

Référence : NT_BDX-2022-014

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, pour la période comprise entre octobre 2019 et juin 2021

Préambule

Les travaux de recherche menés par M. Peter-Borie dans le cadre sa thèse (Peter-Borie, 2008) ont mis en évidence que les circulations hydrauliques, à travers les formations géologiques du littoral basque, étaient l'un des principaux facteurs d'instabilité des terrains et donc des phénomènes d'érosion sur ce territoire (Grabenstaetter *et al.*, 2013). Ainsi, afin de mieux appréhender le rôle de ces eaux souterraines dans le déclenchement de ces mouvements de terrain, un réseau de suivi piézométrique a été mis en place en 2008, sur la côte basque, en complément d'autres instrumentations et de suivis ponctuels ou continus. La plupart des ouvrages de suivi ont été sélectionnés parmi des forages existants.

Les forages instrumentés traversent des altérites argilo-silteuses ou des horizons karstifiés ; ces faciès sont issus d'une même roche mère : les flyschs marno-calcaires de Socoa et flyschs à silex de Guéthary, datés du Crétacé supérieur, mais qui présentent des degrés variables d'altération (Peter-Borie *et al.*, 2009). Du fait de ce contexte très spécifique, et de la disparité des connaissances sur l'antériorité des ouvrages équipés, les paramètres hydrogéologiques ne sont pas connus (extensions des formations aquifères, caractéristiques hydrodynamiques...).

En 2008, le suivi mis en place était mensuel, mais cette fréquence a par la suite été abandonnée au profit d'un suivi bimestriel. Ce suivi a montré rapidement que certains ouvrages étaient « secs » en continu ou bien lors de certaines périodes de l'année. Ainsi, quelques ouvrages ont été abandonnés du fait de cette situation, mais également pour des problématiques d'accessibilité.

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.

En 2019, un état des lieux du réseau de piézomètres encore suivis a été mené dans le but d'ajuster et d'affiner le suivi, et par-là même optimiser l'acquisition d'informations pertinentes. Cette réorganisation du suivi a consisté d'une part à retirer certains ouvrages inadaptés à l'objectif fixé, et en parallèle à augmenter la fréquence de ce suivi par l'acquisition et la mise en place de capteurs avec enregistrement en continu (pas de temps horaire) des niveaux d'eau dans les ouvrages. Cinq ouvrages ont donc finalement été équipés (Figure 1) :

- 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 suivis à partir de 2019 (fond de carte : Google Earth)

Ces capteurs ont été mis en service le 10/10/2019 (cf. note OCNA [NT_BDX-2021-007](#)). Les données sont récupérées régulièrement sur le terrain ; les chroniques traitées dans la présente note s'étendent sur la période du 10/10/2019 jusqu'au 25/06/2021.

Météorologie

Les données de la station Ciboure-Socoa de Météo-France sont utilisées comme données météorologiques de référence (Figure 2). En ce qui concerne la pluviométrie, les données 2021 étant traitées jusqu'à juin 2021, le bilan de l'année hydrologique (octobre 2020 - sept. 2021) ne peut être évalué. Toutefois, il apparaît que la fin de l'automne et l'hiver 2020-2021 a été très pluvieux, avec en particulier un cumul au mois de décembre 2020 de plus de 450 mm, soit +200 % de précipitations par rapport aux normales 1981-2010 (155,4 mm). Pour la période de 5 jours, du 05 décembre au 09 décembre 2020, la hauteur d'eau précipitée a notamment atteint 228,8 mm, ce qui en fait le record observé à cette station. A noter enfin que novembre 2019 est également le mois le plus pluvieux enregistré pour l'ensemble de la chronique de cette station, avec un total de 519 mm d'eau précipitée (Figure 2).

En octobre 2020, la pluviométrie a également été très excédentaire par rapport aux normales saisonnières (presque 340 mm comparé aux 150 mm de la moyenne 1981-2010 pour ce mois), alors que le mois de novembre 2020 était particulièrement « sec » (-125 % par rapport aux normales) (Figure 3 et Figure 4). De mars à mai 2021, les précipitations ont également été très faibles, avec moins de la moitié des

précipitations par rapport à la normale de cette période, alors que le mois de juin a connu des précipitations excédentaires par rapport à la normale (+100 %). Par conséquent, le début d'année hydrologique passée, de l'automne 2020 au printemps 2021, a été particulièrement atypique en terme de pluviométrie par rapport aux normales saisonnières.

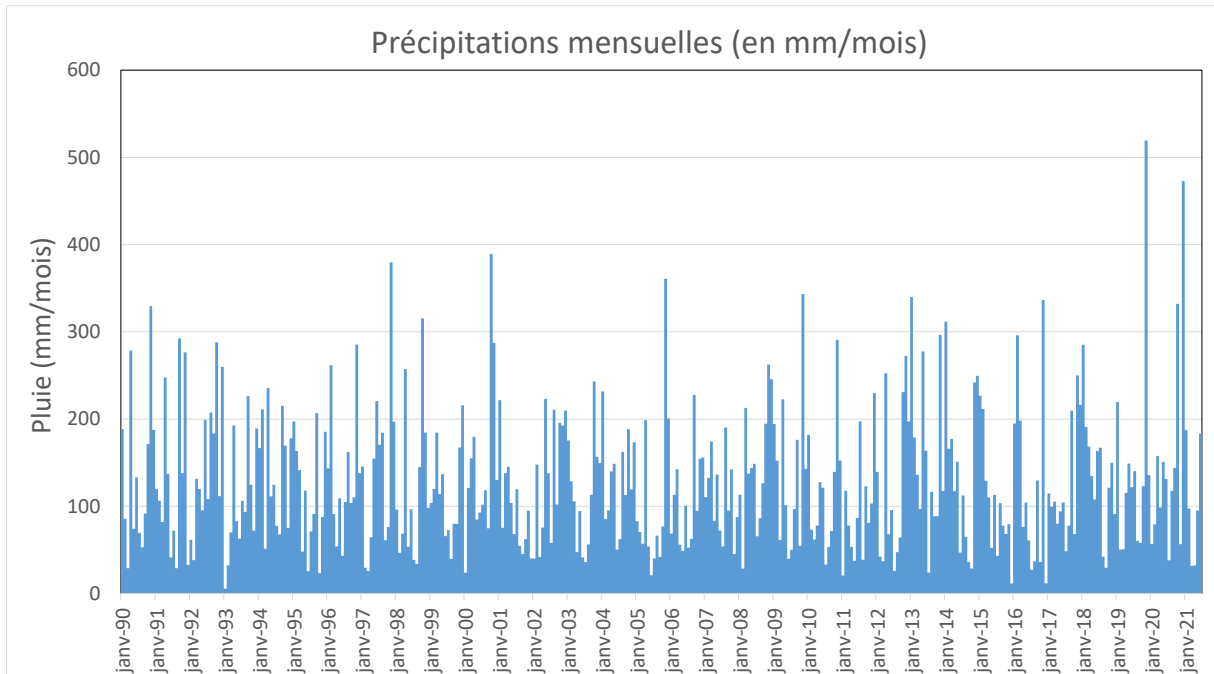


Figure 2 - Précipitations mensuelles (mm/an) - Ciboure-Socoa (données Météo-France)

