



EXPERTISES HYDROGEOLOGIQUES

Appui au suivi piézométrique au droit des seuils 66, 67 et 68

Note technique sur le bilan et l'interprétation des variations piézométriques à l'issu des travaux de l'été 2025

Rédacteur :

P. Fénart (HYDROFIS)

R. Guillet (BRLi)



SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	5
Cadre de la mission	5
Principaux résultats des phases antérieures	9
Etude préalable de modélisation (2020)	9
Etude de vulnérabilité des usages préleveurs agricoles et domestiques (2022)	11
Diagnostic sur les dynamiques de variations des niveaux de nappe (2023)	11
Analyses des variations de nappe observées durant l'été 2024 et caractérisation des impacts observés durant la phase travaux.....	14
ANALYSE DES NIVEAUX DE NAPPE DE SEPTEMBRE 2024 A DECEMBRE 2025.....	18
Eléments de contexte	18
Une année 2025 atypique.....	18
Une absence d'évidence d'impacts	19
Evaluation des impacts post-travaux.....	20
Situation hivernale	20
Situation printanière	24
SYNTHESE ET RECOMMANDATIONS	27
ANNEXE : CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES.....	28
BSS002EHXH	28
BSS002EXYG	28
LAFARGE	29
CHA2.....	29
F18	30
F21	30
RD4.....	31
RD5.....	31
RD6.....	32
RD8.....	32
RG1.....	33
RG3.....	33
RG4.....	34
RG5.....	34
RG6.....	35
RG7.....	35
RG8.....	36
RG9.....	36
T13.....	37
T14bis.....	37
T14.....	38
PZ4.....	38
PZD5.....	39
KPA5.....	39
I1	40
I9	40

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte de localisation des seuils 68, 67 et 66 entre Avignon et Chateaufrenard.....	5
Figure 2: Réseau de suivi piézométrique.....	7
Figure 3 : Impact théorique supposé des aménagements après travaux.....	10
Figure 4 : Impact théorique supposé des aménagements pendant travaux.....	10
Figure 5 : Exemple de courbe enveloppe liée à l'irrigation gravitaire.....	12
Figure 6 : Variations des niveaux de nappe durant les travaux (champ proche).....	14
Figure 7 : Variation des niveaux de nappe durant les travaux (champ moyen).....	15
Figure 8 : Variation des niveaux de nappe durant les travaux (champ lointain).....	15
Figure 9 : Exemple de situations piézométriques observées durant les travaux.	16
Figure 10 : Carte des impacts piézométriques observés au 20 septembre (fin des travaux).....	17
Figure 11 : Débit de la Durance à Bonpas en 2024 et 2025.....	18
Figure 12 : Réseau de suivi piézométrique.....	19
Figure 13 : Minimas piézométriques hivernaux de 2016 à 2025.....	20
Figure 14 : Débits moyens de la Durance en période hivernale.	21
Figure 15 : Débits hivernaux de la Durance en 2020, 2024 et 2025.	22
Figure 16 : Niveaux piézométriques de 2016 à 2025.....	24
Figure 17 : Débits moyens de la Durance en période hivernale.	25
Figure 18 : Débits printaniers de la Durance en 2020, 2021 et 2025.	25

INTRODUCTION

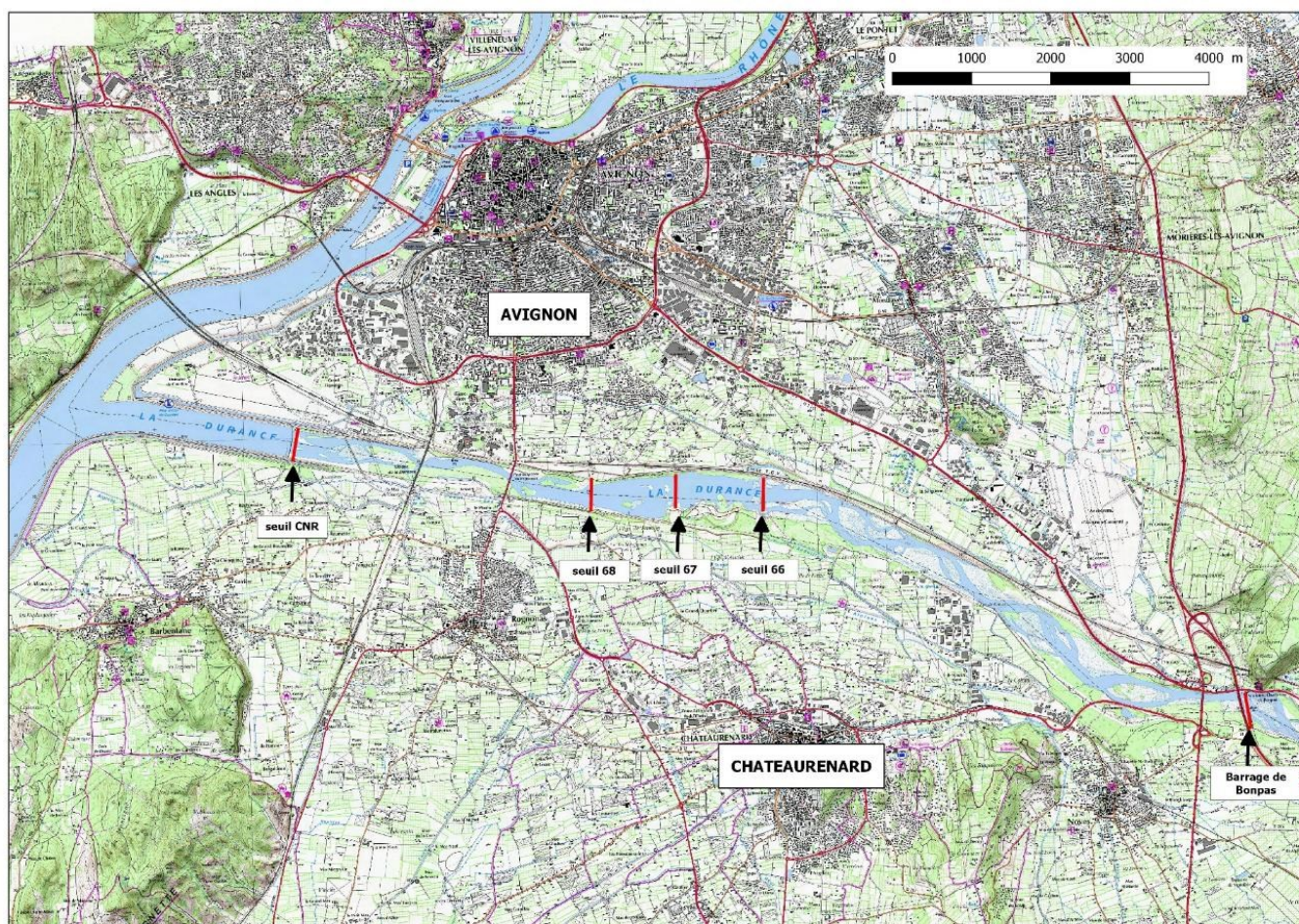
CADRE DE LA MISSION

Dans le cadre d'un programme de modification de la géométrie des seuils 67 et 68 dans le secteur d'Avignon et d'aménagement de passes à poissons sur ces seuils, le SMAVD a souhaité mobiliser une expertise pour déterminer si des éventuelles baisses de nappe qui seraient constatées pendant et après les travaux, sont liées aux travaux ou à une situation conjoncturelle.

Les seuils 68 et 67 ont historiquement été réalisés dans l'objectif d'atténuer l'incidence des prélèvements de graviers du lit de la Durance sur le drainage de la nappe phréatique et la stabilité des rives (l'exploitation a eu lieu jusqu'en 1998). En effet, en tenant les lignes d'eau de la Durance, les seuils participent au maintien du niveau de la nappe. Un abaissement des seuils et donc des lignes d'eau en Durance peut avoir un effet sur la nappe qui s'atténue progressivement quand on s'éloigne de la rivière.

Le seuil 66 a lui été construit afin de soutenir la berge rive droite dans le cadre de la construction du remblai LGV. Sur ce seuil il n'est pas prévu d'abaissement dans le cadre de l'opération.

Figure 1 : Carte de localisation des seuils 68, 67 et 66 entre Avignon et Chateaubert.



Le SMAVD s'est engagé auprès des tiers et des partenaires à couvrir pendant les travaux les pertes d'usage des forages agricoles et domestiques qui seraient liées à l'aménagement et à l'abaissement des seuils. Ceci nécessite d'objectiver si les éventuelles baisses de nappe qui seraient constatées pendant les périodes à enjeux (étés des travaux, période hiver-printemps entre les deux années de travaux au moment de l'antigel), sont en tout état de cause liées aux travaux ou à une situation conjoncturelle. La décision de déclencher ces mesures devra être réalisée dans un délai très court compte tenu de l'enjeu économique ou sanitaire que peut représenter une perte d'usage de certains forages (activité maraîchère, antigel d'hiver en arboriculture, eau courante pour les forages domestiques dans les zones non desservies par un réseau d'eau potable).

La mission répond à un double enjeu :

1. Permettre au SMAVD d'anticiper le comportement possible de la nappe sur les périodes à enjeux.

2. Permettre de quantifier l'effet réel de l'abaissement des seuils sur la piézométrie (c'est-à-dire discriminer les variations liées à l'arasement des seuils des autres variations habituelles de la piézométrie).

Pour cela, le SMAVD a souhaité faire analyser le set de données disponibles sur son réseau de piézomètres sur la période historique, ainsi que les données qui seront acquises pendant la période de travaux. Cette prestation permettra en outre au SMAVD de bénéficier du regard d'un acteur extérieur au chantier pour réaliser le bilan après travaux des variations de nappe.

L'analyse des données de suivi durant la phase travaux est l'objet de la présente note. Les analyses sur les données historiques de piézométrie ont fait l'objet d'un rapport édité le 17 avril 2024.

Le réseau de suivi en place est rappelé dans la figure ci-dessous.

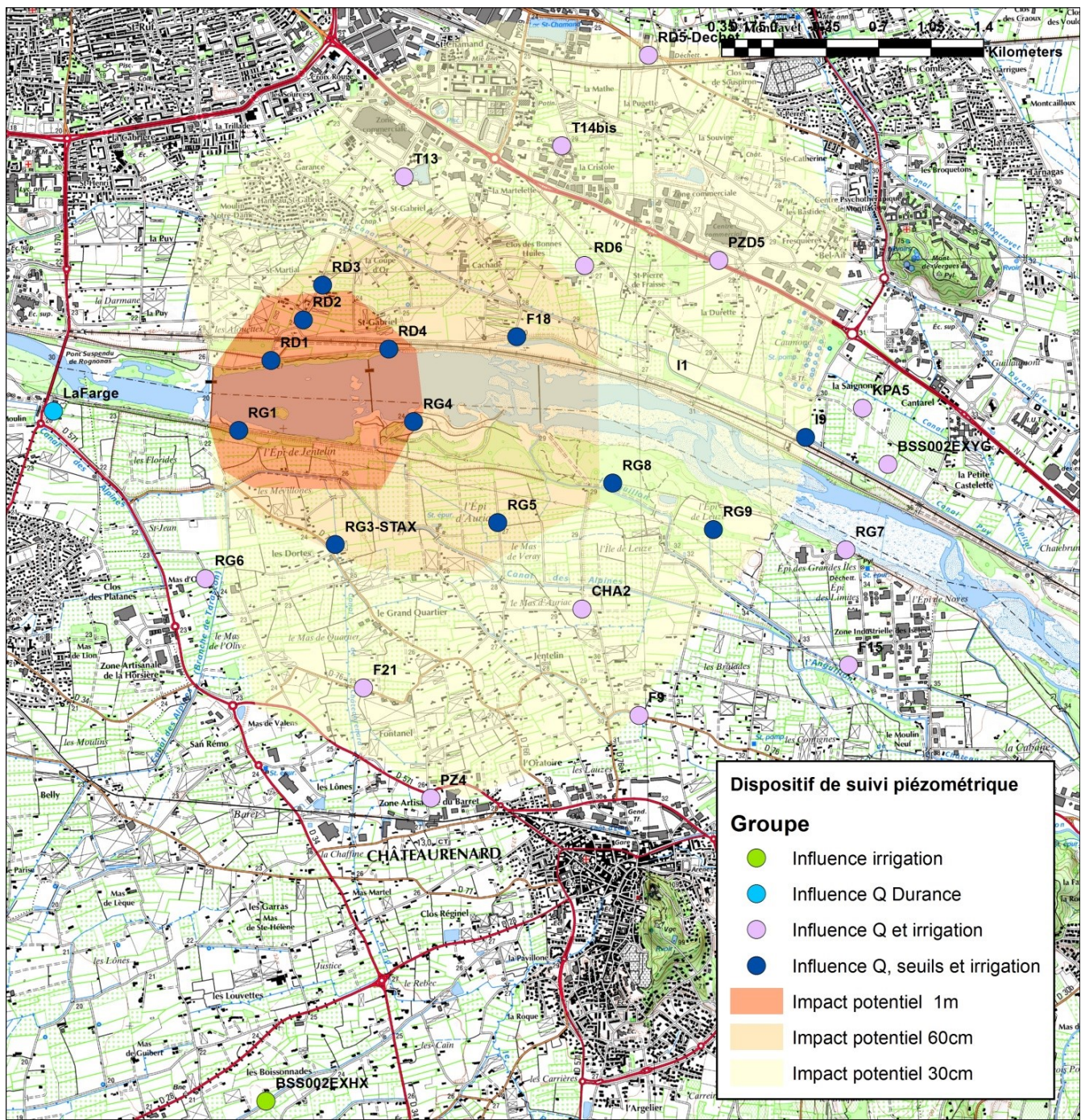
Préalablement à la phase travaux, HYDROFIS et BRLi avaient été mobilisés pour réaliser une étude historique des données de nappe dans le secteur des seuils (rapport en date du 17 avril 2024). Cette analyse avait permis de proposer un protocole de traitement des données de suivi de nappe pour caractériser les impacts des travaux en termes de piézométrie. En effet, pour être en mesure de caractériser l'impact des travaux sur la nappe, il faut être capable d'estimer quels auraient été les niveaux de nappe sans travaux (situation dite non influencée par les travaux).

Il avait été démontré qu'en période estivale, historiquement, le scénario le plus probable était celui d'une période sans pulse hydraulique en Durance (fin des restitutions fin mai à début juin), avec une lente descente des niveaux piézométriques à partir du 1^{er} juillet. Tout le protocole d'analyse des données était basé sur cette hypothèse.

A cause d'un premier semestre 2024 exceptionnel en termes de pluviométrie, EDF a exceptionnellement maintenu les restitutions durant tout le mois de juin jusqu'au 15 juillet. Il a donc fallu repenser en totalité le protocole d'interprétation des données du suivi piézométrique.

Une analyse des données du suivi piézométrique avait été réalisée et intégrée dans un rapport du SMAVD qui présentait un bilan du chantier sur les seuils et du comportement de la nappe lors de l'été 2024 (édité le 22/11/2024)

Figure 2: Réseau de suivi piézométrique.



Le suivi de la nappe s'est poursuivi lors de la période hiver printemps 2025, en anticipation notamment de la période d'antigel pour certaines exploitations en arboriculture qui correspond habituellement à une situation de nappe basse, et pour suivre l'effet du décolmatage des souilles suite aux crues hivernales. Avec la reprise du chantier à l'été 2025, le suivi nappe a été également poursuivi pendant les travaux.

Durant l'été 2025, des travaux complémentaires ont été réalisés. Les lignes d'eau ont été peu modifiées ; seules les opérations d'excavation sont susceptibles d'avoir impacté de façon épisodique et anecdotique la ligne d'eau de la Durance. Les phases de cette première étape.

- Reprise des travaux le 02/07, excavation des matériaux dans les caissons de palplanches créées en 2024
- Mise en eau passe du seuil 67 le 10/09
- Mise en eau passe du seuil 68 le 16/09

Le reste des tâches s'est entièrement déroulé à sec dans l'emprise des palplanches pour l'aménagement des passes elles-mêmes.

Dans cette note, nous commençons par rappeler les principaux résultats des études antérieures puis nous proposons un complément d'analyse sur les données acquises entre septembre 2024 et décembre 2025 pour infirmer ou confirmer les impacts potentiels des travaux de réaménagement des seuils sur les niveaux de la nappe alluviale.

PRINCIPAUX RESULTATS DES PHASES ANTERIEURES

Etude préalable de modélisation (2020)

Dans le cadre des études de conception de l'aménagement piscicole sur les seuils, un programme de recherche sur le fonctionnement hydrodynamique de la nappe alluviale a été mené de 2016 à 2020 (HYDROFIS-HSM-SMAVD, 2020), consistant en la construction d'un modèle hydrogéologique de la nappe. L'objet de ce modèle numérique était de permettre d'évaluer les conséquences sur la nappe de différents scénarios possibles d'abaissement et d'arasement des seuils pour l'aménagement des passes à poissons.

Pour alimenter ce modèle en données réelles, notamment du point de vue du degré de colmatage des souilles par les limons, il a été procédé à une expérimentation de vidange temporaire de la souille du seuil 68 en février 2016. Les effets sur la nappe de cette opération ponctuelle de vidange ont pu être suivis grâce au réseau piézométrique mis en place dès 2016 dans le secteur. Par la suite ce réseau a été complété et a continué à faire l'objet de suivis réguliers jusqu'avant le démarrage des travaux pour bénéficier d'une profondeur de données permettant d'apprécier les variations saisonnières de la nappe.

Ce programme de recherche a notamment permis d'estimer les impacts des différents scénarios d'aménagement imaginés sur les seuils pour la franchissabilité piscicole, et de retenir le scénario actuel (création d'une échancrure centrale de 2m de haut sur le seuil 68 et de 1m sur le seuil 67). En effet, les études ont révélé que ce scénario n'entraîne pas d'impact sur les usages stratégiques AEP des communes des deux rives, et maintient réduits les effets potentiels sur les forages domestiques et agricoles existants.

Les effets attendus de ce scénario d'aménagement sur le niveau de nappe sont :

- Après aménagement, en phase d'exploitation des ouvrages : un risque d'abaissement piézométrique définitif de l'ordre de 30 cm, sur une aire de 4 km², pouvant atteindre 60 cm en bord de Durance.
- En phase temporaire pendant les travaux (principalement été 2024), des niveaux piézométriques abaissés de l'ordre de -100 cm, - 60cm ou -30 cm suivant la zone considérée, dans une projection très pessimiste du déroulement des travaux. Ces abaissements supplémentaires par rapport à la situation définitive post-travaux découlent de l'hypothèse que pendant le chantier les entreprises pourraient avoir besoin temporairement d'abaisser le niveau de la Durance plus bas que le niveau des seuils dans leur configuration définitive. Dans une vision moins pessimiste, les niveaux d'abaissement pourraient être proches de ceux de la phase post-aménagement.

Le programme de recherche mené sur la nappe (2016-2021) avait aussi conclu sur le fait que l'aménagement des seuils serait sans impact sur les conditions d'exploitation des forages d'eau potable de la ville d'Avignon et de la communauté de commune Terres de Provence.

