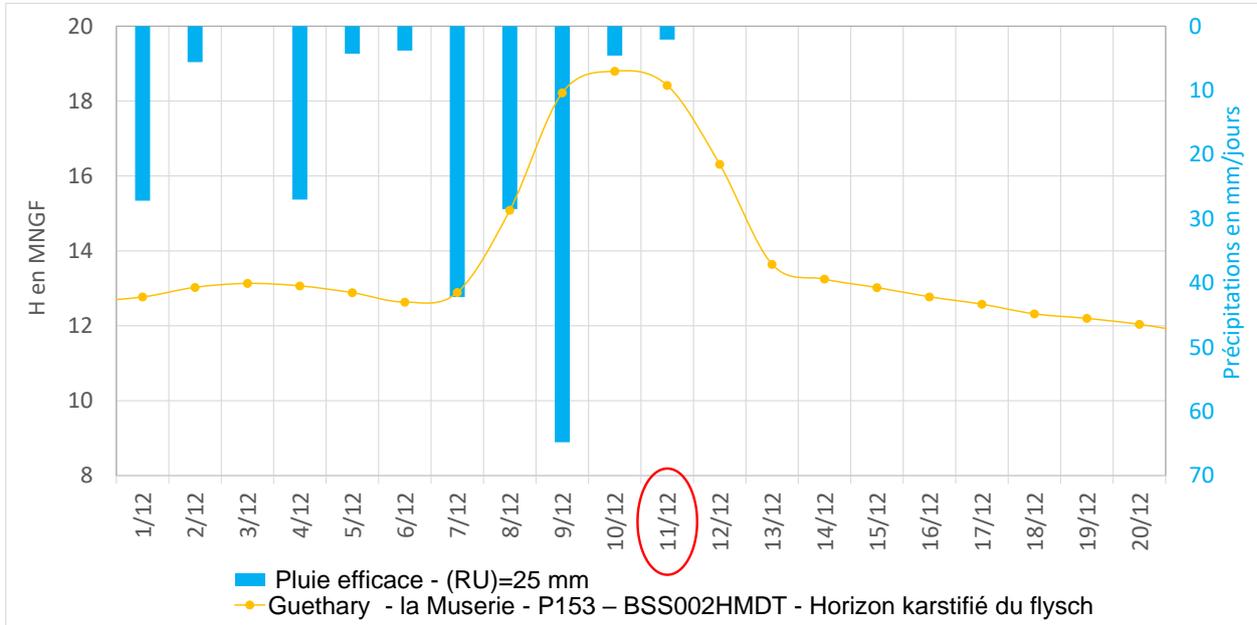


Figure 11 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage P153 de la Muserie, à Guéthary (BSS002HMDT) et pluies efficaces (zoom du 01/12/2021 au 20/12/2021)

Dans l'ouvrage P191 de Saint-Jean-de-Luz / Erromardie (BSS002HLXH), qui présente des décrochages piézométriques à une cote de +11,7 m NGF, aucune donnée n'est disponible entre mi-mars 2021 et début novembre 2021 (Figure 12), du fait du dénoyage du capteur positionné en fond d'ouvrage.

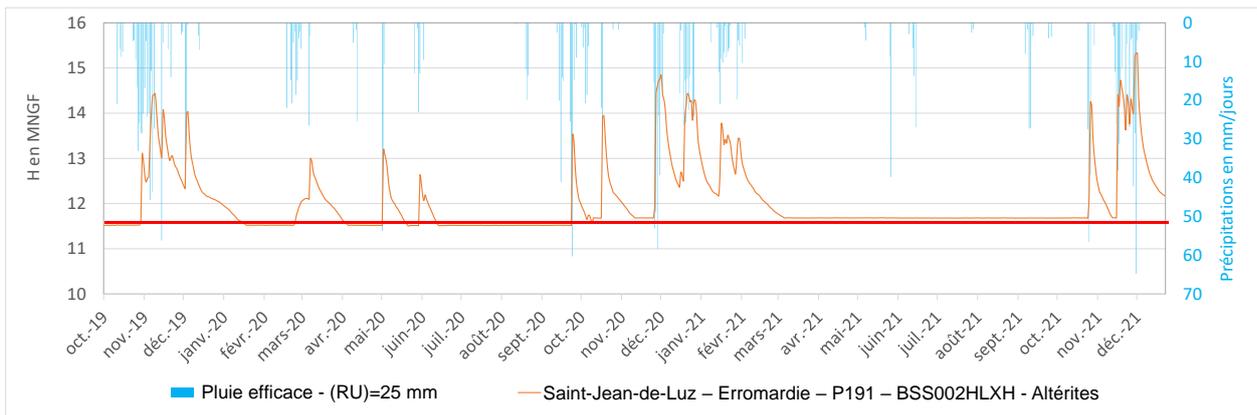


Figure 12 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage P191 de Erromardie, à Saint-Jean-de-Luz (BSS002HLXH) et pluies efficaces ; le trait rouge horizontal indique un décrochage du suivi à environ +11,7 m NGF

Enfin, la Figure 13 présente la chronique de l'ouvrage B51 du Lavoir (BSS002HLWY), le plus éloigné de la côte, qui n'amène pas de questionnement particulier si ce n'est ceux déjà indiqués dans les précédentes notes (Garnier *et al.*, 2021 ; Douez et Barrière, 2022) : dynamique de vidange atypique présentant des baisses linéaires du niveau de la nappe liée éventuellement aux formations alluvionnaires argileuses et sableuses dans lesquelles l'ouvrage est développé.