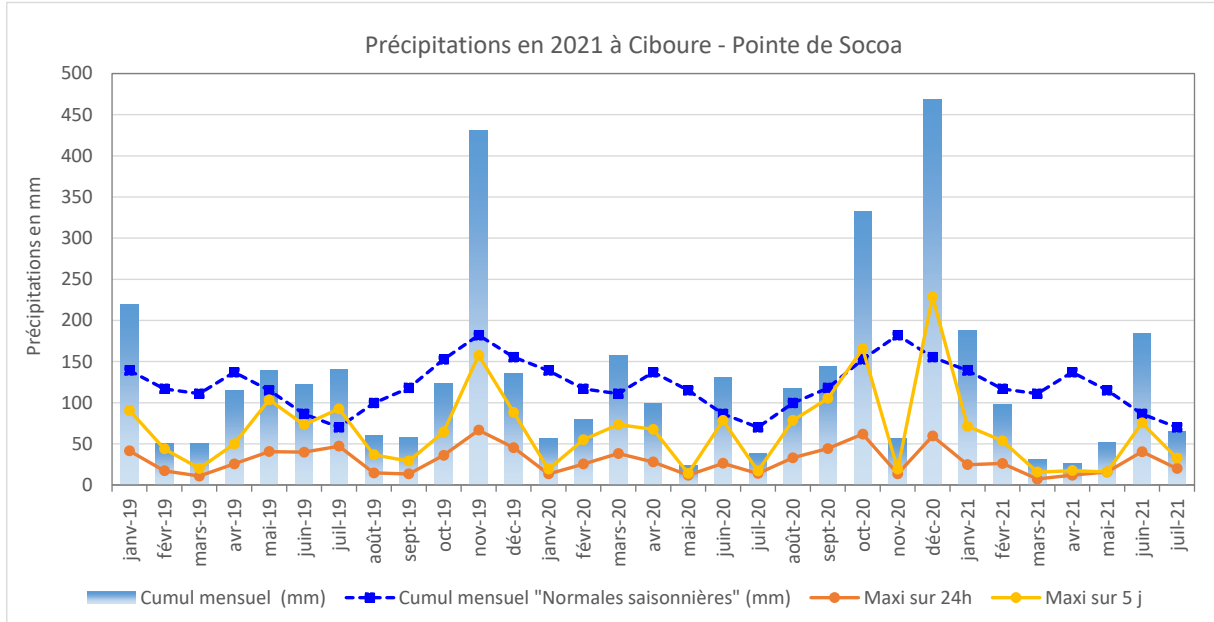


Figure 3 - Précipitations de janvier 2019 à juillet 2021 - Ciboure-Socoa (données Météo-France)

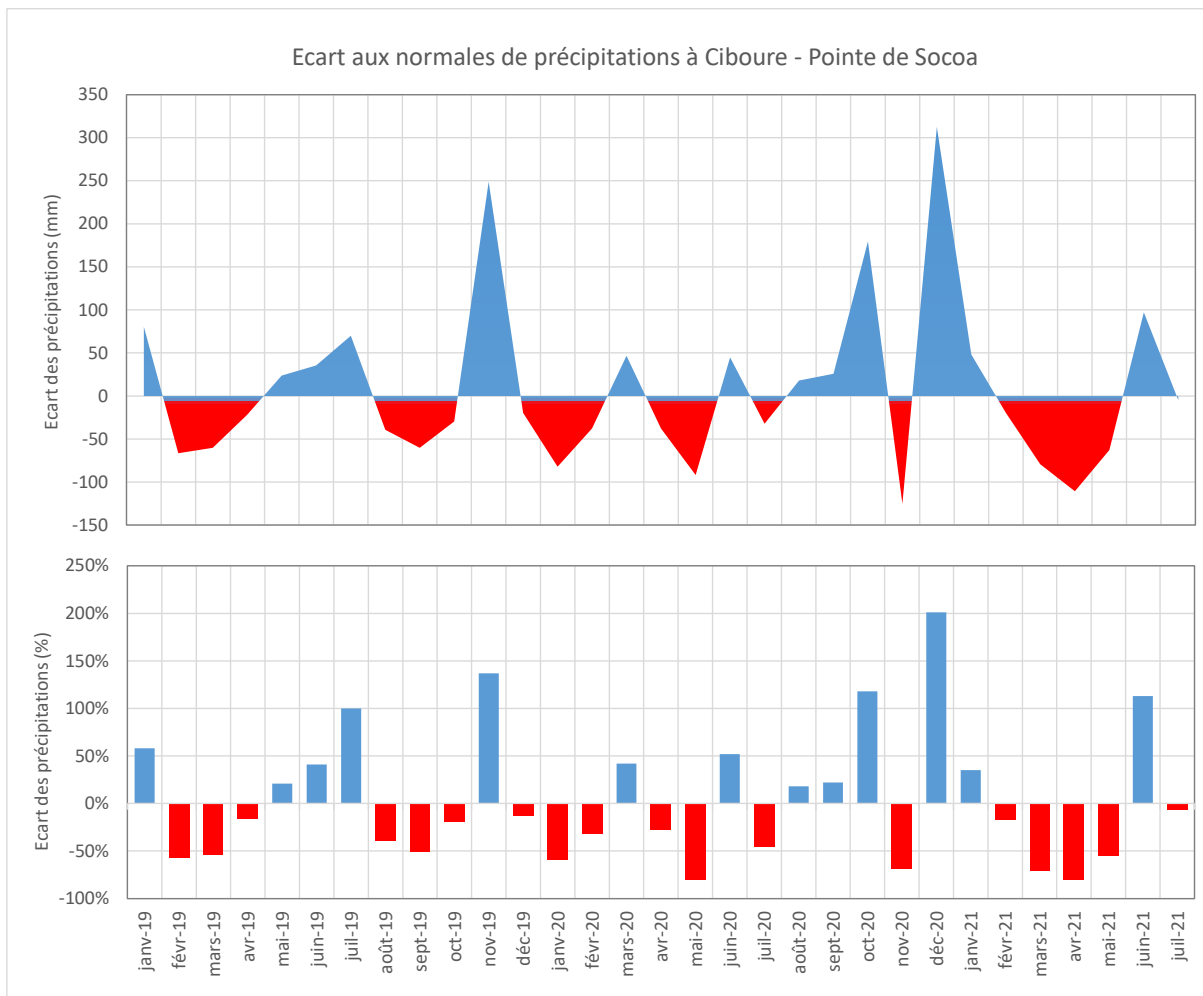


Figure 4 - Ecart des précipitations mensuelles par rapport aux normales, en mm et en %

Piézométrie

L'ensemble des données piézométriques acquises a été comparé aux données de pluviométrie de la station météorologique de Socoa (Figure 5).