Figure 3 : Impact théorique supposé des aménagements après travaux.

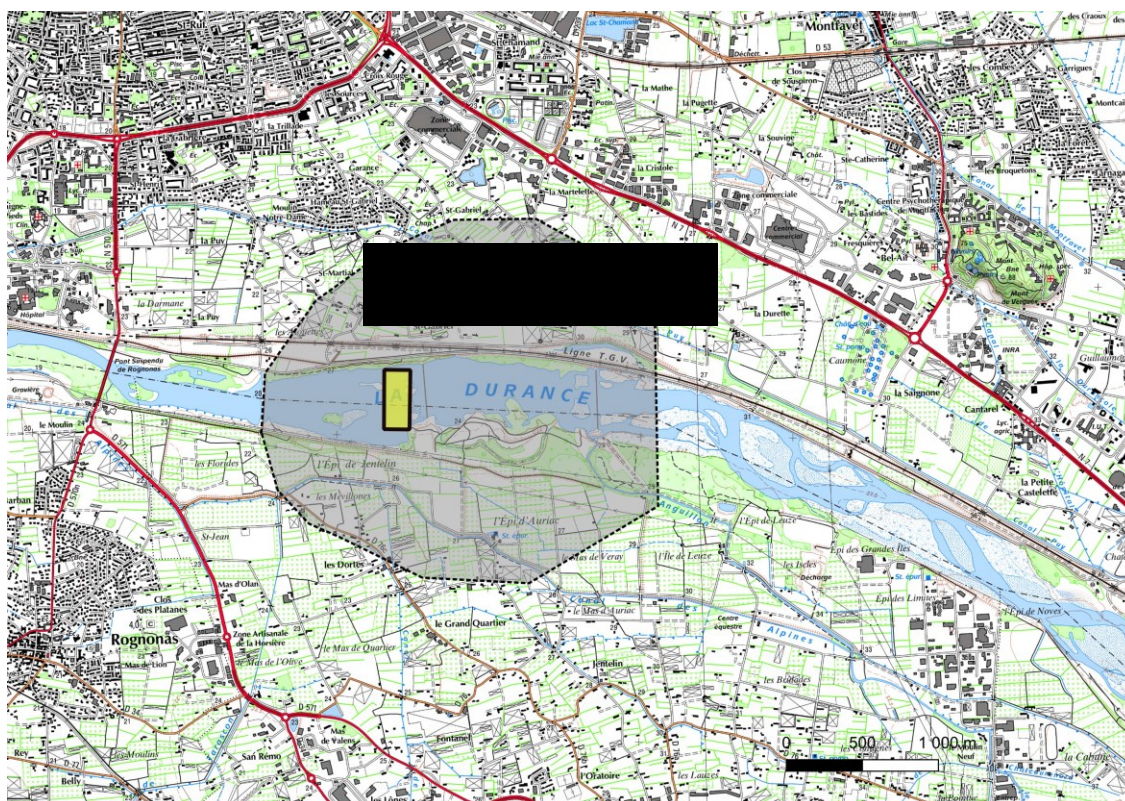
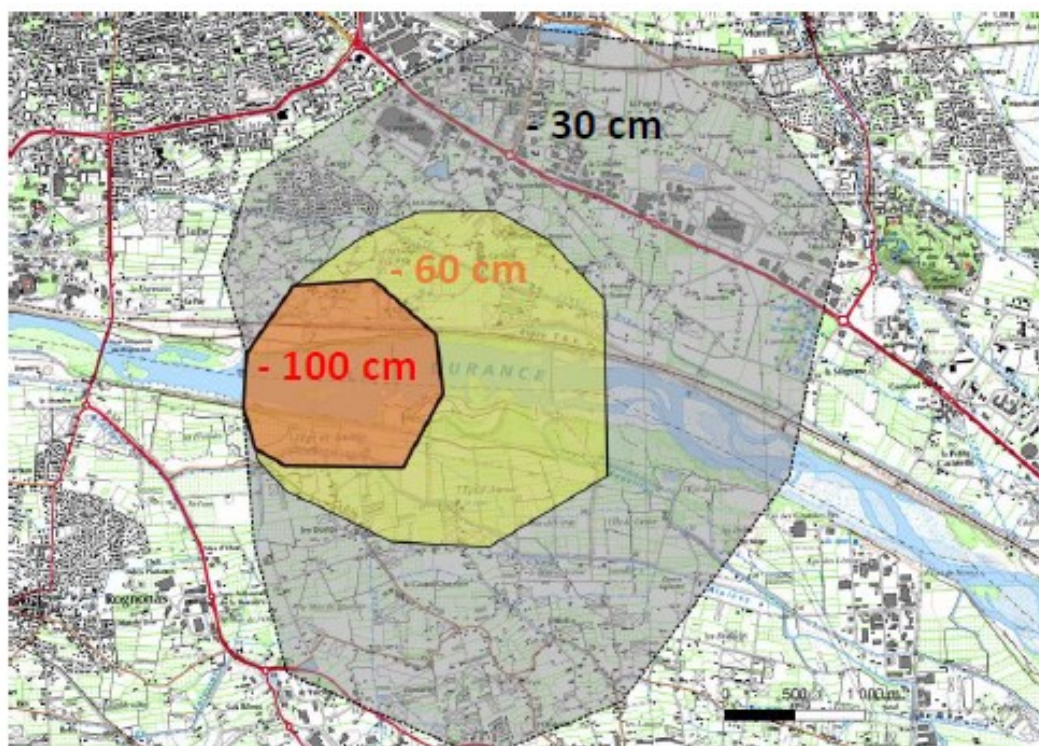


Figure 4 : Impact théorique supposé des aménagements pendant travaux.



Etude de vulnérabilité des usages préleveurs agricoles et domestiques (2022)

En 2022, sur la base des estimations fournis par l'approche de modélisation hydrogéologique, une étude complémentaire a été menée par HYDROFIS pour identifier et caractériser la vulnérabilité des forages agricoles en activité dans les zones d'impact supposées ; une approche indirecte a aussi été proposée pour estimer le nombre de forages domestiques.

Elle concluait que les niveaux projetés d'abaissement de la nappe (avant et après travaux) seront globalement bien supportés par ces forages (majoritairement équipés de pompes à aspiration), avec une vigilance sur certains ouvrages en fonction de la profondeur de nappe. En effet, pour les forages équipés de pompes à aspiration la profondeur du toit de la nappe est le paramètre fondamental à surveiller.

Cette étude avait par ailleurs permis au SMAVD de constituer une base de données exhaustive des forages agricoles (qui sont des ouvrages à potentiel fort enjeu économique), et d'établir un recensement indirect des forages domestiques potentiels

Diagnostic sur les dynamiques de variations des niveaux de nappe (2023)

En 2023, HYDROFIS et BRLi ont mené une analyse détaillée des chroniques piézométriques existantes pour aider à la compréhension des phénomènes en jeu et pour définir à priori une méthode d'interprétation des variations piézométriques, avec pour objectif de pouvoir estimer en pseudo temps réel les impacts des travaux sur les niveaux de nappe.

Les multiples approches développées ont permis de mieux comprendre, de caractériser les modalités de variations piézométriques de la nappe alluviale de la Durance dans la zone d'étude.

Comme principaux résultats, nous pouvons rappeler les éléments suivants :

- Les deux phénomènes qui expliquent la majorité de la variabilité de la piézométrie sont l'hydraulicité de la Durance et les pratiques d'irrigation en plaine.
- L'infiltration des eaux de pluie ne provoque des impacts piézométriques que pour des pluies journalières supérieures à 60 mm ; dans la zone d'étude, ces pluies sont systématiquement concomitantes à une augmentation des débits en Durance, augmentation qui va se traduire par des fortes variations de niveaux de nappe qui vont masquer celle liées à la seule infiltration des eaux de pluie.

Dans le détail, les analyses proposées avaient aussi permis de bien appréhender l'impact d'une variation « positive » de débit (augmentation du débit en Durance suite à une crue ou à une restitution à l'aval de Mallemort).

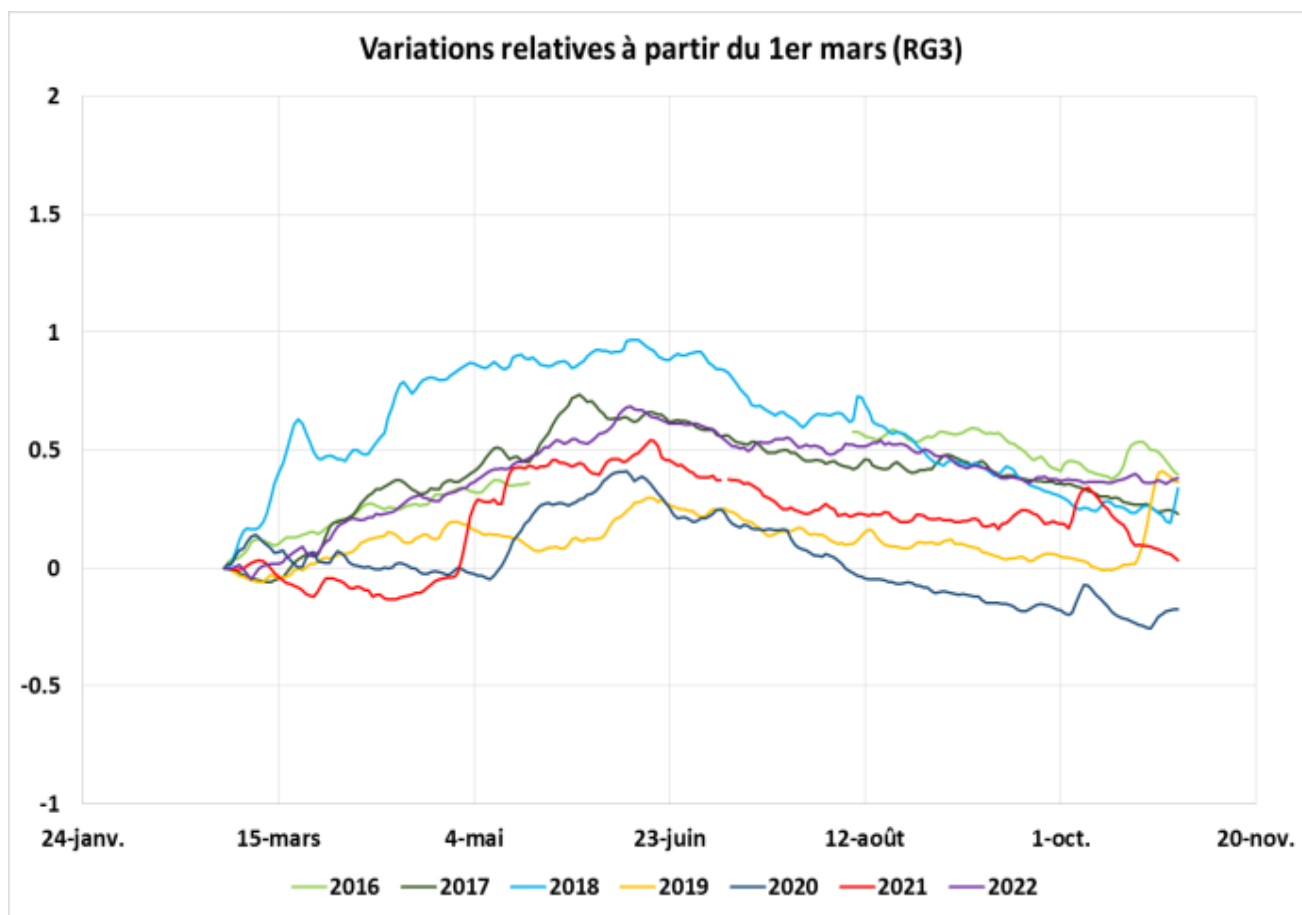
Les variations de débit se traduisent par des variations de la ligne d'eau qui se propagent dans le réservoir alluvial de façon amortie et différée. Pour chaque pulse hydraulique en Durance, on peut ainsi observer une réponse piézométrique en tout point de la zone d'étude qui prend la forme d'une courbe de Gauss ; cette réponse piézométrique peut être caractérisée par trois paramètres: l'amplitude, la durée et le décalage de la réponse. L'analyse des réponses piézométriques aux pulses hydrauliques en Durance permet de montrer que le décalage temporel est fonction de l'intensité du pulse et de la distance au cours d'eau ; il varie de 1 à 8 jours en fonction de l'intensité du pulse. De la même façon, l'amplitude de la réponse de la réponse piézométrique est fonction de l'intensité du pulse et de la distance au cours d'eau. Les pulses de quelques jours avec des débits inférieurs à 100 m³/s « marquent la piézométrie avec des variations positives de quelques dizaines de centimètres observées à moins d'un kilomètre de la Durance ; les pulses plus longs et pour des débits compris entre 100 et 200 m³/s produisent des variations positives de piézométrie dans toute la zone d'étude, comprises

entre 20 et 100 cm en fonction de la distance à la rivière. La durée de la réponse piézométrique n'est pas fonction de la distance à la rivière mais uniquement de l'intensité du pulse.

L'irrigation intensive de la plaine sur les communes d'Avignon et de Châteaurenard se traduit par une augmentation lente de niveaux piézométriques durant la première partie de l'été (maxima atteint courant juillet).

Globalement, l'irrigation se traduit par une relativement rapide augmentation des niveaux de nappe à partir du 1er mars jusqu'à la fin juin ; à partir de début juillet, les niveaux piézométriques présentent soit une relative stabilisation, soit une baisse relativement lente sur les mois de juillet à août, et qui s'accélère en septembre.

Figure 5 : Exemple de courbe enveloppe liée à l'irrigation gravitaire.



Dans le détail, l'analyse des variations piézométriques de mars à fin septembre permet de proposer les éléments de description suivants :

- L'observation des chroniques piézométriques normalisées montrent que les impacts sont susceptibles de varier d'un piézomètre à l'autre, une même année. Cela traduit la forte variabilité spatiale des usages d'irrigation en plaine et qui ne sont pas connus à ce jour ; certaines parcelles font ainsi faire l'objet d'un apport d'eau important, d'autres non ; et cette répartition spatiale est susceptible de changer d'une année sur l'autre. Rappelons une nouvelle fois que nous ne disposons pas à ce jour d'un modèle de distribution au jour le jour, parcelle par parcelle, des volumes entonnés dans les systèmes d'irrigation, en rive droite comme en rive gauche.

- L'observation de chroniques piézométrique étendues montre que les impacts piézométriques sont susceptibles de varier fortement d'une année sur l'autre sur chaque piézomètre. Ainsi, bien que les données de prélèvement montrent que les volumes prélevés en rive droite et en rive gauche sont équivalents en ordre de grandeur et relativement constants d'une année sur l'autre, l'observation d'une forte variabilité interannuelle indique que les volumes distribuées parcelle par parcelle sont susceptibles de varier fortement d'une année sur l'autre ; cela peut être expliqué par de évolutions dans les pratique culturales ou par l'influence du climat qui pousse à distribuer plus ou moins d'eau en fonction de l'occurrence d'années sèches ou humides.

Ce constat d'une forte variabilité spatiale et temporelle de l'impact de l'irrigation sur la piézométrie implique la nécessité d'une définition d'une courbe enveloppe des possibles, pour chaque piézomètre.

L'approche des variations piézométriques normalisées sur la période d'irrigation a permis de définir ces courbes enveloppes pour les piézomètres disposant de chroniques étendues (piézomètres BSS, CHA2, F18, Lafarge, PZ2L et PZ3L, RG1 et RG3).

De plus, pour compléter notre compréhension des évolutions piézométriques durant les périodes à enjeux (juillet à septembre pour la période travaux, mars à avril pour l'utilisation potentielle de forages antigel), nous avons croisé deux approches complémentaires : analyse de la variabilité des situations piézométriques au 1^{er} mars et au 1^{er} juillet, avec recherche de l'effet mémoire de l'hydraulicité de la Durance sur ces situations.

Ces approches permettent de proposer les considérations suivantes :

- La situation piézométrique au 1^{er} mars est marquée par une certaine variabilité (variation potentiellement métrique des niveaux de nappe), qui s'explique par une influence exclusive durant cette période de l'année des niveaux de nappe à l'hydraulicité de la Durance, qui présente en plus de grosses variations de débit durant les mois hivernaux d'une année sur l'autre. La recherche de l'effet mémoire de l'hydraulicité du cours d'eau sur la piézométrie permet de montrer une très bonne corrélation entre débit cumulé les mois précédent le 1^{er} mars et les niveaux de nappe à cette date. A noter que le 1^{er} mars, qui marque jusqu'à présent le début de remise en eau des canaux, présente toujours le minima piézométrique du cycle hydrologique ; les niveaux de nappe augmentent systématiquement durant les mois suivants.
- La situation piézométrique au 1^{er} juillet est moins variable d'une année sur l'autre. Cela résulte de la moindre variabilité des débits en Durance durant le mois de juin et une influence partagée entre hydraulicité de la rivière et pratiques d'irrigation. Cette double influence sur les variations piézométriques se traduit par un effet mémoire de l'hydraulicité de la Durance sur les niveaux de nappe, moins marquées qu'en période hivernale.

Ces analyses avaient notamment permis de montrer que l'effet mémoire été très significatif le mois antérieur à la mesure et devenait négligeable au-delà de trois mois. C'est un résultat important pour justifier de la recherche d'années plus ou moins similaires entre elles.

Analyses des variations de nappe observées durant l'été 2024 et caractérisation des impacts observés durant la phase travaux

Les graphes ci-dessous permettent de visualiser les variations piézométriques enregistrées durant l'été 2024 pendant la période de travaux d'abaissement des seuils ; pour plus de lisibilité, ils sont regroupés en fonction de leur distance à la zone travaux (champ proche, champ moyen et champ lointain).

On peut observer sur ces chroniques de façon évidente l'influence des travaux sur les seuils sur les piézomètres en champ proche ; on observe en effet des gradients de baisse qui deviennent plus importants pendant la phase travaux, avec une rupture de pente bien observable entre le 22 et le 25 juillet. Cette influence est plus difficile à identifier sur les piézomètres en champ moyen, et est inexistante sur les piézomètres en champ lointain.

Ces considérations sont argumentées plus avant dans le rapport et une quantification des impacts est proposée.

A noter des variations « atypiques » observées sur le CHA2. Il est situé à proximité du nouveau forage pour l'eau potable de la régie des eaux de Terre de Provence, destiné à se substituer au prélèvement du champ captant de l'Auriac-Lieuze. Ce nouveau forage a fait l'objet de manipulations variées durant tout l'été. Sur la chronique du CHA2 on observe nettement les rabattements provoqués par les essais de pompage menés sur ce forage en septembre, mais la courbe est aussi influencée en juillet et en août par les travaux de développement de l'ouvrage. On peut également observer l'influence des tests hydrauliques réalisés sur ce nouveau forage eau potable sur les chroniques du F21, du RG5 et du RG8.

Figure 6 : Variations des niveaux de nappe durant les travaux (champ proche).