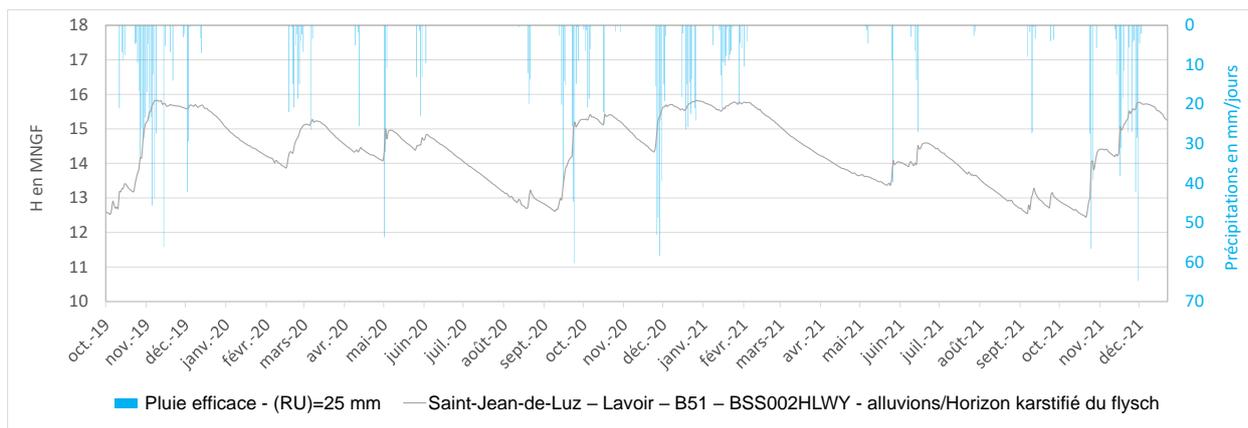


Figure 13 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage B51 de Saint-Jean-de-Luz / Lavoir (BSS002HMDT) et pluies efficaces

Recommandations

En ce qui concerne le piézomètre P204 - Sainte Barbe (BSS002HLXP - 10016X0110/P204), qui capte l'horizon karstifié du flysch, localisé sur la commune de Saint-Jean-de-Luz, il convient, comme indiqué dans les précédentes notes (Garnier *et al.*, 2020 ; Douez et Barrière, 2022), de procéder à des tests hydrauliques (l'essai par injection d'eau semble le plus approprié dans ce contexte) pour mieux comprendre et caractériser le comportement de cet ouvrage. Ces tests pourront être réalisés dans le cadre d'une future action de l'Observatoire, en fonction des priorités de la programmation annuelle.

Pour le piézomètre P153 de la Muserie (BSS002HMDT - 10017X0167/P153), qui capte l'horizon karstifié du flysch, localisé sur la commune de Guéthary, il était également recommandé de pratiquer ce type de tests. Toutefois, à la vue du récent désordre, la question du devenir du suivi de cet ouvrage se pose, en particulier pour des questions de sécurité, compte-tenu du risque de nouvelles instabilités à plus ou moins court terme pouvant entraîner un nouveau recul du sommet de falaise, voire la perte du piézomètre.

Bibliographie

Garnier C., Barrière J., Douez O. et Bourbon P. (2021). Note OCA « Résultats du suivi hydrogéologique, réalisé sur la Côte Basque, en 2020 ». Observatoire de la Côte Aquitaine, note [NT_BDX-2021-007](#)

Douez O. et Barrière J., 2022. « Note de l'Observatoire de la côte de Nouvelle-Aquitaine. Suivis piézométriques sur la côte basque – période d'octobre 2019 à juin 2021 ». OCNA, note [NT_BDX-2022-014](#)

Grabenstaetter L. avec la collaboration de Garnier C. et Hoareau A. (2013). Suivi hydrogéologique et géotechnique de la côte rocheuse basque - Bilan des campagnes menées entre 2008 et 2013. Observatoire de la Côte Aquitaine ; rapport BRGM/RP-62899-FR

Peter-Borie M. (2008). Les massifs rocheux du Crétacé supérieur du Labourd occidental : processus d'altération et instabilités littorales. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1