Comme indiqué dans la note datant de mars 2021 (Garnier *et al.*, 2021), les niveaux dans les nappes des flyschs de la côte basque sont très réactifs aux pluies. Ainsi, lors des périodes de fortes pluviométries de l'hiver 2020-2021 (décembre-janvier), mais également du printemps qui a suivi (juin 2021), des remontées rapides des niveaux de nappes, d'ordre de grandeur métrique, et des phases de vidange plus ou moins rapides selon les piézomètres, sont visibles, excepté dans l'ouvrage Sainte-Barbe P204, localisé à Saint-Jean-de-Luz (BSS002HLXP - +27,5 m NGF - 14,3 m de profondeur).

Ce dernier piézomètre, comme indiqué dans Garnier *et al.* (2021), pose question du fait des faibles variations de niveaux d'eau dans l'ouvrage, avec l'observation de quelques légères remontées décimétriques pendant les périodes à très forte pluviométrie, entrecoupées de phases de vidange très longues (Figure 6). Dans cet ouvrage, les questions posées en 2020 restent d'actualité : horizon capté dans le flysch peu aquifère et donc peu transmissif ? niveau mesuré proche du fond de l'ouvrage ? A noter toutefois que les données supplémentaires acquises montrent une rupture de pente dans la chronique, vers +14,10 m NGF (tracé bleu sur le graphique de la Figure 6). Il est possible que cette cote concorde avec une interface entre 2 faciès géologiques, dont les caractéristiques hydrodynamiques sont différentes.

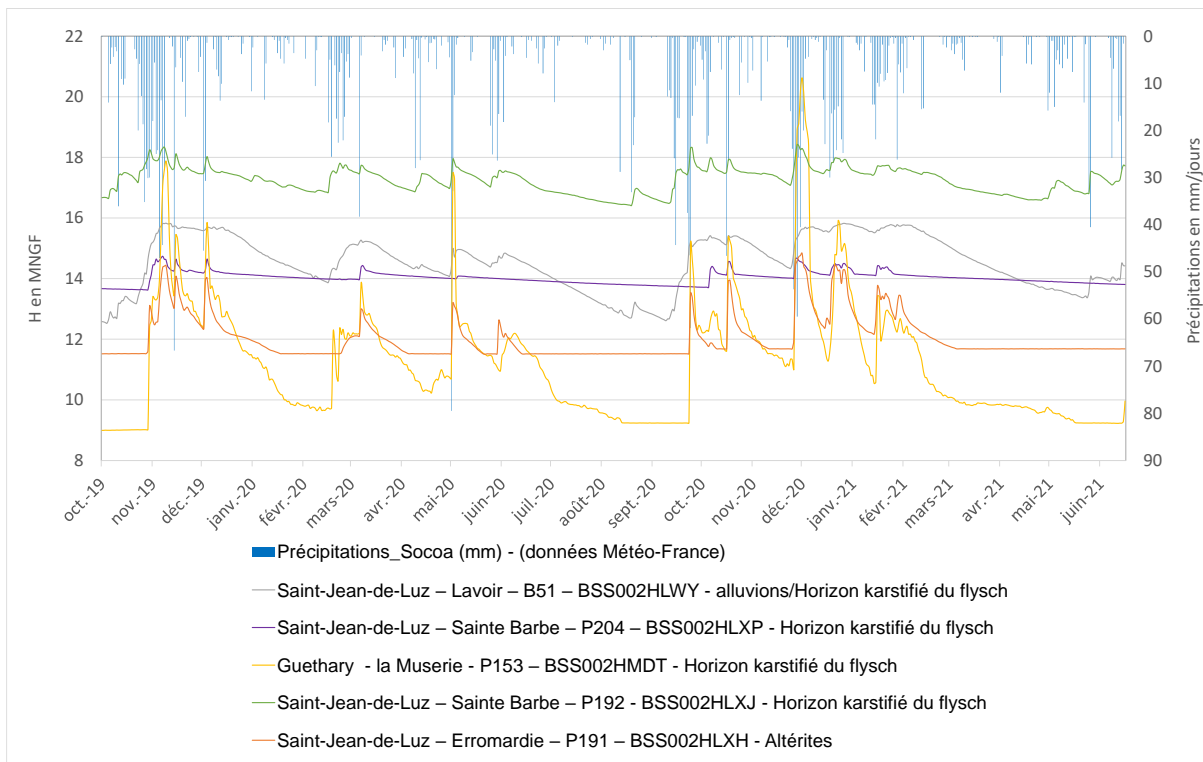


Figure 5 - Précipitations journalières (mm/j - données Météo-France) et chroniques piézométriques observées dans les différents ouvrages suivis