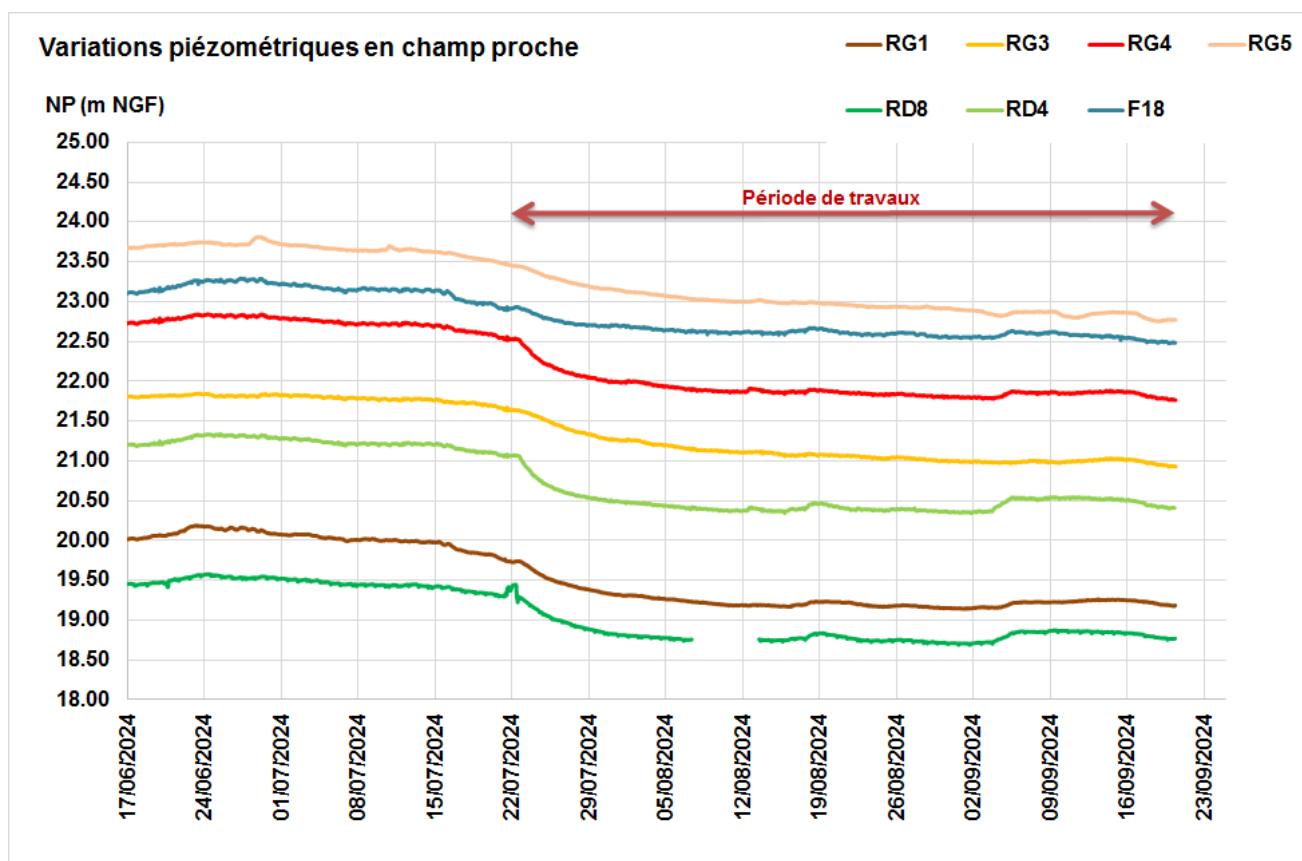


Figure 7 : Variation des niveaux de nappe durant les travaux (champ moyen).

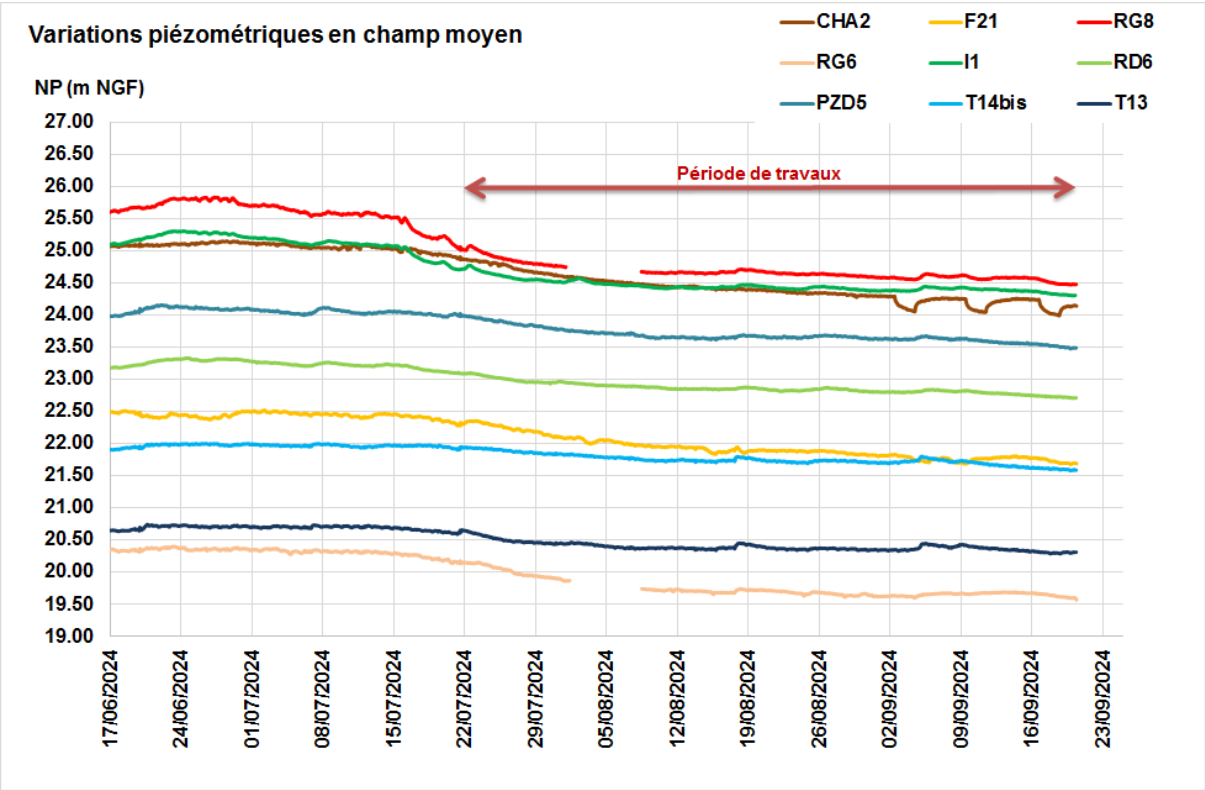
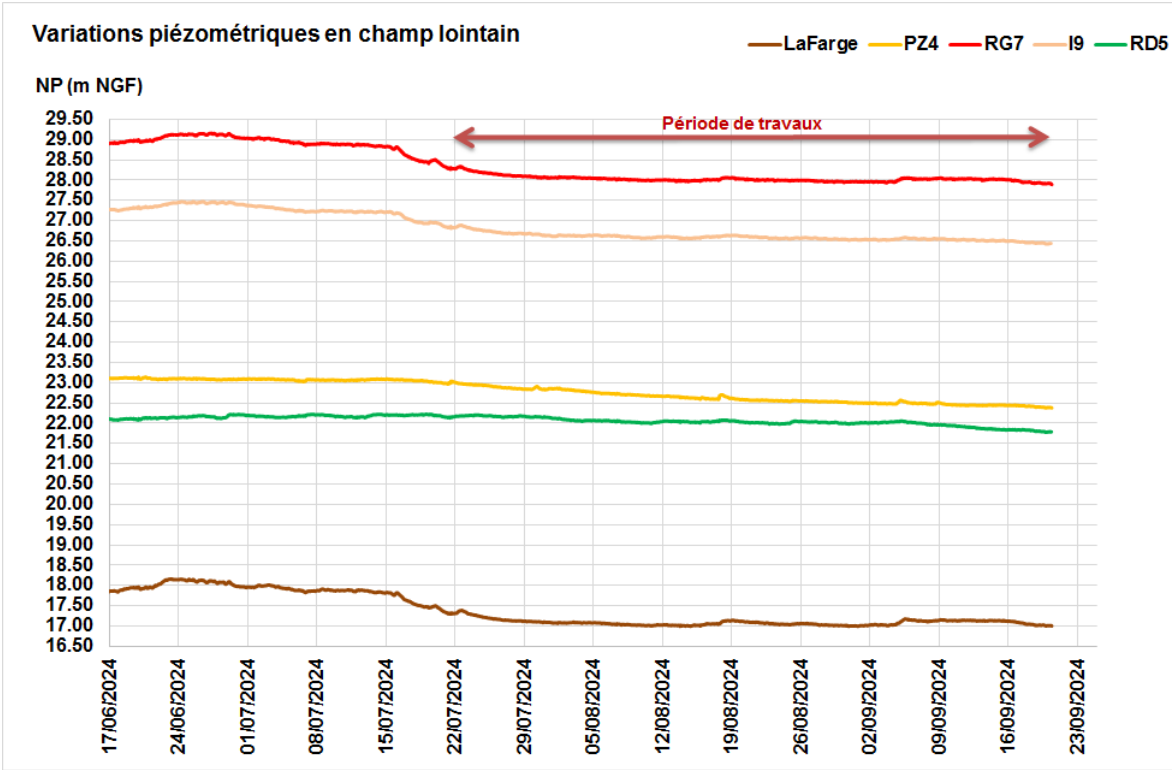


Figure 8 : Variation des niveaux de nappe durant les travaux (champ lointain).

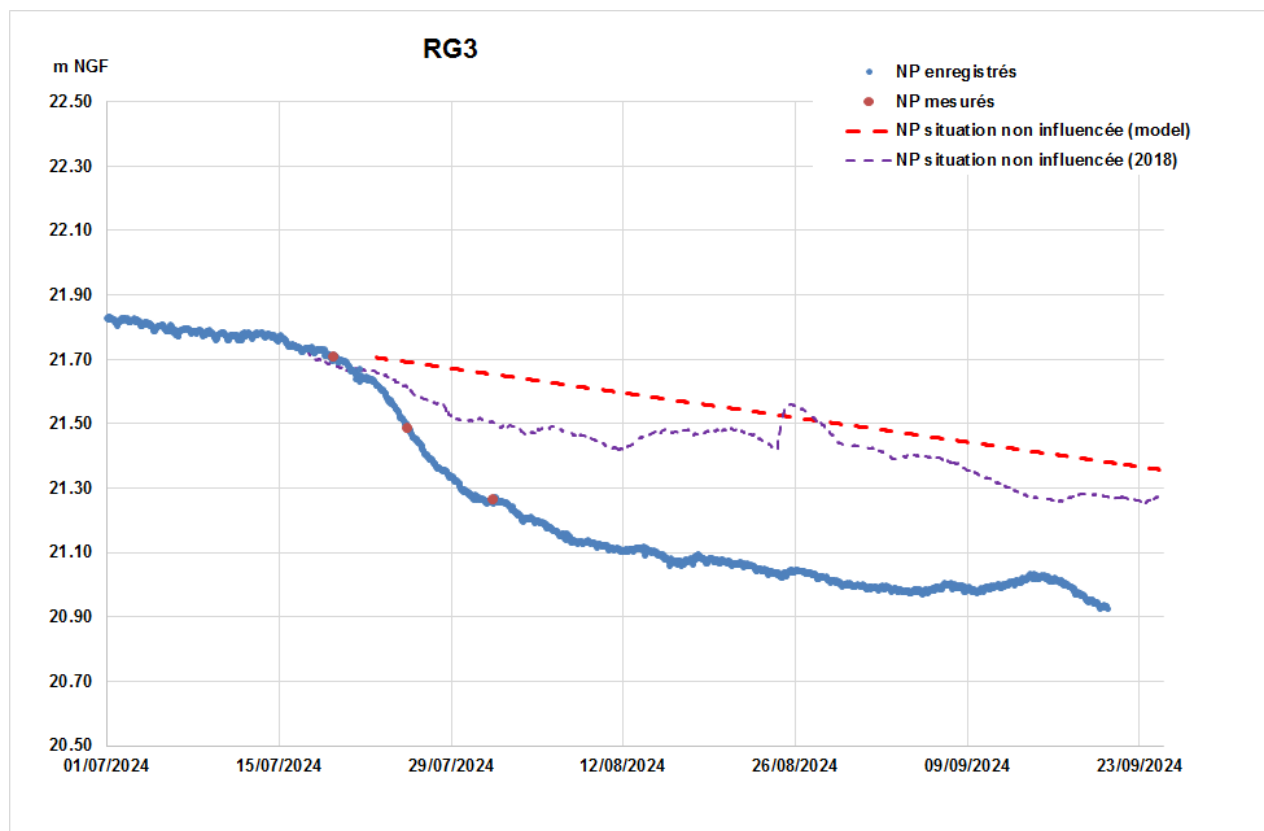


Les conditions hydrauliques exceptionnelles du premier semestre 2024, rarement observées par le passé, ont conduit à adapter le protocole d'interprétation des données de suivi de nappe, pour définir une situation non influencée.

Sans rentrer dans le détail méthodologique, deux approches ont été proposées pour reconstituer la piézométrie théoriquement non influencée par les travaux (analogie avec l'année 2018 qui présentait des conditions hydrologiques similaires et méthode de décroissance linéaire vers le niveau de nappe le plus bas). Elles donnent des résultats cohérents (± 10 cm).

Le graphe ci-dessous permet d'illustrer le type de résultat obtenu sur un piézomètre.

Figure 9 : Exemple de situations piézométriques observées durant les travaux.



Dans un second temps, à partir des impacts supposés des travaux (différence entre situation piézométrique observée et situation théorique non influencée), il est possible de calculer une carte des impacts des travaux sur la piézométrie de la nappe.

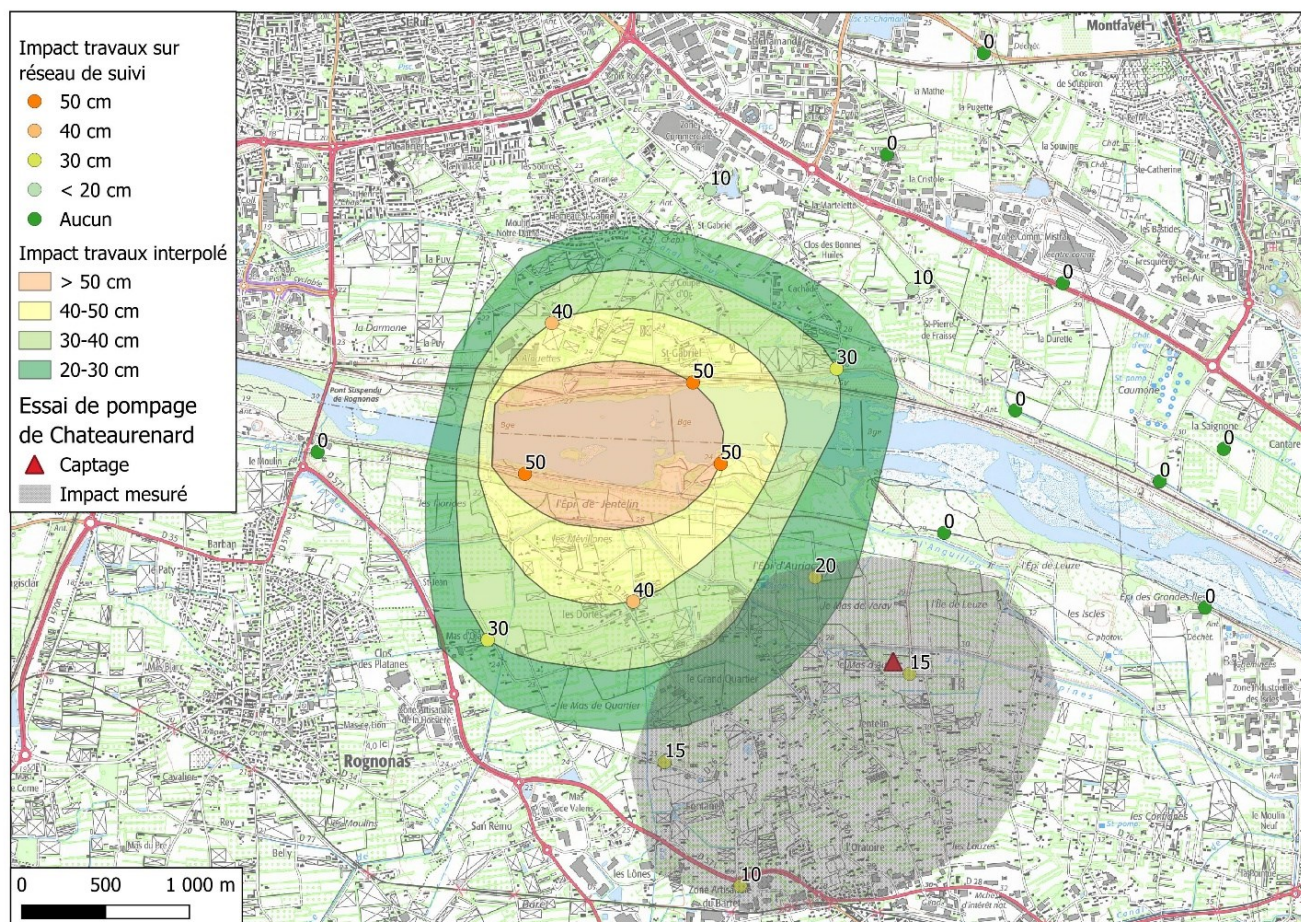
Un résultat important est que l'impact constaté des travaux sur la nappe est très proche des estimations issues de la démarche de modélisation de 2020, tant dans son périmètre que dans l'ordre de grandeur des baisses piézométriques.

Détaillons :

- On observe des baisses d'environ 50 cm en bordure des souilles
- En champ proche (environ 600 m), la baisse liée aux travaux est comprise entre 50 et 30 cm. A noter une légère dissymétrie entre rive droite et rive gauche : la zone d'impact semble plus étendue du côté Châteaurenard que du côté d'Avignon.

- En champ lointain, les impacts sont tellement faibles (>10 cm) qu'ils sont difficiles à estimer, en particulier en rive droite, au regard des autres facteurs influençant la piézométrie. De plus, sur la rive gauche, les observations sont « polluées » par le développement puis les tests de pompage réalisés durant l'été sur le champ captant d'Auriac-Lieuze ; ces travaux ont généré un sur-rabatement important sur une grande surface de la nappe.

Figure 10 : Carte des impacts piézométriques observés au 20 septembre (fin des travaux).



A noter que les hypothèses pessimistes d'impact « réhaussé » durant la phase chantier n'ont pas été constatées. Ceci s'explique notamment par la procédure retenue pour la réalisation des travaux de terrassement qui s'est attachée à abaisser le moins possible les niveaux d'eau, et à les suivre finement.