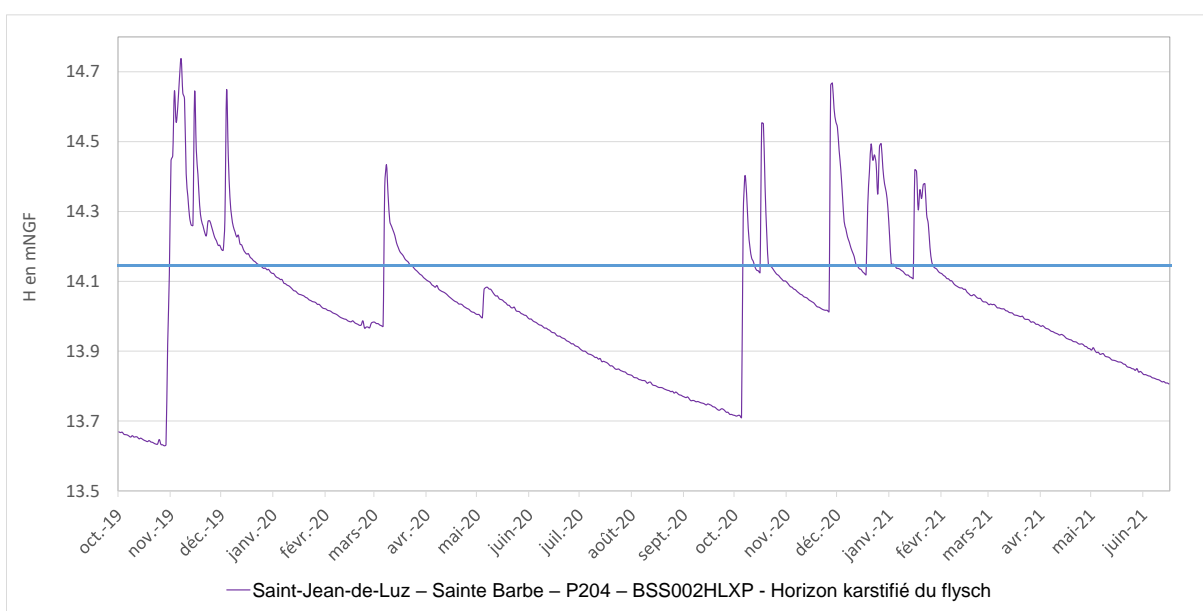
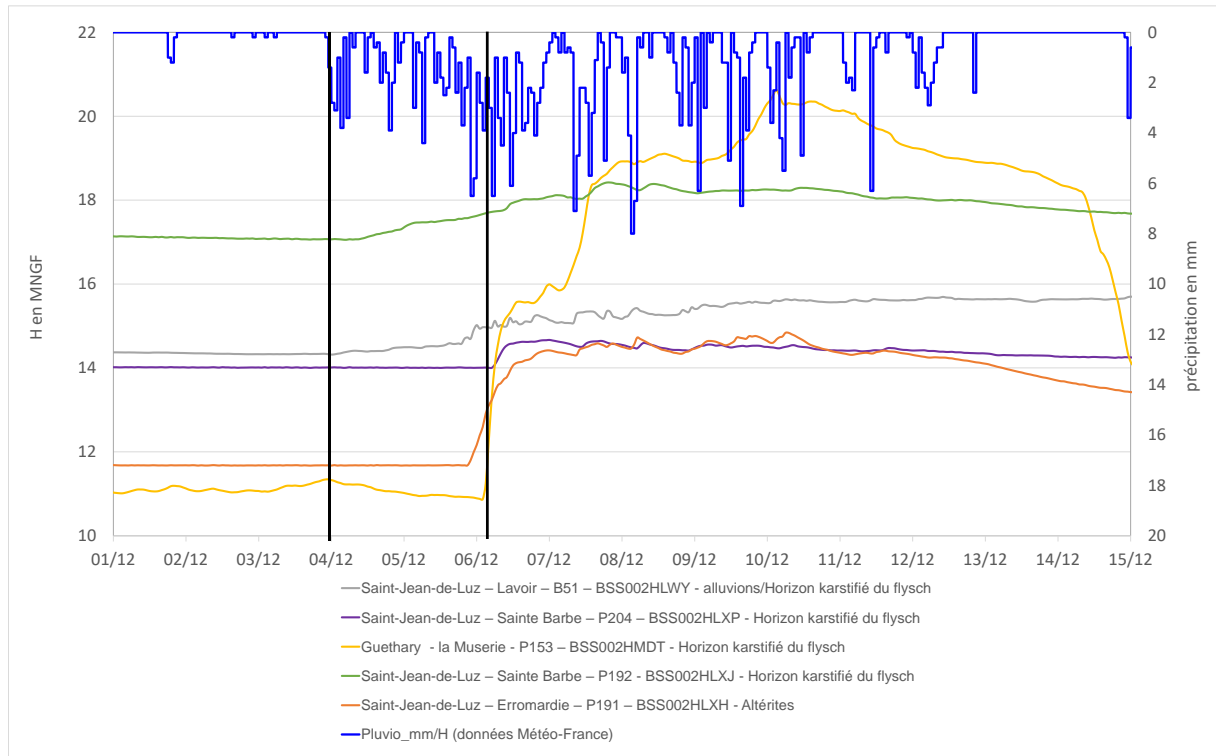


Figure 6 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage de Sainte Barbe - P204 (Saint-Jean-de-Luz, BSS002HLXP) ; le trait bleu horizontal indique une rupture de pente observable autour de +14,10 m NGF

L'ouvrage P192 (BSS002HLXJ - +33 m NGF - 17,79 m de profondeur), localisé à proximité de ce dernier piézomètre (~100 m de distance) et qui « capte » également la nappe contenue dans les flyschs, présente une chronique complète de suivi (Figure 5). Le battement de nappe est de l'ordre de 2 mètres, dans cet ouvrage, et le niveau supérieur de 3 à 4 mètres par rapport au niveau d'eau suivi dans le piézomètre P204 (BSS002HLXP). L'analyse fine des données (informations horaires), de la première quinzaine de décembre (Figure 7) ou du 25 décembre 2020 au 09 janvier 2021 (Figure 8), montre que l'ouvrage P192 (BSS002HLXJ, trait vert) réagit aux précipitations et ce, sans décalage temporel, contrairement à l'ouvrage P204

(BSS002HLXP, trait violet), qui présente une réponse différée d'un ou 2 jours, selon la charge hydraulique avant l'épisode pluvieux. Cette différence de comportement questionne sur la connexion effective de l'ouvrage BSS002HLXP-P204 à la nappe des flysch, et donc sur la représentativité de la mesure opérée.

Ces illustrations montrent également un léger décalage temporel dans les ouvrages de Saint-Jean-de-Luz - P191 (BSS002HLXH, trait orange) et de Guéthary - 153 (BSS002HMDT, trait jaune), alors que la réponse selon la charge hydraulique dans l'ouvrage de Saint-Jean-de-Luz / Lavoir (BSS002HLWY, trait gris) est « directe ». Ce décalage peut être lié à la distance avec la zone de réalimentation effective et/ou au temps de transit vertical des précipitations à travers la zone non-saturée vers la nappe.



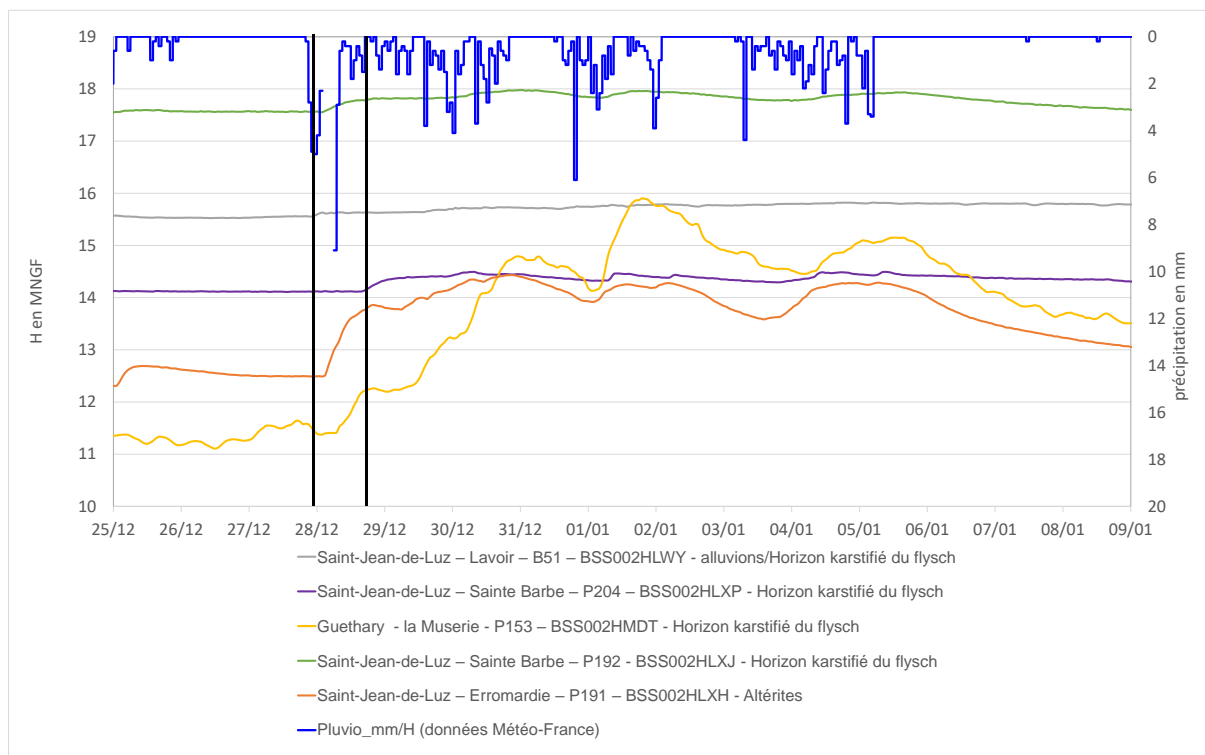


Figure 8 - Chroniques piézométriques et pluviométrique du 25/12/2020 au 09/01/2021, au pas de temps horaire

Dans l'ouvrage de Guéthary - P153 (BSS002HMDT) se pose la question d'infiltrations directes d'eau de pluie, le long du tubage, au vu des remontées très rapides du niveau d'eau et surtout des baisses symétriques aussi rapides, comme indiqué dans la précédente note (Figure 9). Cet ouvrage ne permet également pas de suivre les basses eaux (décrochage du suivi à une cote d'environ +9 m NGF, cf. trait rouge horizontal sur la figure). Au cours de la période hivernale 2020-2021, on retrouve ponctuellement une rupture de pente autour de +11,3 m NGF, visible lors de la précédente période hivernale (2019-2020). Les niveaux descendant plus bas qu'en 2019-2020, une autre rupture de pente est observée autour de +10 m NGF, qui correspondrait au changement de faciès visible sur la coupe technique (argiles à débris de silex à argiles à petits silex) (Figure 10).

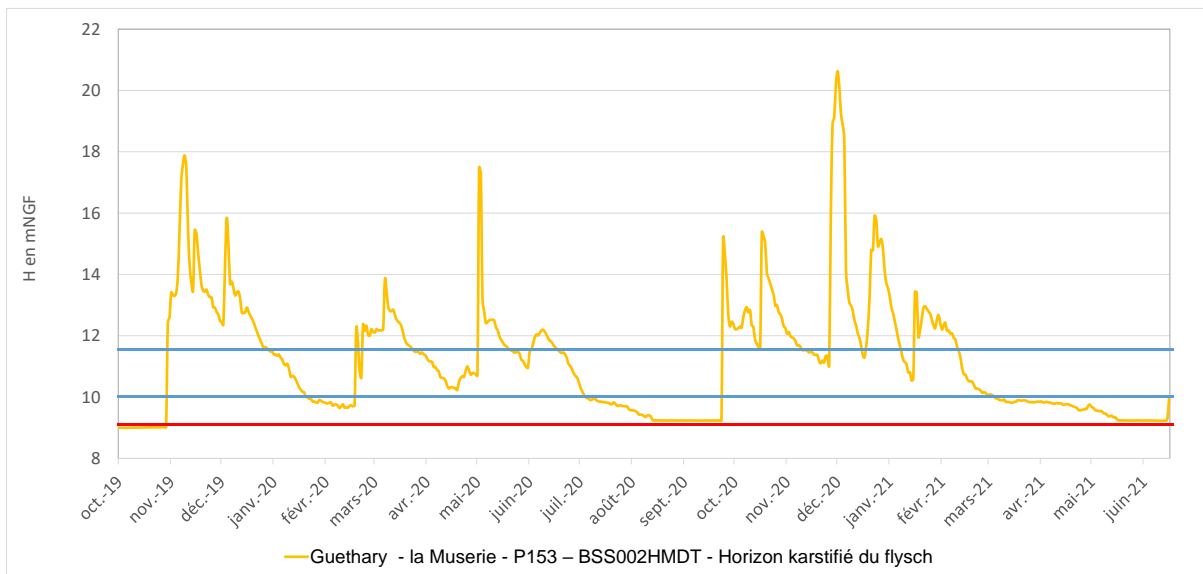


Figure 9 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage de Guéthary / la Muserie - P153 (BSS002HMDT) ; le trait rouge horizontal indique le décrochage du suivi à une cote d'environ +9 m NGF ; les traits bleus indiquent deux ruptures de pentes autour de +11,3 m NGF et autour de +10 m NGF