ANALYSE DES NIVEAUX DE NAPPE DE SEPTEMBRE 2024 A DECEMBRE 2025

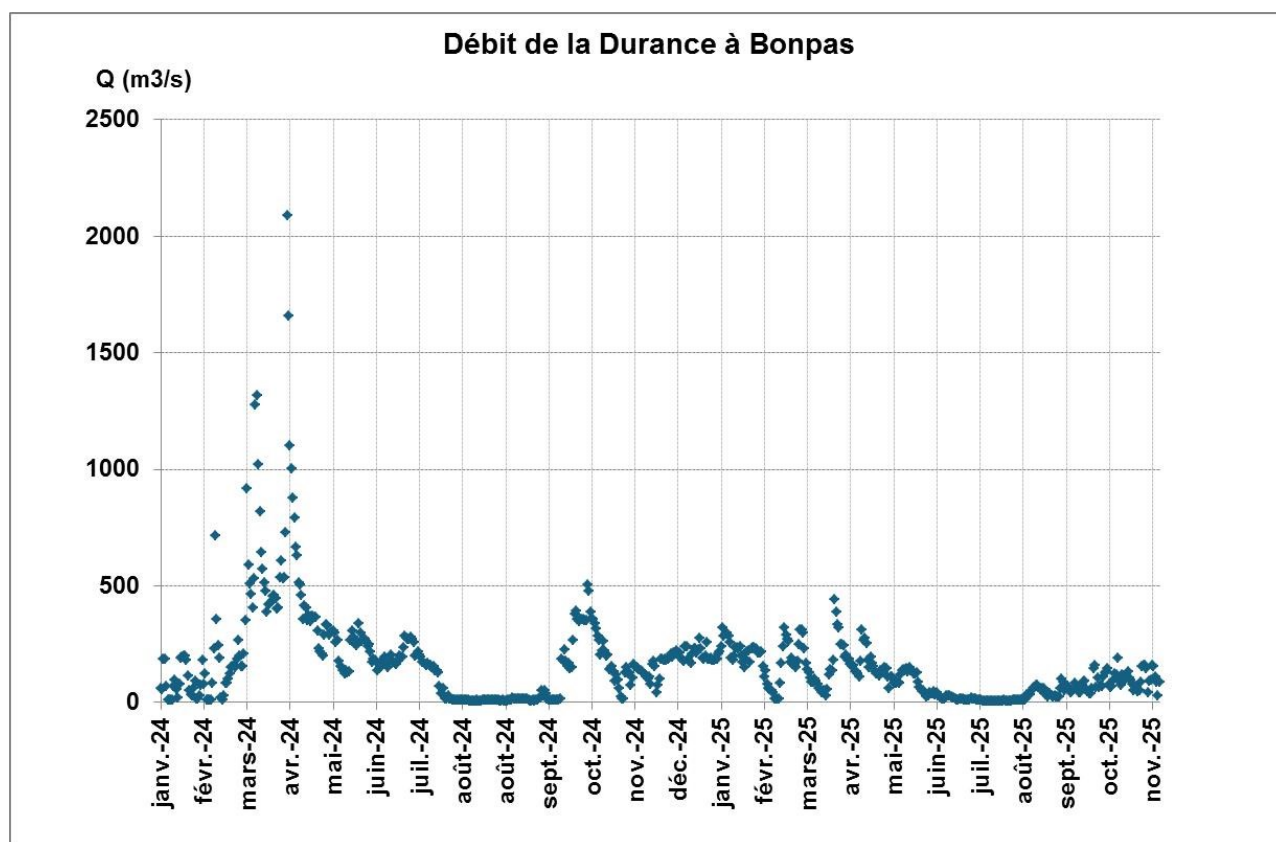
ELEMENTS DE CONTEXTE

Une année 2025 atypique

La fin des travaux en septembre 2024 a été suivie par une période hivernale 2024-2025 atypique. On peut en effet noter l'absence de crues majeures, supérieures à 500 m³/s.

De fin septembre 2024 à fin mai 2025, le débit de la Durance à Bonpas a été principalement régulé par les restitutions avec des débits proches de 200 m³/s ; on observe 6 petits épisodes de crues avec des débits variant pendant quelques de jours de 200 à 500 m³/s.

Figure 11 : Débit de la Durance à Bonpas en 2024 et 2025



C'est une observation importante : depuis les travaux d'abaissement des seuils, il n'y a donc pas eu de grandes crues morphogènes.

ÉVALUATION DES IMPACTS POST-TRAVAUX

Pour essayer de caractériser les impacts de l'abaissement des seuils sur la piézométrie, il est nécessaire de contextualiser les variations au regard des facteurs explicatifs principaux :

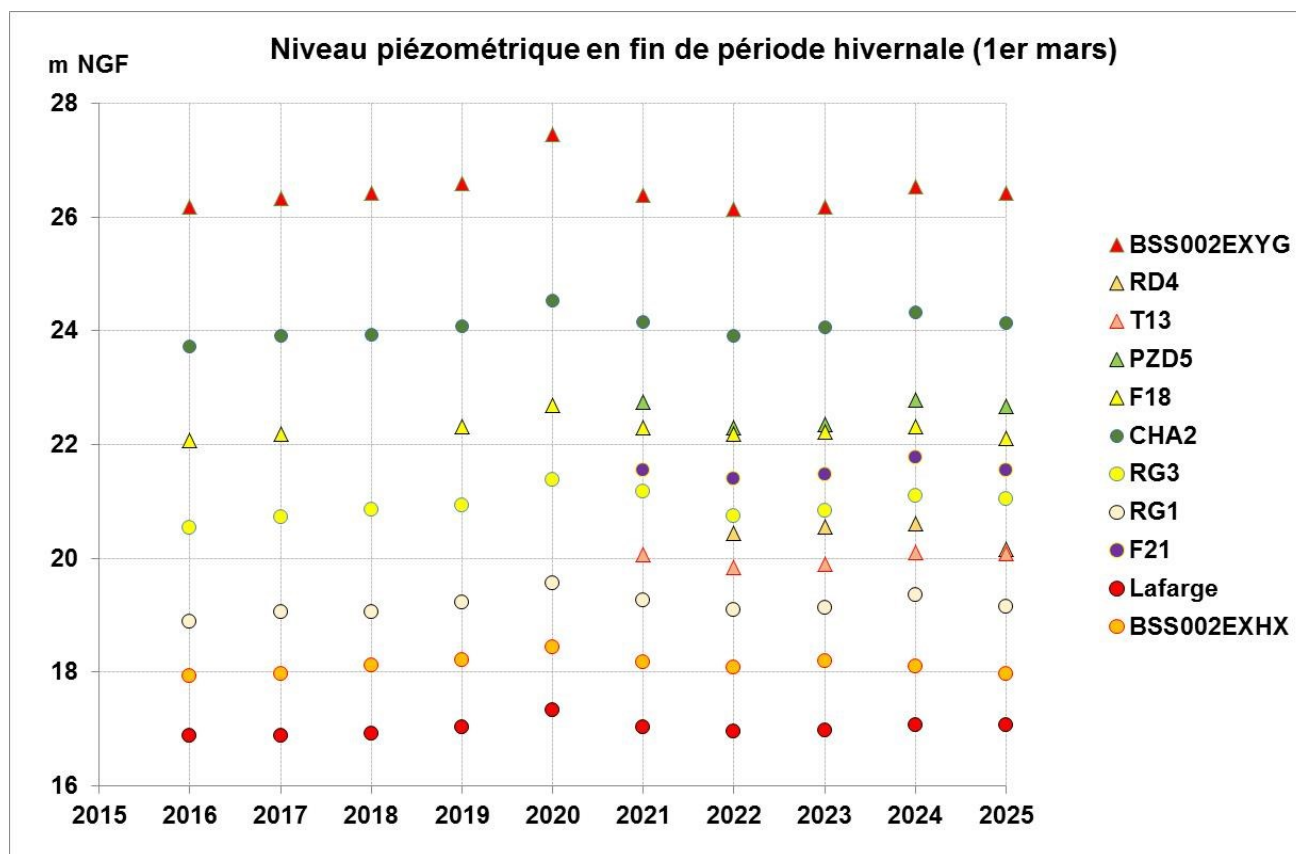
- En situation hivernale, c'est l'hydraulicité de la Durance qui contraint fortement les variations piézométriques.
- En début de situation estivale, c'est autant le débit de la Durance que les volumes distribués pour l'irrigation gravitaire, qui contrôlent les variations piézométriques.

Nous proposons donc ci-dessous une recherche d'année analogue pour pouvoir comparer les niveaux piézométriques enregistrés en 2025 avec ceux d'une année supposée de référence.

Situation hivernale

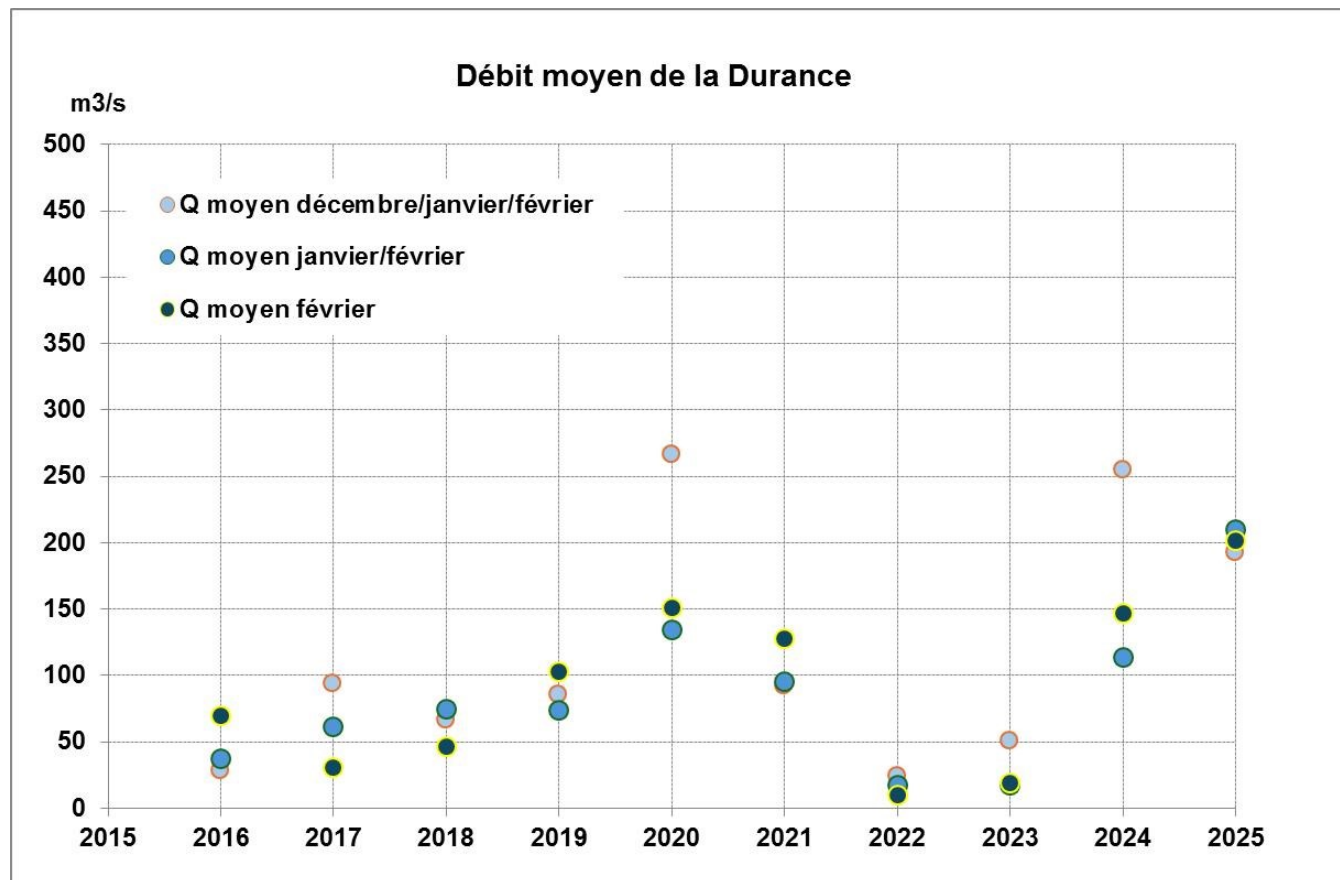
Le graphe ci-dessous présente les minimas piézométriques enregistrés de 2016 à 2025. Rappelons qu'il ne faut pas faire de comparaison directe car l'année 2025 est influencée par les travaux.

Figure 13 : Minimas piézométriques hivernaux de 2016 à 2025.



Pour identifier une année de référence, nous avons caractérisé chaque année par des moyennes de débit sur 1, 2 et 3 mois avant le 1^{er} mars qui marque peu ou prou la période des minima piézométriques.

Figure 14 : Débits moyens de la Durance en période hivernale.



Avec cette approche, on peut de nouveau constater le caractère atypique de l'année 2025, très marquée par les restitutions ; les moyennes de débit sur 1, 2 et 3 mois avant le 1^{er} mars sont très proches de 200 m³/s.

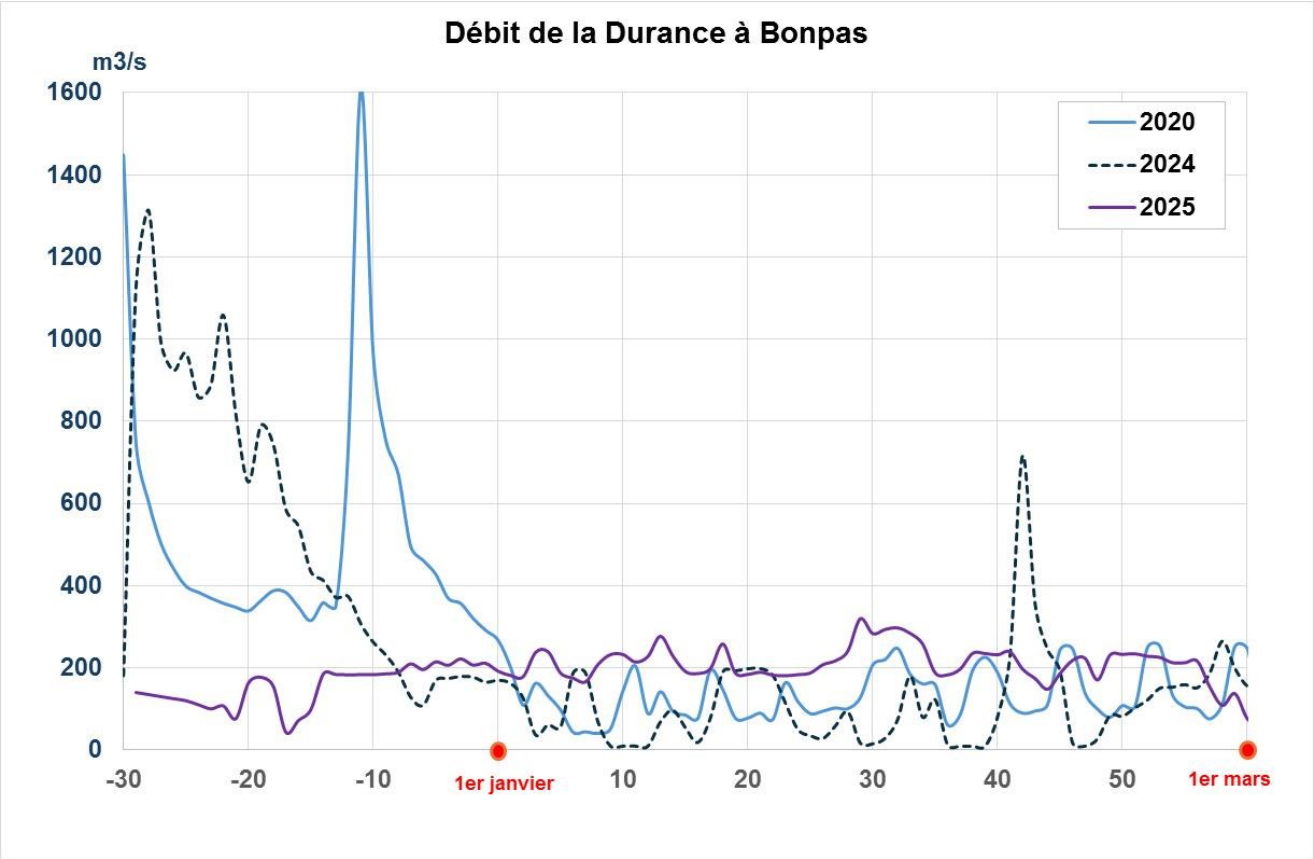
Ce fonctionnement hydrologique n'a jamais été observé ces dix dernières années.

Deux années se rapprochent des conditions observées en 2025 : les années 2020 et 2024. Elles restent toutefois marquées par des hydraulicités plus faibles que celle enregistrée en 2025 (Q moyen en février de l'ordre de 150 m³/s).

On peut donc proposer l'année 2025 comme favorable à des niveaux piézométriques hauts durant la période hivernale.

Le graphe ci-dessous permet de visualiser les variations de débit pour ces trois années et de constater que l'année 2020 est plus proche des variations observées en 2025 que 2024 (influence plus forte des restitutions que des crues).

Figure 15 : Débits hivernaux de la Durance en 2020, 2024 et 2025.



Le tableau ci-dessous donne les minimas piézométriques mesurés sur un nombre choisi de piézomètres.

	Minima hivernal						NP 2020 - NP 2025
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
RG3	21.38	21.18	20.74	20.83	21.11	21.05	0.33
RG1	19.57	19.27	19.09	19.13	19.35	19.15	0.42
Lafarge	17.34	17.03	16.95	16.98	17.07	17.07	0.27
F18	22.69	22.31	22.18	22.22	22.32	22.12	0.57
CHA2	24.54	24.15	23.91	24.06	24.32	24.13	0.41
F21	No data	21.56	21.41	21.47	21.78	21.55	
RD4	No data	No data	20.44	20.55	20.61	20.16	
T13	No data	20.07	19.85	19.9	20.11	20.08	
PZD5	No data	22.75	22.31	22.35	22.78	22.68	
PZ4	No data	22.23	22.08	22.22	22.45	22.2	

Notons que malheureusement, pour un nombre important de piézomètres, nous ne disposons pas de données en 2020.

Si on considère les différences constatées entre 2025 et 2020, on retrouve des baisses de l'ordre de 50 cm en bordure de rivière au droit des seuils (RG1 et F18), plus modéré à l'aval des souilles (Lafarge). A noter que le piézomètre LAFARGE est situé en dehors de la zone d'influence théorique d'impact de modification des seuils (500 m à l'aval du S68) ; cela indique a priori une différence de débit dans la Durance plus que l'influence des travaux. On observe aussi une baisse d'environ 30 cm en champ proche (distance de 600 m des souilles).