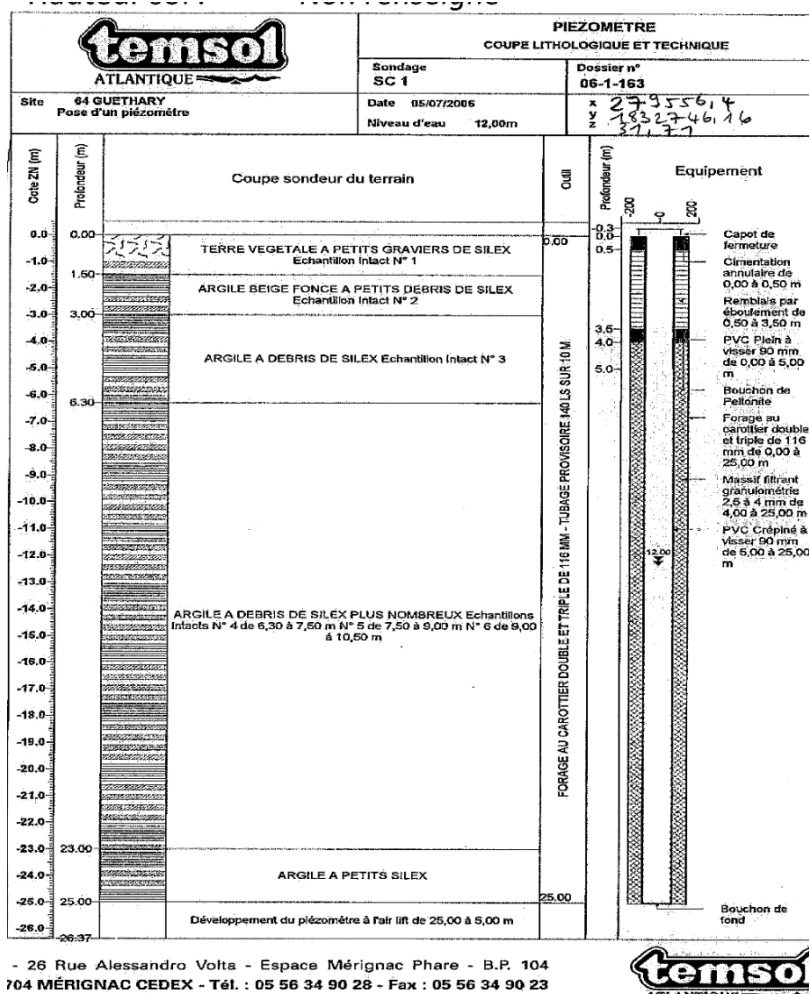


Figure 10 - Coupe technique de l'ouvrage de Guéthary / la Muserie - P153 (BSS002HMDT)

L'ouvrage Erromardie - P191 de Saint-Jean-de-Luz (BSS002HLXH) présente une piézométrie très fractionnée, avec des décrochages à une cote de +11,7 m NGF. Du fait des fortes précipitations de l'hiver 2020-2021, l'acquisition de données « validées » est un peu plus longue.

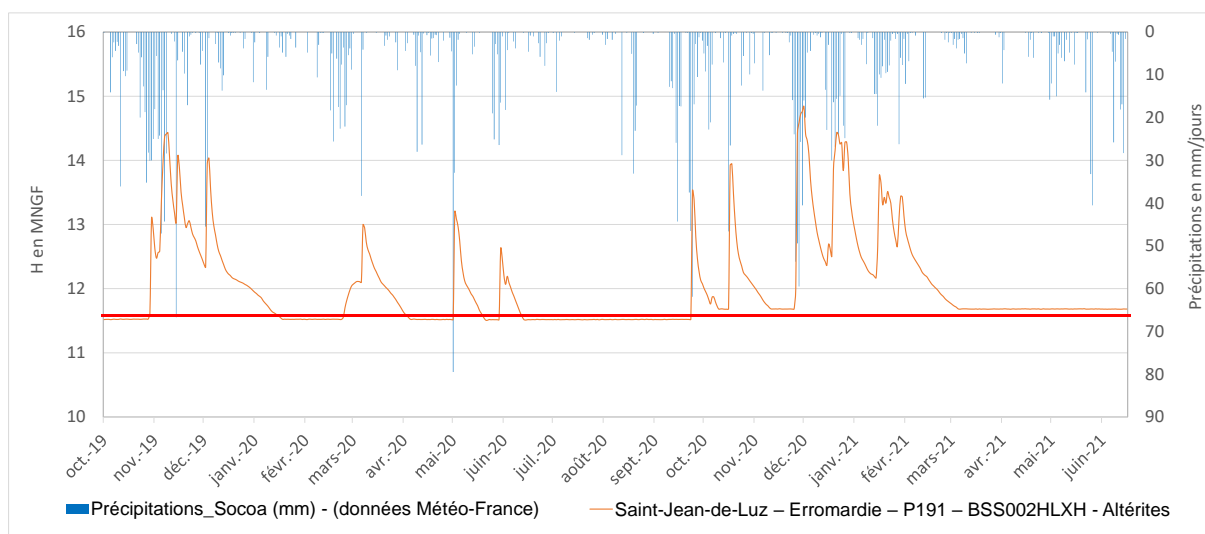


Figure 11 - Piézométrie de l'ouvrage Erromardie - P191 de Saint-Jean-de-Luz (BSS002HLXH) ; le trait rouge horizontal indique un décrochage du suivi à environ +11,7 m NGF

L'ouvrage du Lavoir- B51 (BSS002HLWY), le plus éloigné de la côte (environ 500 m), présente, comme indiqué dans la précédente note (Garnier *et al.*, 2021), une chronique complète avec toutefois une dynamique de vidange atypique (baisse linéaire du niveau de la nappe - Figure 12) liée vraisemblablement aux formations alluvionnaires argileuses et sableuses, dans lesquelles l'ouvrage est développé (Figure 13).

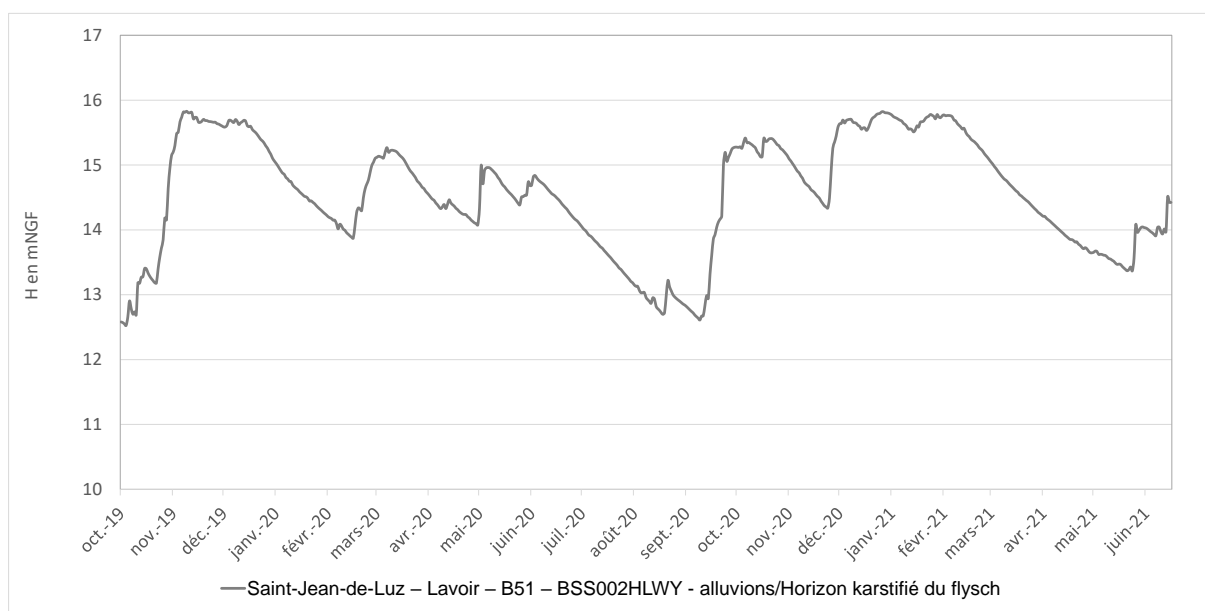


Figure 12 - Piézométrie de l'ouvrage B51 du Lavoir, à Saint-Jean-de-Luz (BSS002HMDT)

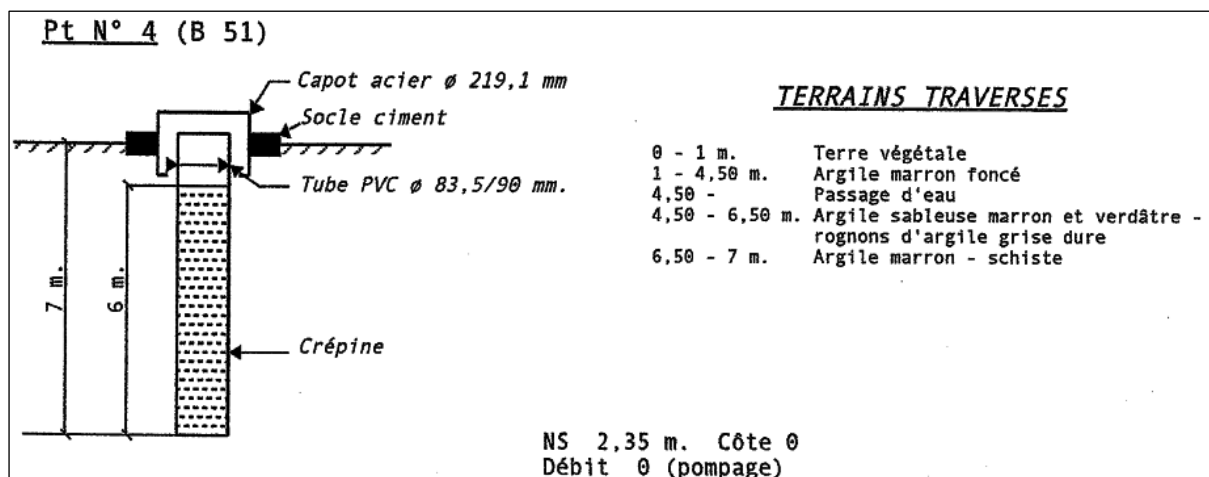


Figure 13 - Coupe technique et lithologique de l'ouvrage B51 du Lavoir, à Saint-Jean-de-Luz (BSS002HMDT ; source : Infoterre)

Observations sur les mouvements de terrain

La note technique de février 2021 ([NT_BDX-2021-018](#)) établit plusieurs constats factuels concernant des mouvements de terrains, observés dans le secteur de Guéthary, à la fin de l'année 2020 et au début de l'année 2021.

Dans le secteur ouest d'Harotzen Costa, des décrochements ont été observés au cours des jours précédant Noël 2020, et les mouvements se seraient poursuivis jusqu'en début d'année 2021 ; dans le secteur central d'Harotzen Costa, un glissement s'est déclenché en janvier 2021 (date précise non déterminée).

Ces deux secteurs sont à proximité du piézomètre P153, dont la chronique, en décembre-janvier 2021, est donnée à la Figure 14. On constate une montée en charge initiale très rapide, exceptionnelle, de 8 m en 2 jours (du 5 au 7 décembre 2020) de la nappe des flyschs, en réaction aux précipitations, avec des niveaux qui augmentent ensuite plus lentement pour atteindre un pic à 20,6 m NGF, le 9 décembre. Suite à l'arrêt des précipitations, la vidange s'effectue en deux phases : en premier lieu, une vidange très rapide (-5 m en une journée, du 15 au 16 décembre), puis plus lente entre le 16 et le 26 décembre. Deux autres montées en charge dans la nappe sont observées : du 26 au 31 décembre, puis du 24 au 26 janvier. A ce stade, il peut seulement être constaté une concordance temporelle entre ces fluctuations majeures des pressions dans la nappe et l'occurrence de mouvements de terrain.

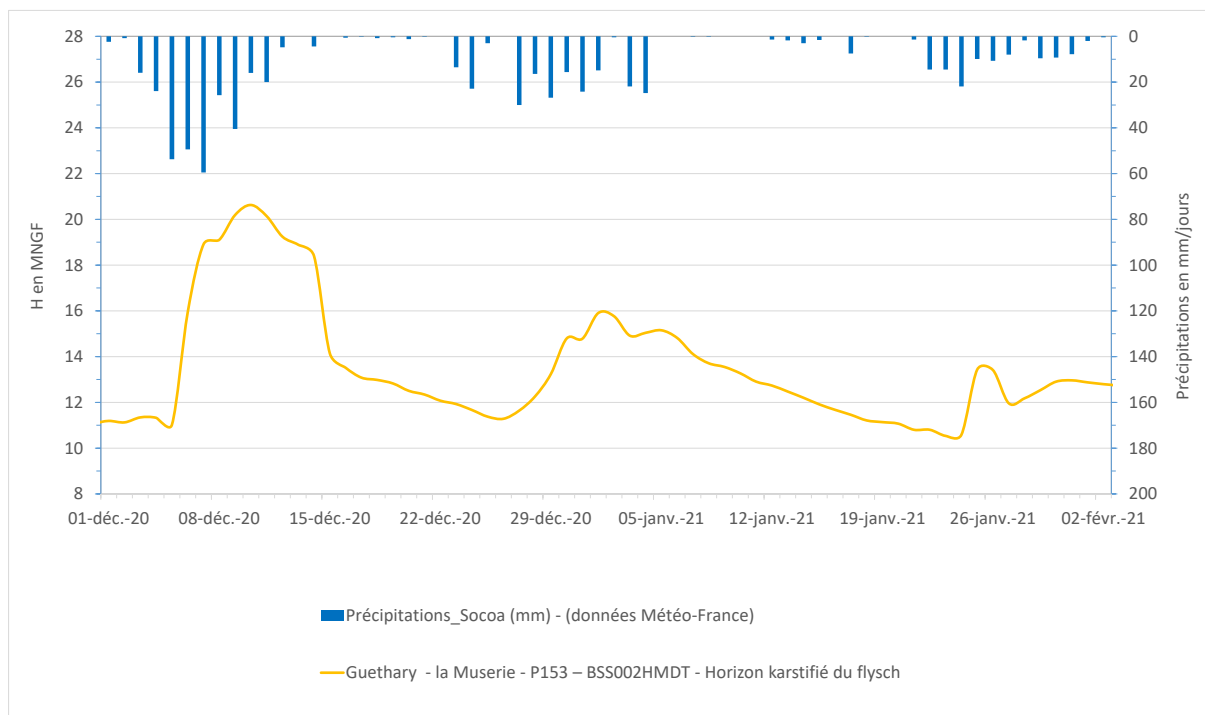


Figure 14 - Chronique piézométrique observée dans l'ouvrage P153 de la Muserie, à Guéthary (BSS002HMDT), en décembre 2020 et janvier 2021

D'autre part, un glissement de terrain est survenu dans le secteur du parcours sportif d'Achilua à Saint-Jean-de-Luz, le 9 ou le 10 décembre 2020. Le constat a été signalé par la mairie le 10 décembre, et une expertise sur site a été effectuée le 11 décembre par l'OCNA. Le glissement se serait amorcé au sein des niveaux altéritiques des flyschs.