Notons de plus que les piézomètres localisés en dehors de la limite supposée d'impact (T13, PZD5, PZ4) montrent des piézométries stables en 2025 par rapport aux années antérieures.

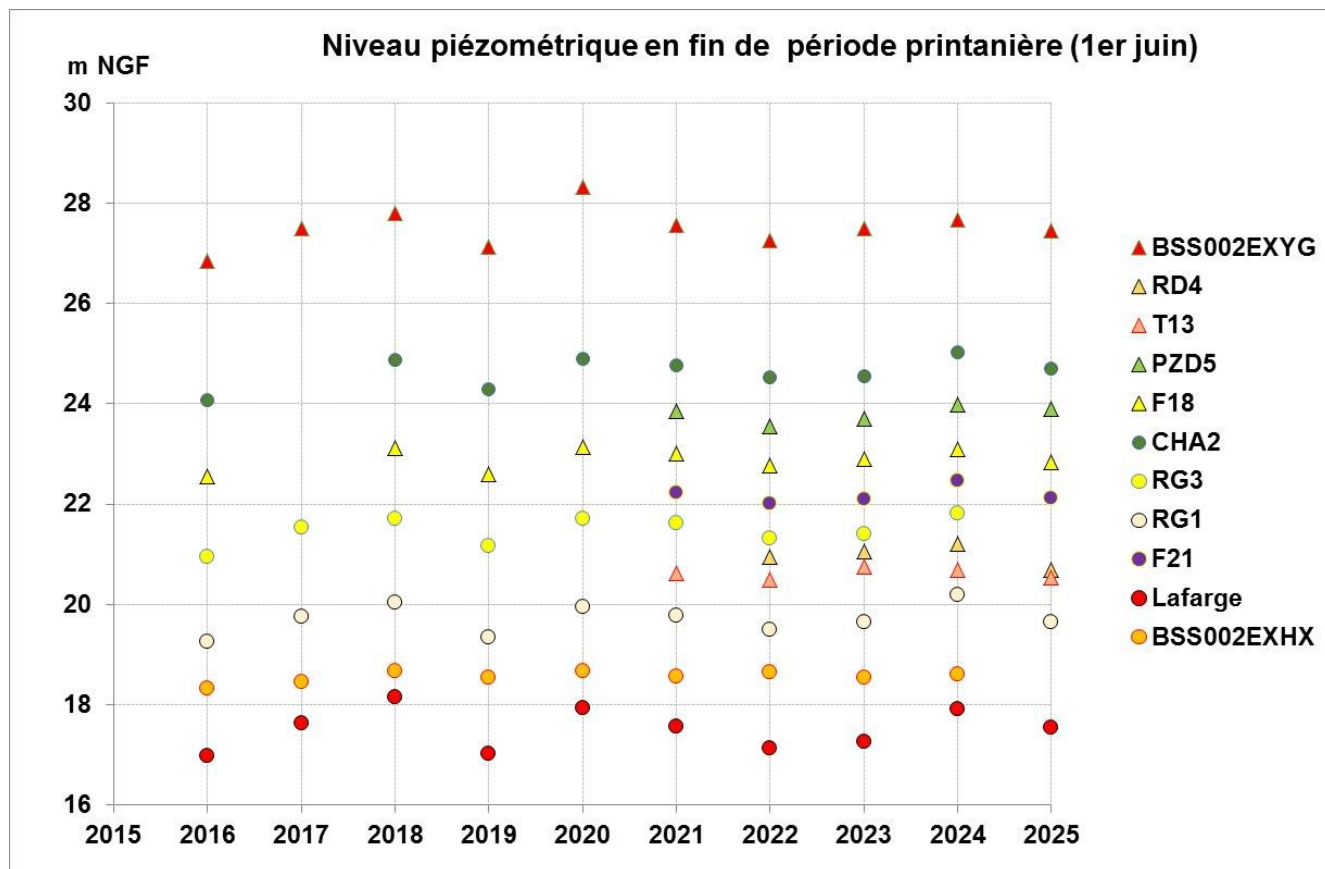
Cette interprétation est cohérente avec les minimas piézométriques observés les autres années.

Situation printanière

Nous avons reproduit la même analyse sur les niveaux piézométriques au 1^{er} juin ; cette date a été choisie comme représentative du débit de la période estivale.

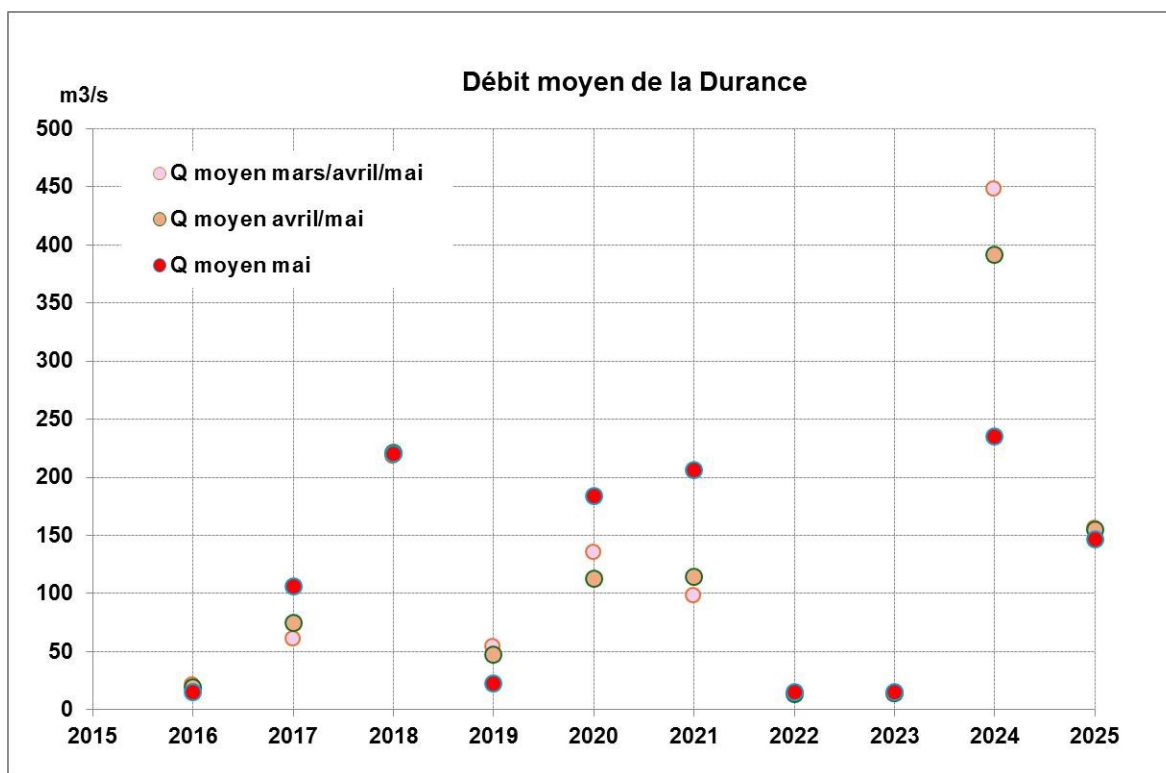
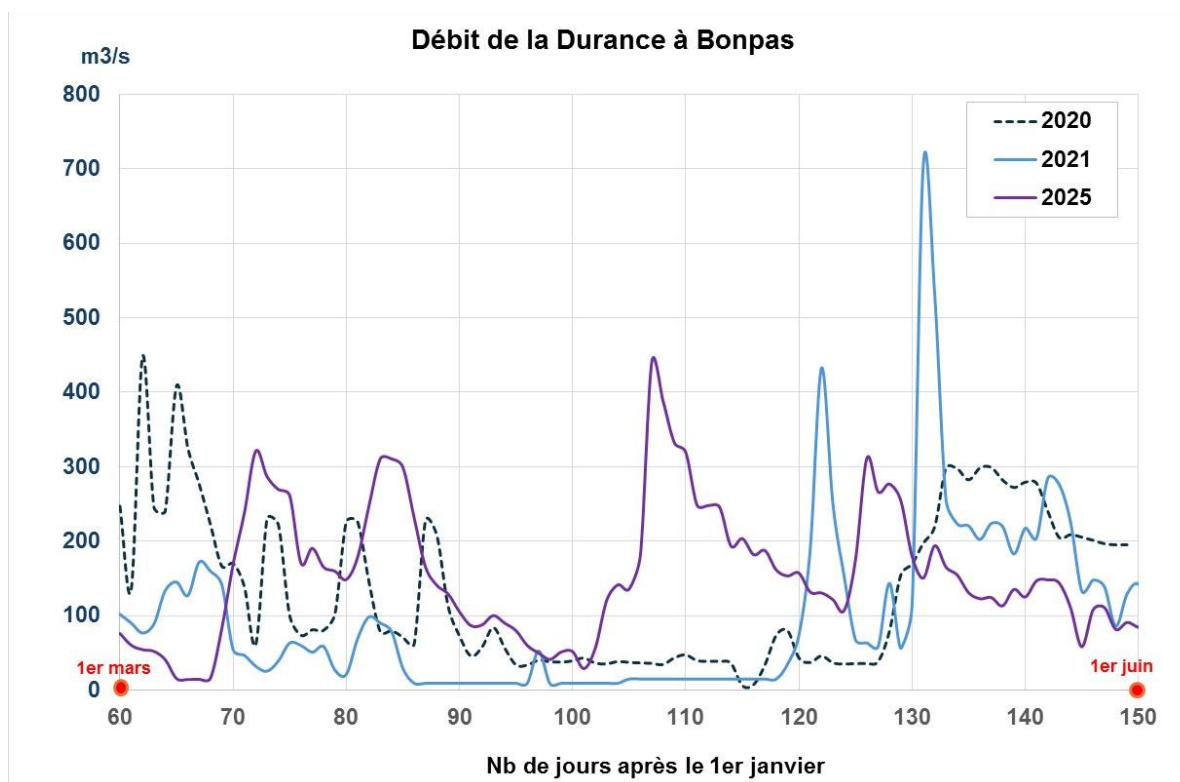
Le graphe ci-dessous donne les niveaux piézométriques enregistrés à cette date entre 2016 et 2025.

Figure 16 : Niveaux piézométriques de 2016 à 2025.



De nouveau, on peut essayer de chercher une année de référence en observant l'hydraulicité de la Durance les mois avant juin. Attention, contrairement à la même approche proposée sur la période hivernale, il y a un biais potentiel lié à l'irrigation. On fait ici l'hypothèse que les volumes distribués par l'irrigation gravitaire sont peu ou pour identiques sur la dernière décennie.

De nouveau, c'est l'année 2020 qui semble la plus proche de 2025.

Figure 17 : Débits moyens de la Durance en période hivernale.*Figure 18 : Débits printaniers de la Durance en 2020, 2021 et 2025.*

Le tableau ci-dessous donne les minimas piézométriques mesurés sur un nombre choisi de piézomètres.

	Toit de la nappe au 1er juin						NP 2020 - NP 2025
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
RG3	21.71	21.63	21.32	21.41	21.81	No data	
RG1	19.96	19.78	19.49	19.64	20.18	19.64	0.32
Lafarge	17.94	17.56	17.13	17.25	17.9	17.55	0.39
F18	23.14	23.01	22.78	22.9	23.1	22.83	0.31
CHA2	24.89	24.78	24.53	24.55	25.04	24.71	0.18
F21	No data	22.24	22.01	22.1	22.48	22.13	
RD4	No data	No data	20.94	21.05	21.2	20.68	
T13	No data	20.63	20.49	20.75	20.68	20.53	
PZD5	No data	23.86	23.56	23.71	23.98	23.9	
PZ4		22.85	22.67	22.75	23.06	22.29	

De nouveau, cette approche met en évidence des baisses dans la zone d'impact de 50 à 30 cm.

Cette interprétation est cohérente avec les niveaux piézométriques observés les autres années au 1^{er} juin.

Comme pour la période hivernale, on remarque que les piézomètres localisés en dehors de la limite supposée d'impact en rive droite de la Durance (T13, PZD5, PZ4) montrent des piézométries stables en 2025 par rapport aux années antérieures.

Ce n'est pas le cas en rive droite avec le PZ4 qui montre une chute piézométrique de 30 à 50 cm par rapport aux années antérieures. Rappelons que ce piézomètre est localisé au début du sillon de Graveson Maillane, qui est affecté dans sa partie aval de nombreux forages agricoles ; au vu de notre connaissance du secteur, il est logique et probable que cette baisse de nappe en période estivale soit plus expliquée par les forages agricoles en champ proche que les travaux d'abaissement des seuils en Durance.

SYNTHESE ET RECOMMANDATIONS

Les données de débit à Bonpas et les chroniques de piézométrie collectées depuis septembre 2024 montrent que les impacts piézométriques n'ont pas ou peu évolué depuis les travaux. Les ordres de grandeur des baisses de nappe consécutives liées aux travaux d'abaissement des seuils sont identiques à celles observées à la fin de l'été 2024.

Citons :

- Baisse d'environ 50 cm en bord de Durance.
- Baisse 50 à 30 cm sur une bande de 100 à 600 m de la Durance.

Les données disponibles confirment l'absence d'impacts significatifs (>30 cm) au lointain.

Ceci étant, il faut considérer ces résultats comme provisoires.

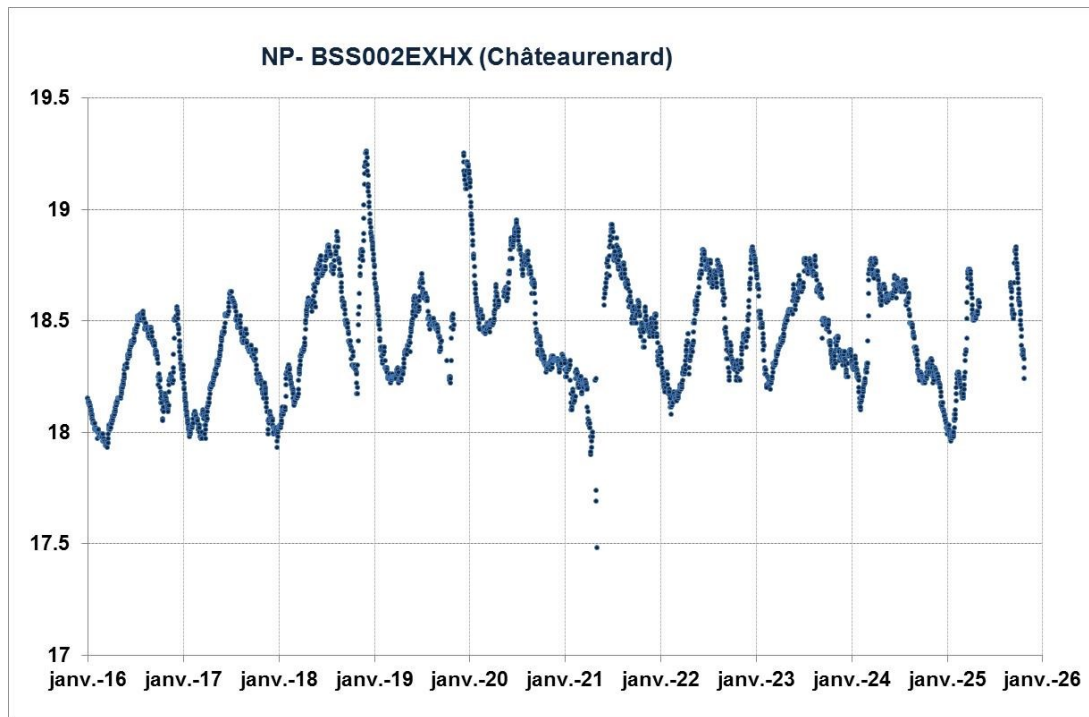
L'année 2025 est en effet une année atypique d'un point de vue de l'hydraulicité de la Durance avec l'absence de crues supérieures à 500 m³/s. Il est possible et probable que les conditions d'échange des relations entre la Durance et sa nappe alluviale n'aient pas évoluée de façon significative depuis les travaux de l'été 2024 (peu d'export de limons).

Au vu de ce constat, conformément aux engagements du SAMVD et dans le respect des de l'AP d'autorisation des travaux, il est vivement recommandé de conserver le dispositif de suivi en intégralité au moins une année de plus, en espérant observer des crues majeures susceptibles de modifier le niveau d'enlèvement des souilles. Il faudra alors renouveler les approches proposées dans ce rapport pour essayer de déterminer les impacts de long terme sur les niveaux de nappe.

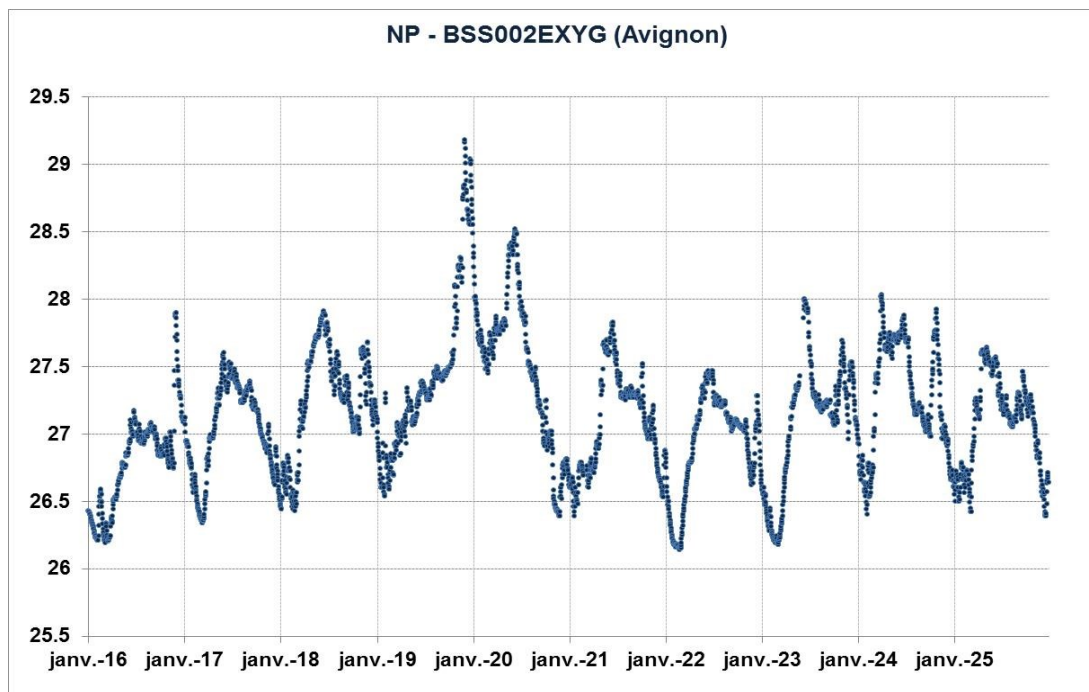
A ce sujet, rappelons que le SMAVD s'est engagé à poursuivre le suivi sur une durée de 3 à 5 après les travaux.

ANNEXE : CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES

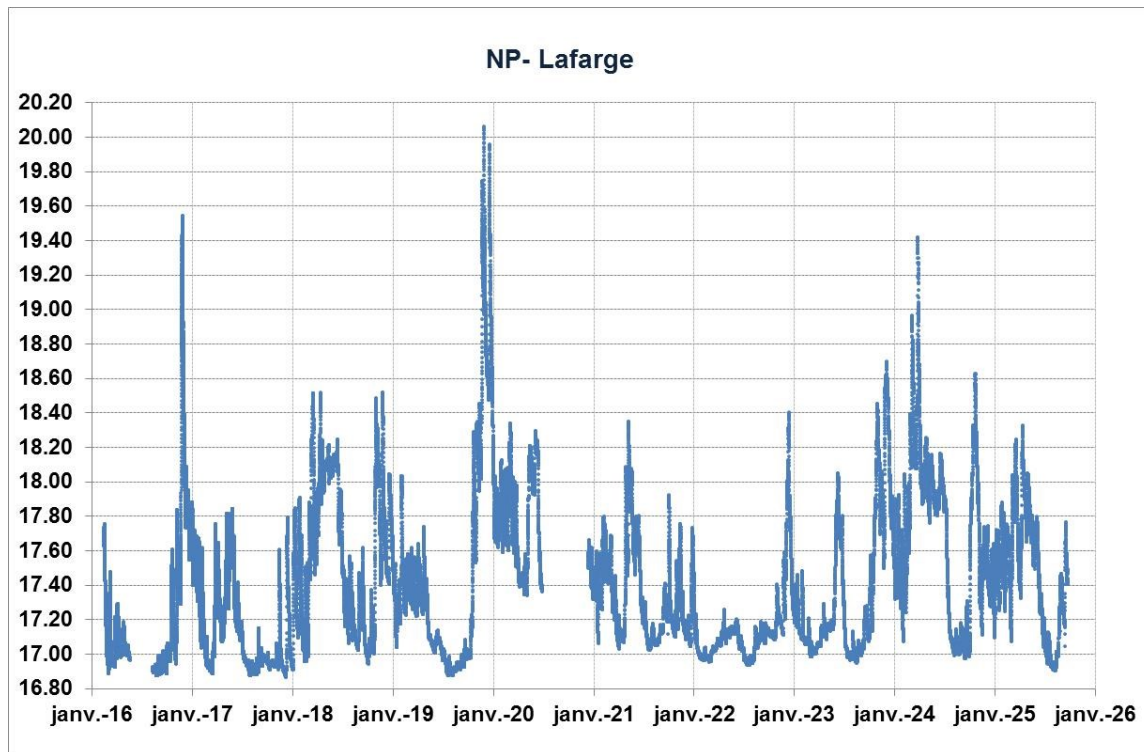
BSS002EHXH



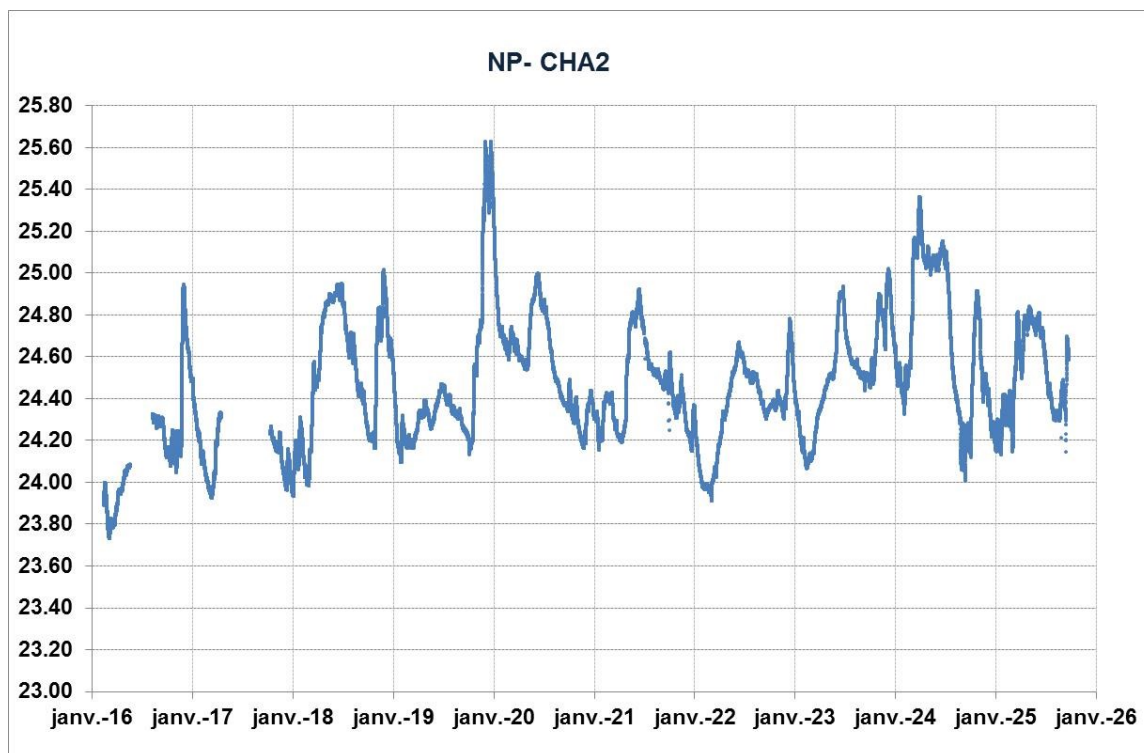
BSS002EXYG



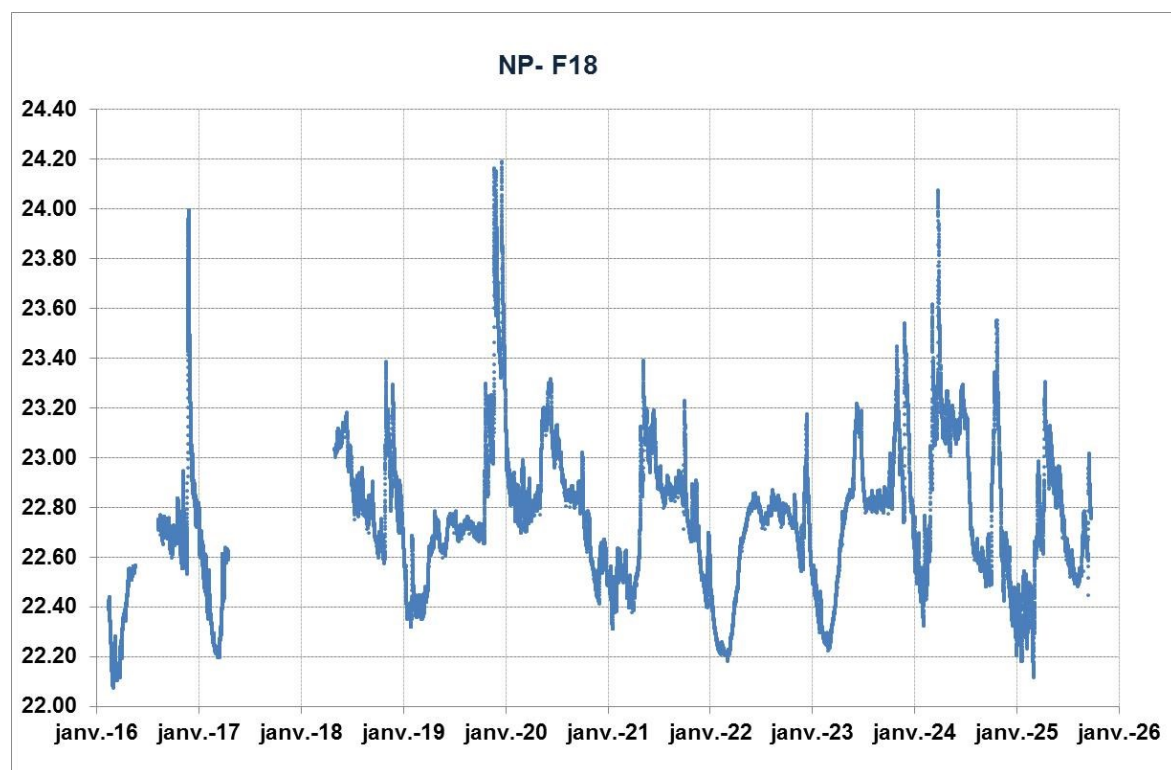
LAFARGE



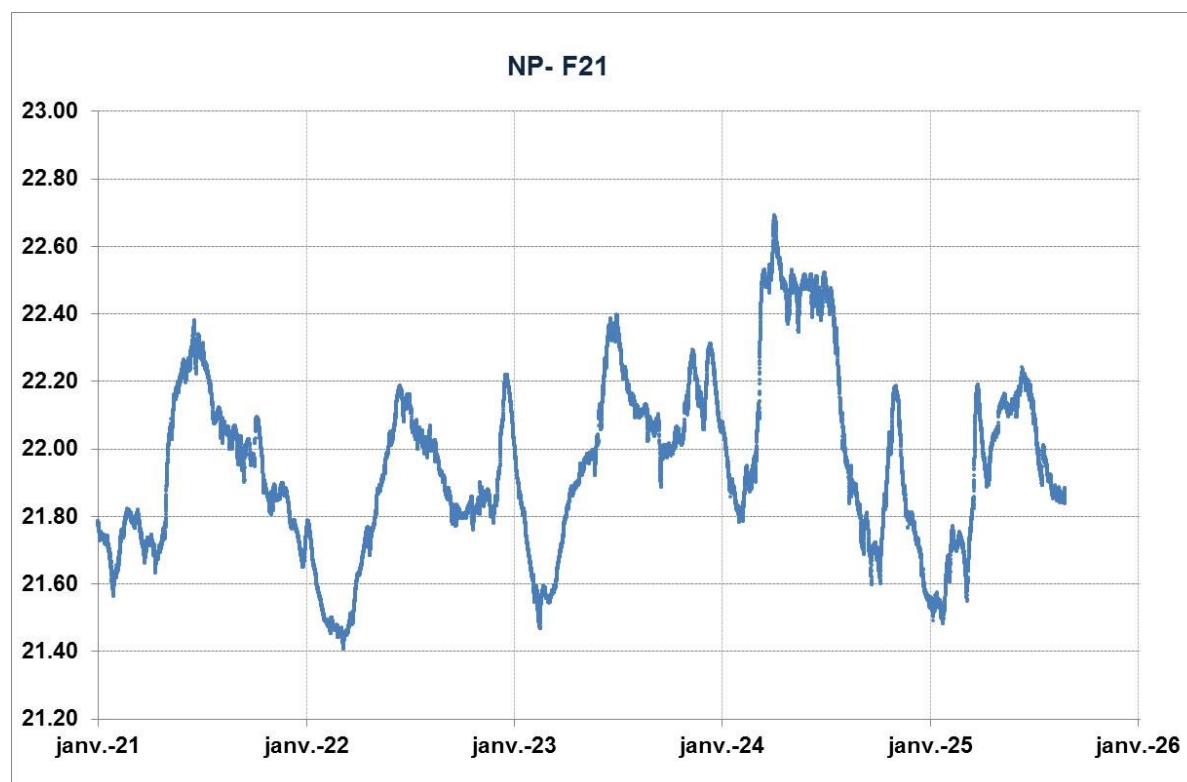
CHA2



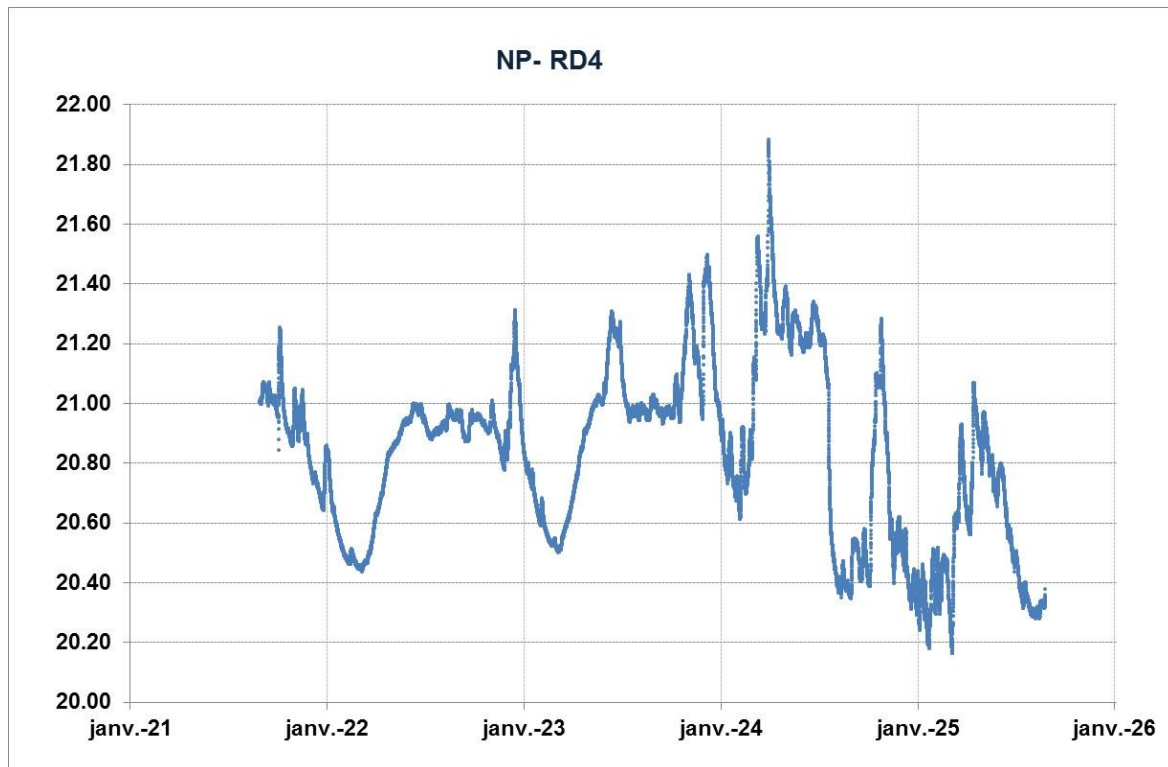
F18



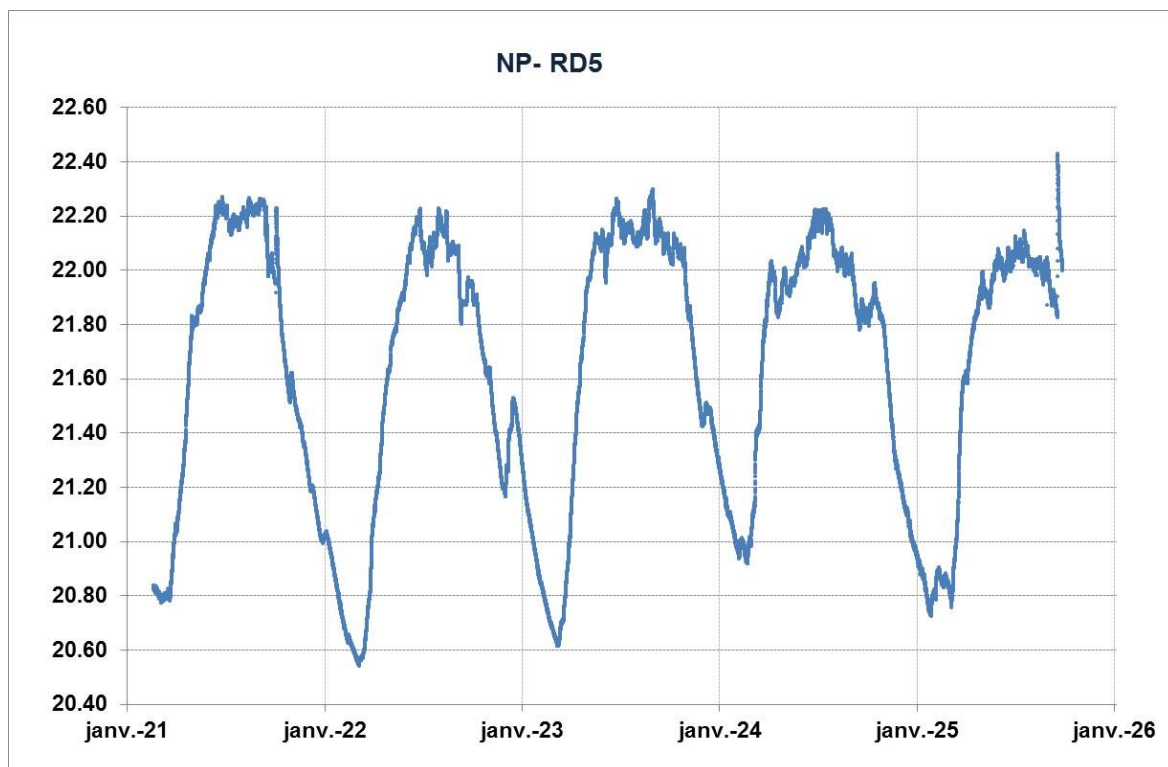