Ce secteur se situe à 800 m environ au nord-ouest des piézomètres P192 et P204, dont les suivis en décembre 2020 et janvier 2021 sont fournis à la Figure 15. En lien avec les précipitations abondantes de début décembre, il est constaté une montée rapide du niveau dans la nappe des flyschs (+1,2 m en 4 jours, du 3 au 7 décembre, dans P192), qui est resté très haut pendant plusieurs jours. La descente ne s'amorce significativement que le 11 décembre, dans le piézomètre P192. Par conséquent, dans ce secteur, les suivis piézométriques mettent en évidence des niveaux piézométriques significativement et durablement hauts dans la nappe des flyschs préalablement à l'occurrence du glissement.

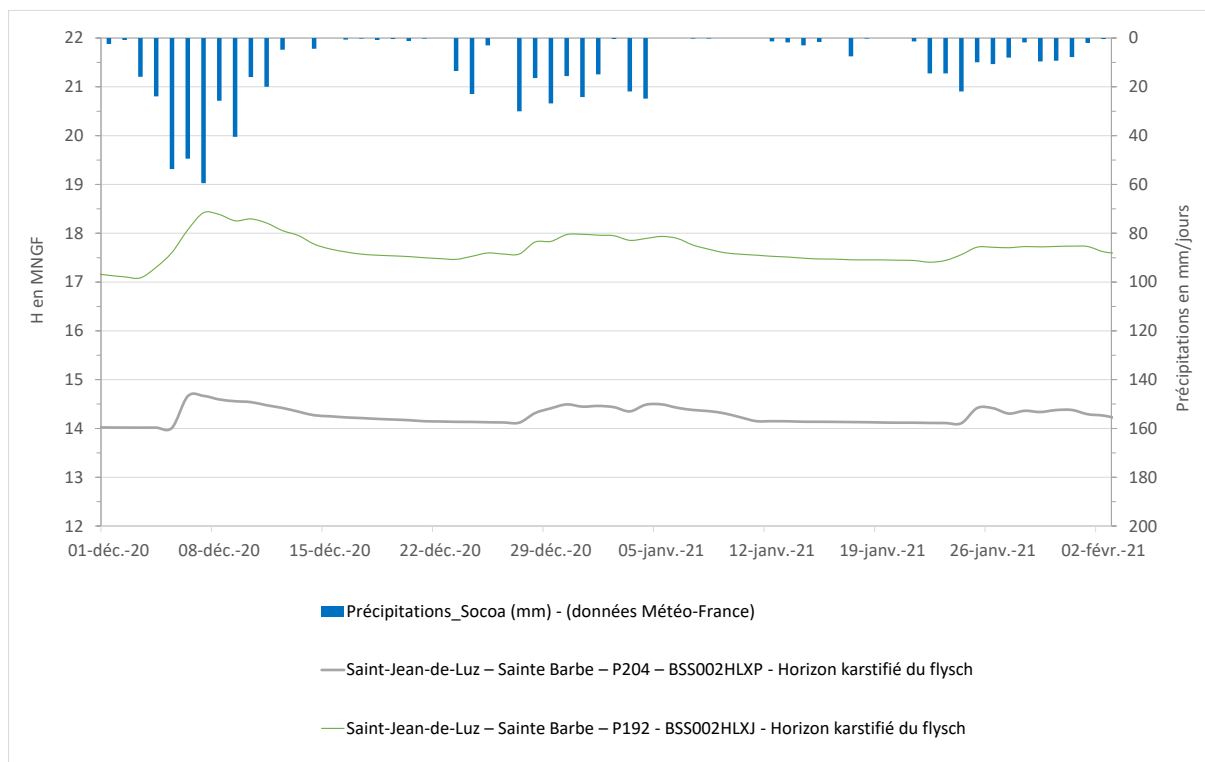


Figure 15 - Chronique piézométrique observée dans les ouvrages de Saint-Jean-de-Luz / Sainte-Barbe - P192 (BSS002HLXJ) et P204 (BSS002HLXP), en décembre 2020 et janvier 2021

Enfin, un glissement de terrain est également survenu le 9 ou le 10 décembre 2020, dans le secteur d'Asporotsttipi à Hendaye. Il n'y a pas de piézomètre suivant la nappe des flyschs à proximité, mais l'ensemble des suivis exposés sur la Figure 14 et la Figure 15 montre l'occurrence de montées en charge rapides et de niveaux significativement hauts dans les nappes des flyschs sur la côte basque, au cours de cette période. Concernant ce point également, une concordance temporelle marquée peut être constatée.

Recommandations

Afin d'apporter de la robustesse aux suivis piézométriques réalisés, et de mieux comprendre et caractériser le comportement de certains ouvrages, il convient de procéder notamment à des tests hydrauliques dans les ouvrages suivants (mesure déjà recommandée à l'issue du suivi 2020) :

- P204 / Sainte-Barbe, commune de Saint-Jean-de-Luz (BSS002HLXP - 10016X0110/P204), captant l'horizon karstifié du flysch ;
- P153 / la Muserie, commune de Guéthary (BSS002HMDT - 10017X0167/P153), captant l'horizon karstifié du flysch.

Il pourrait être envisagé d'abandonner l'ouvrage P191 de Saint-Jean-de-Luz (BSS002HLXH), dont la chronique d'acquisition reste très morcelée. Toutefois, le contexte spécifique du suivi étant de faire une analyse par rapport aux instabilités de terrain, il convient de bien définir la pertinence ou non de poursuivre un suivi de ce type (non complet), si des informations intéressantes peuvent toutefois ressortir aux cours des périodes où des données sont acquises. Dans l'optique de poursuivre la réflexion, la poursuite des acquisitions au cours de l'année 2022 est proposée.

Enfin, les premières confrontations de ces suivis avec les observations de surface montrent des concordances temporelles entre l'occurrence de mouvements de terrain et le comportement des nappes.

A ce stade, le recul sur les chroniques est insuffisant pour pousser plus loin l'analyse, mais il sera pertinent de poursuivre ces comparaisons dans le futur, pour établir s'il y a lieu des corrélations plus fines.

Bibliographie

Garnier C. (2021). Note OCNA « Compte-rendu de visite de terrain ». Observatoire de la Côte Aquitaine, note [NT_BDX-2021-018](#)

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](#)

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

Peter-Borie M., Lucassou F., Aubié S. (2009). Contexte hydrogéologique et hydraulique du littoral basque français et son arrière-pays. Observatoire de la Côte Aquitaine. rapport BRGM/RP-57054-FR