F21



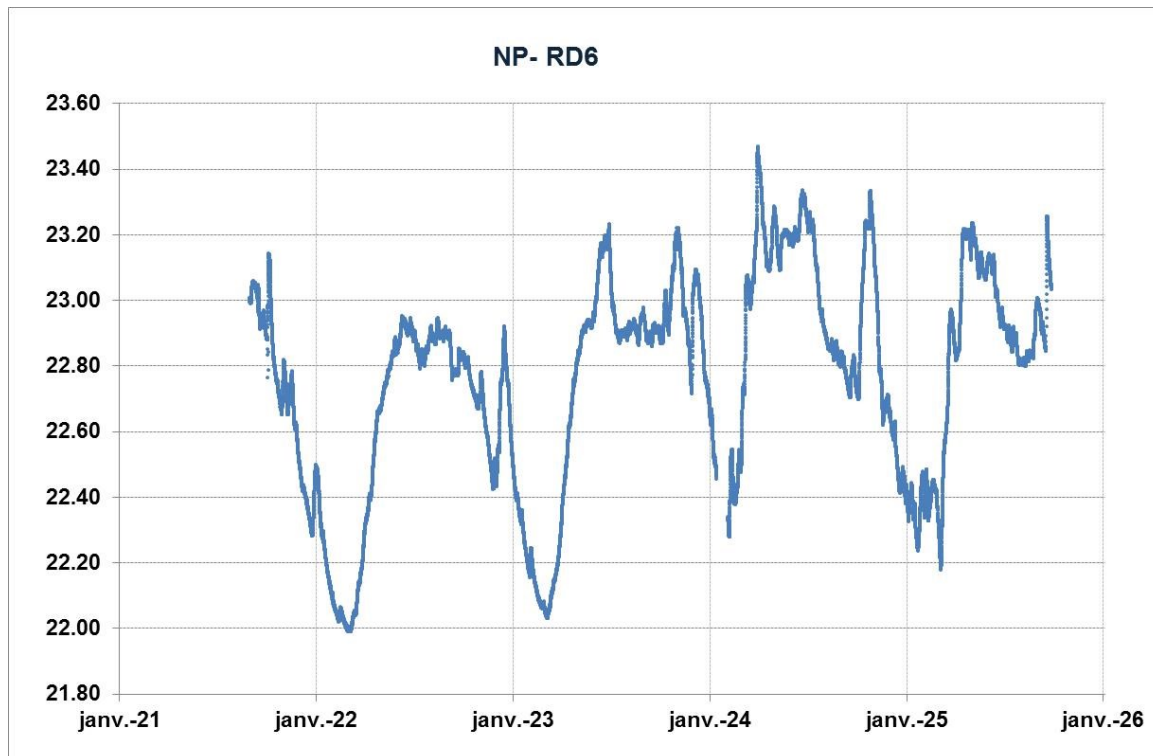
RD4



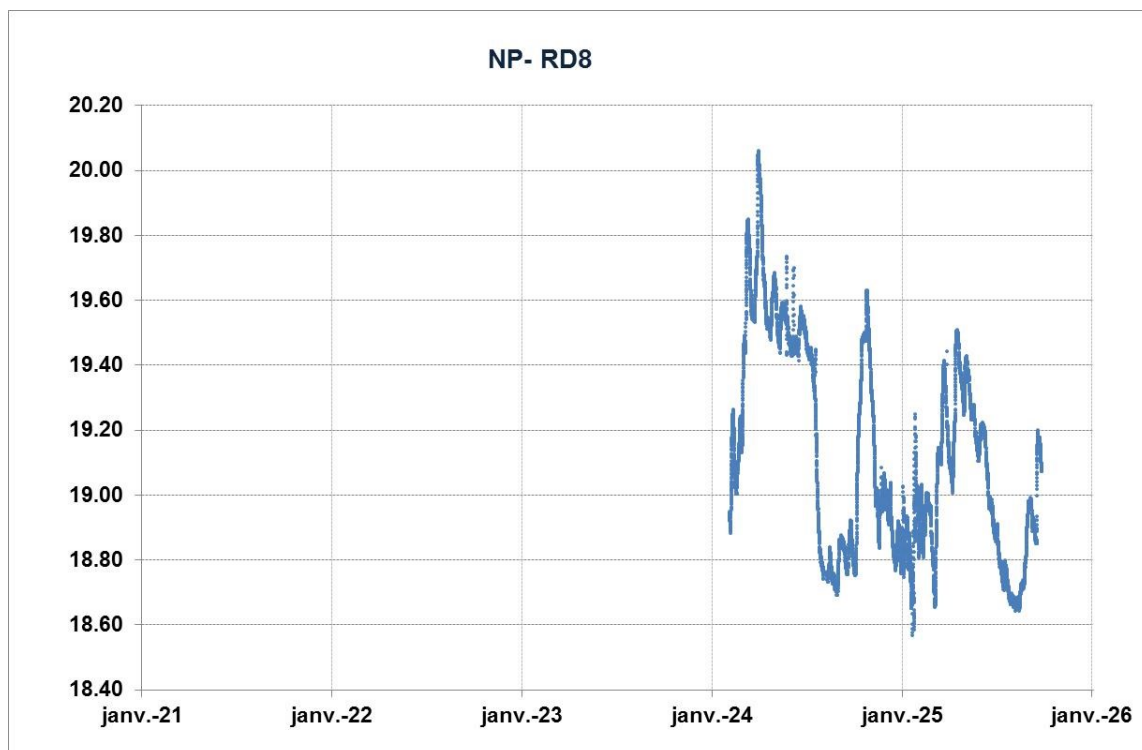
RD5



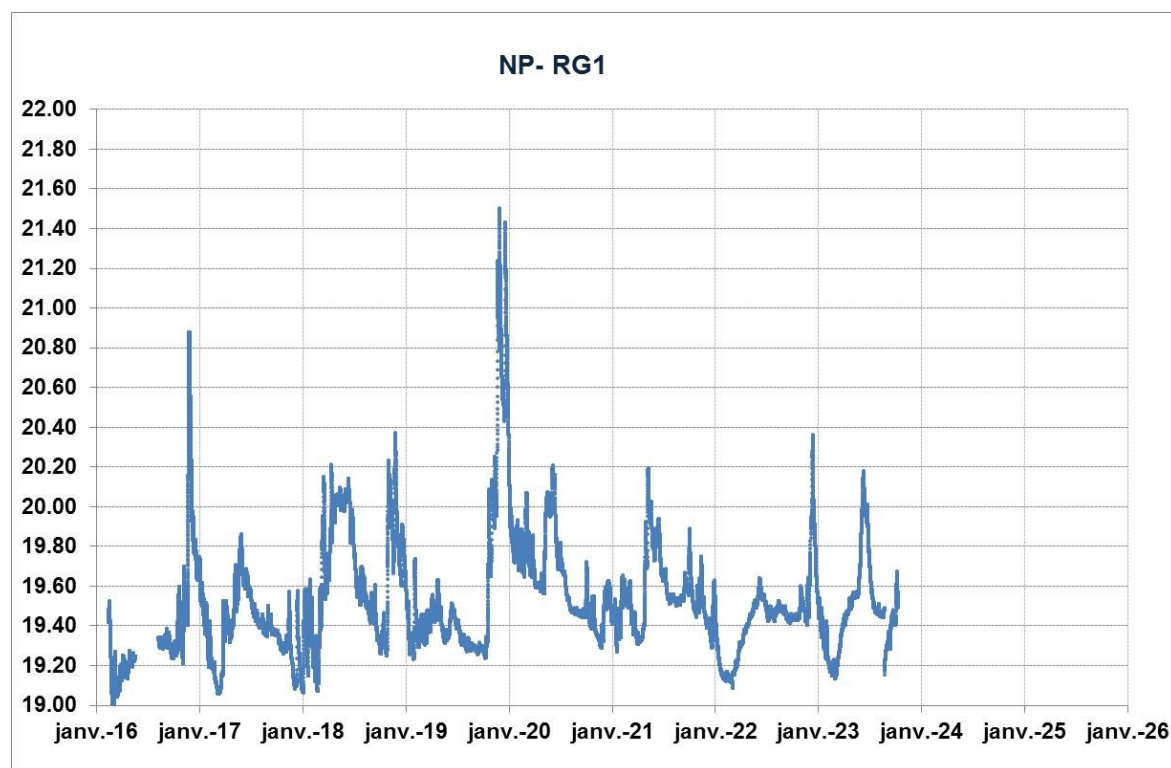
RD6



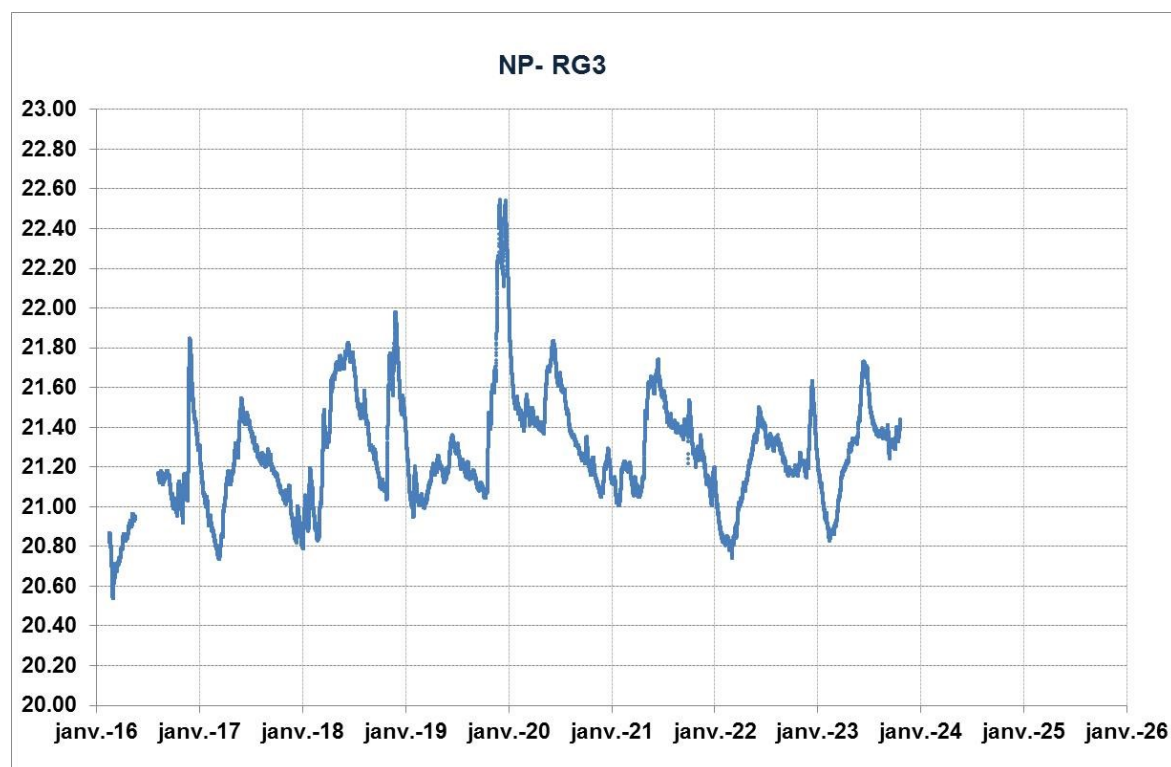
RD8



RG1



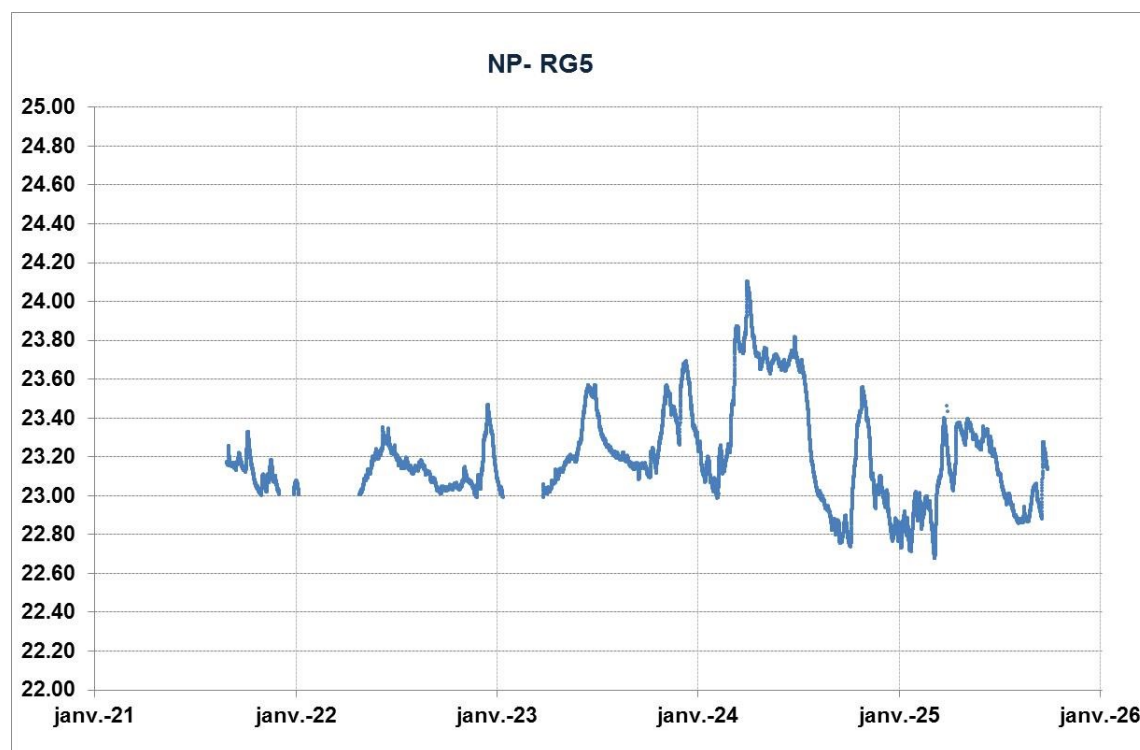
RG3



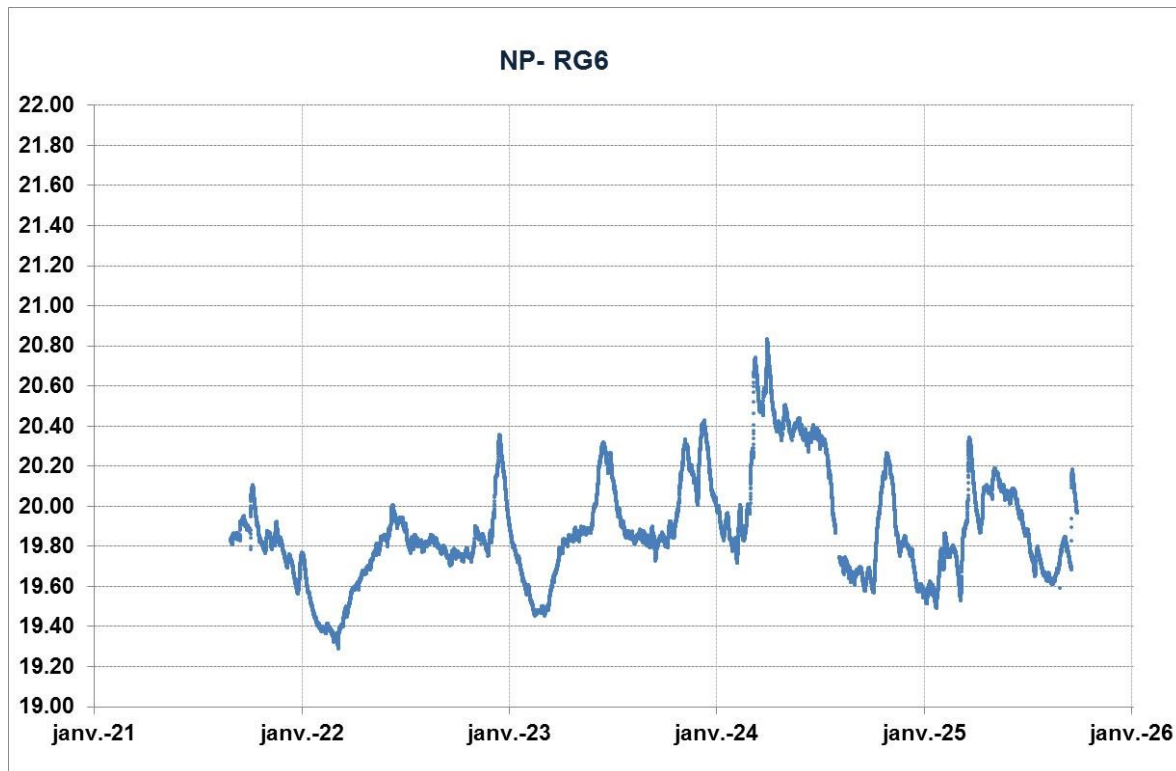
RG4



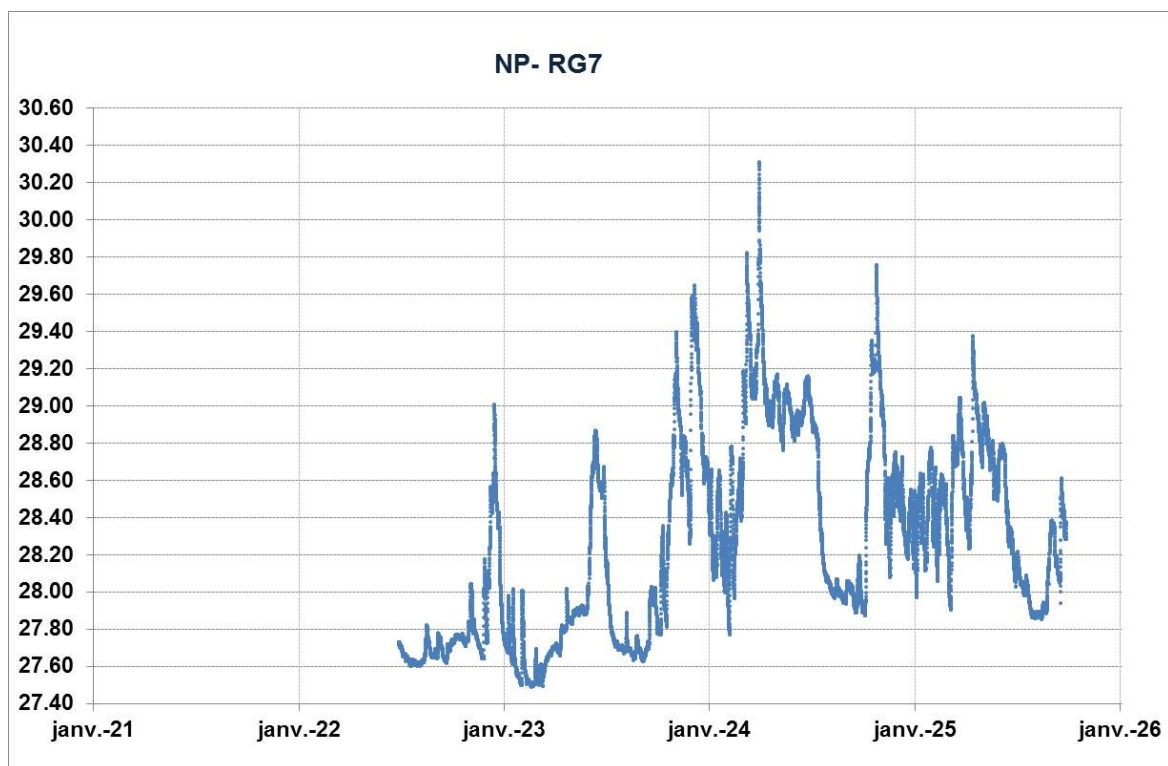
RG5



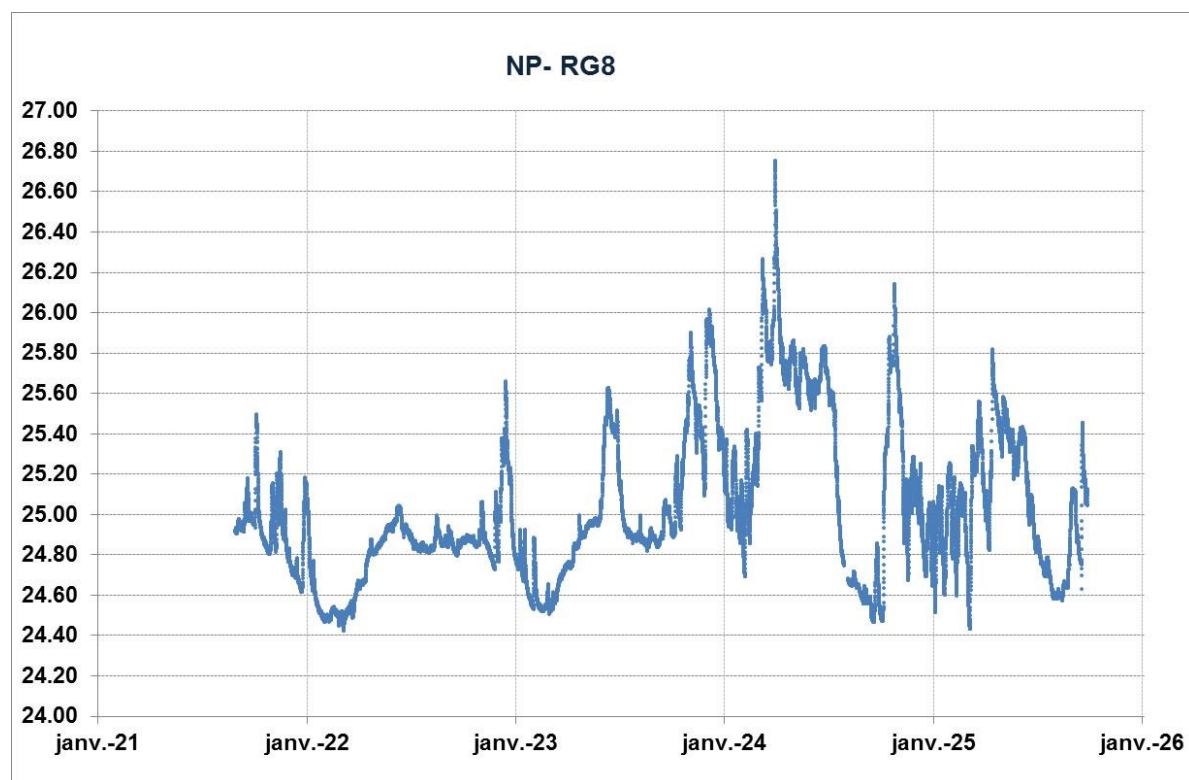
RG6



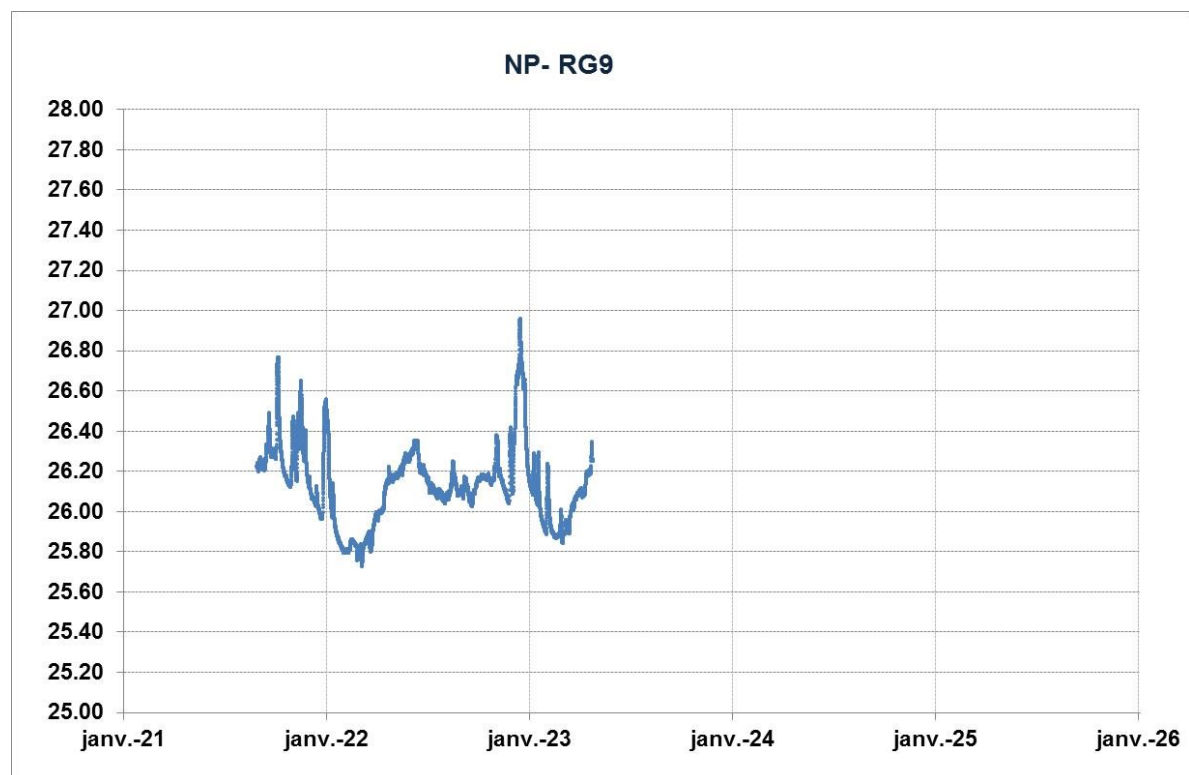
RG7

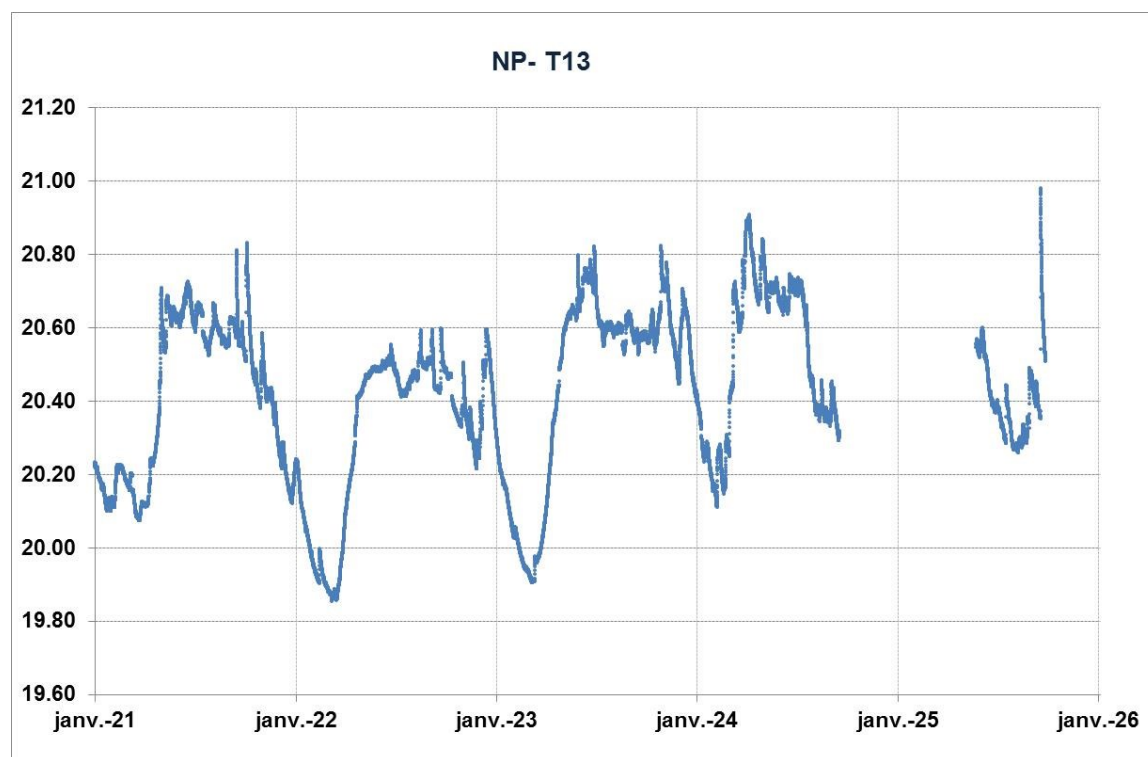
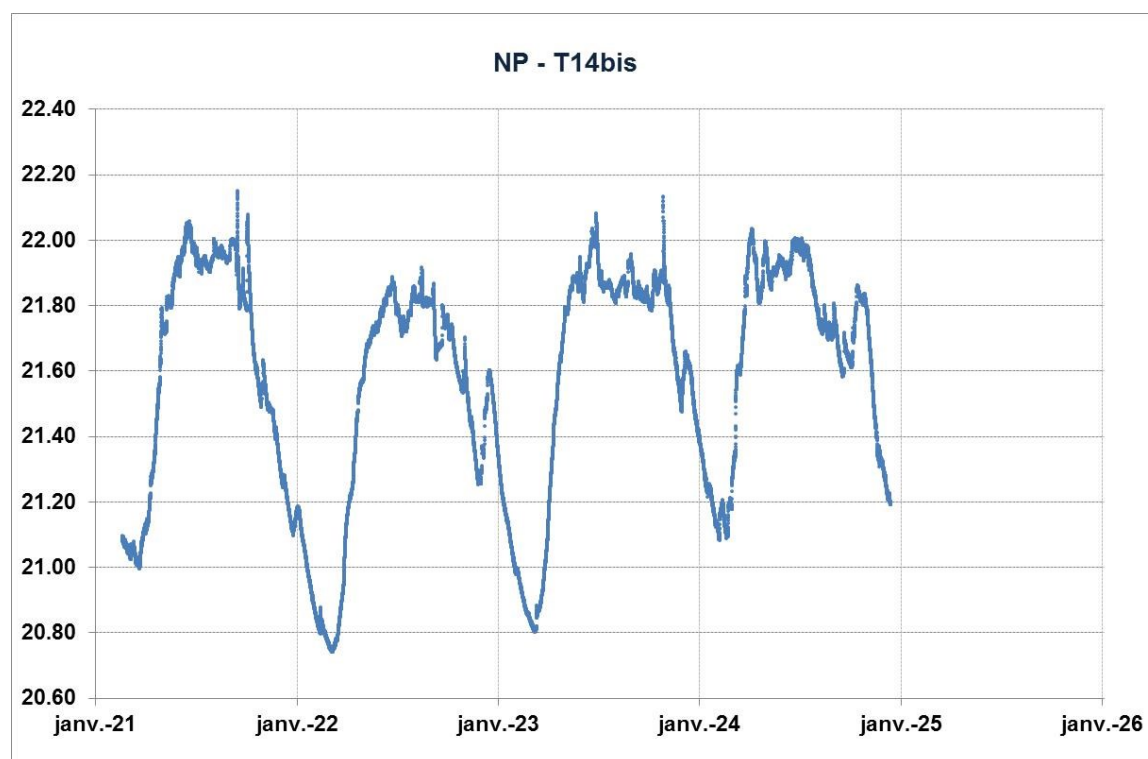


RG8



RG9

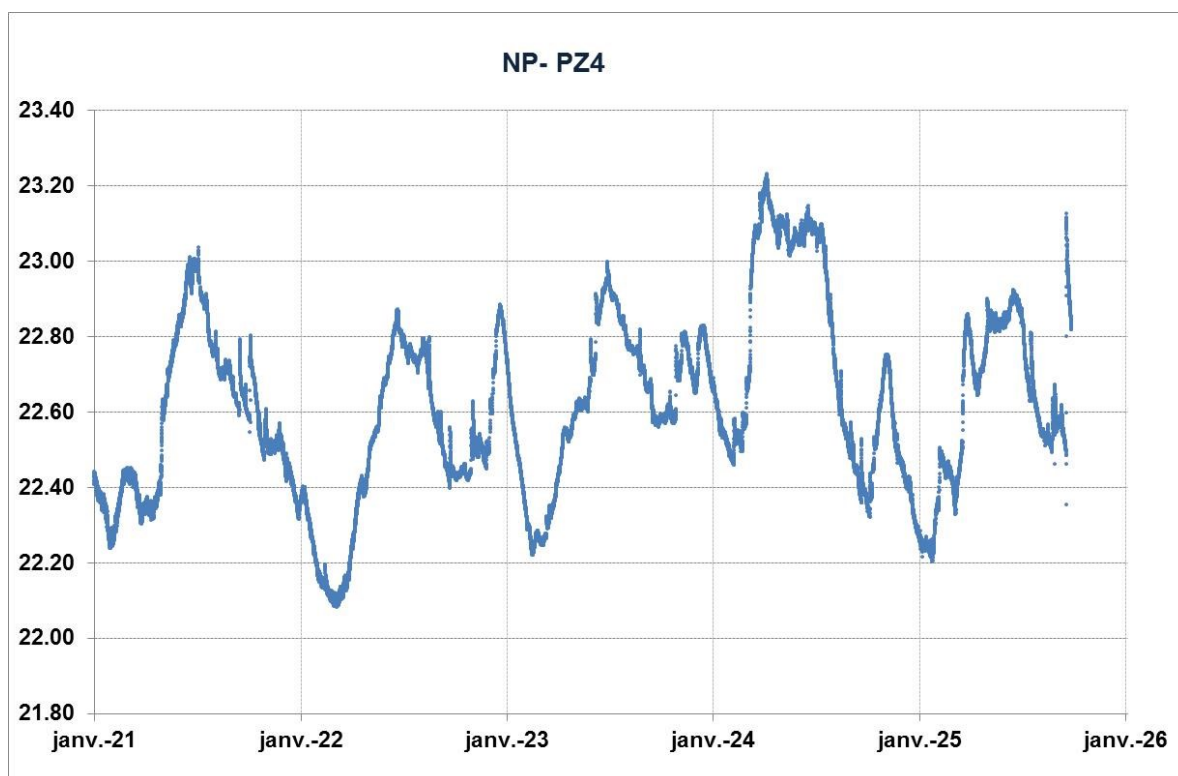


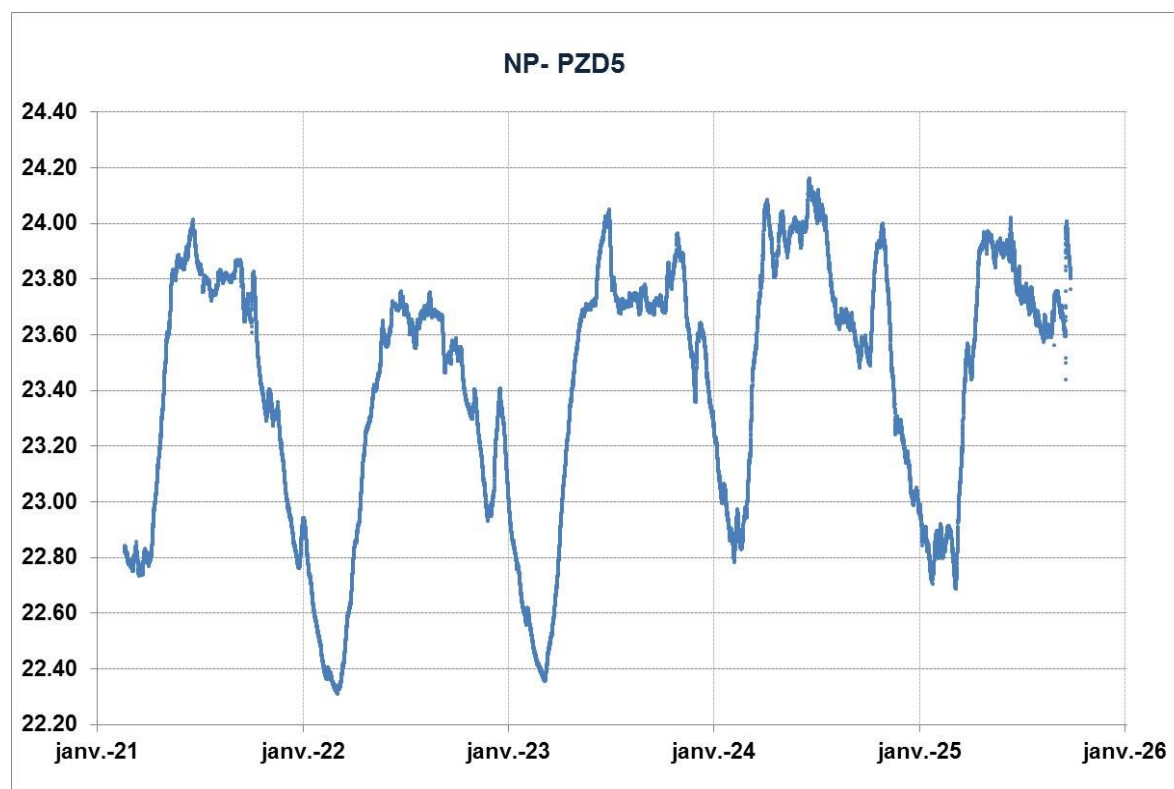
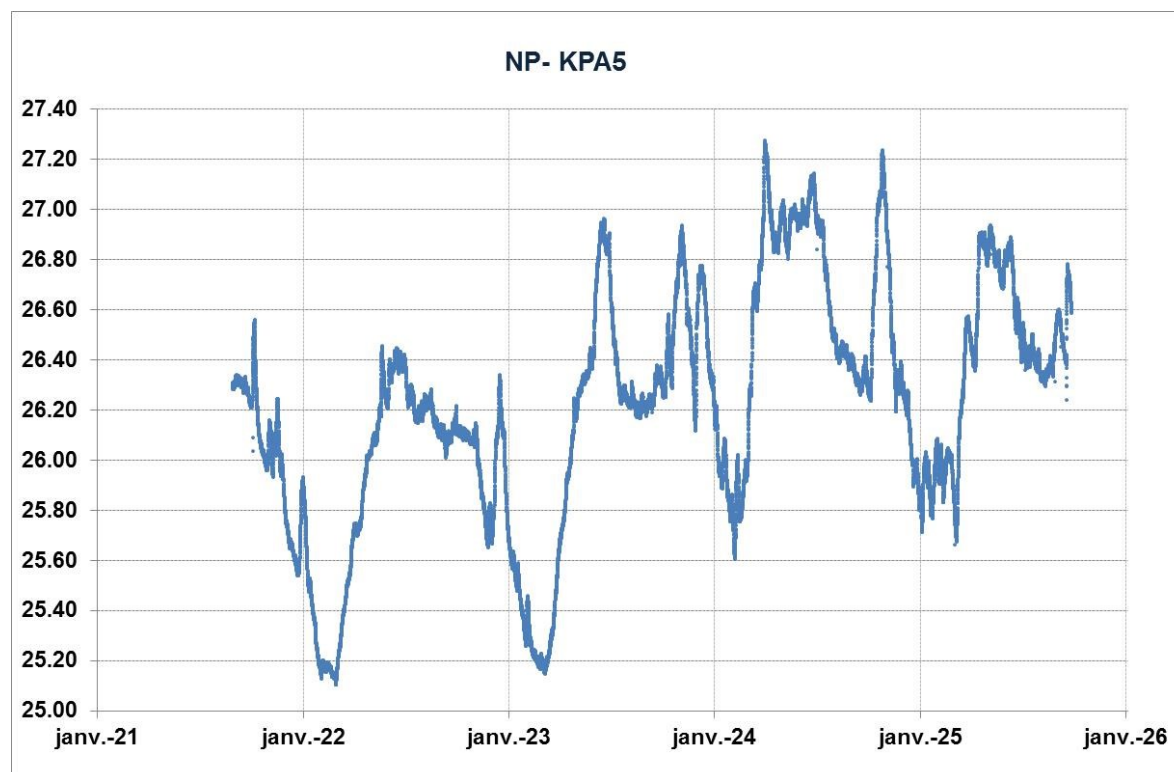
T13**T14bis**

T14

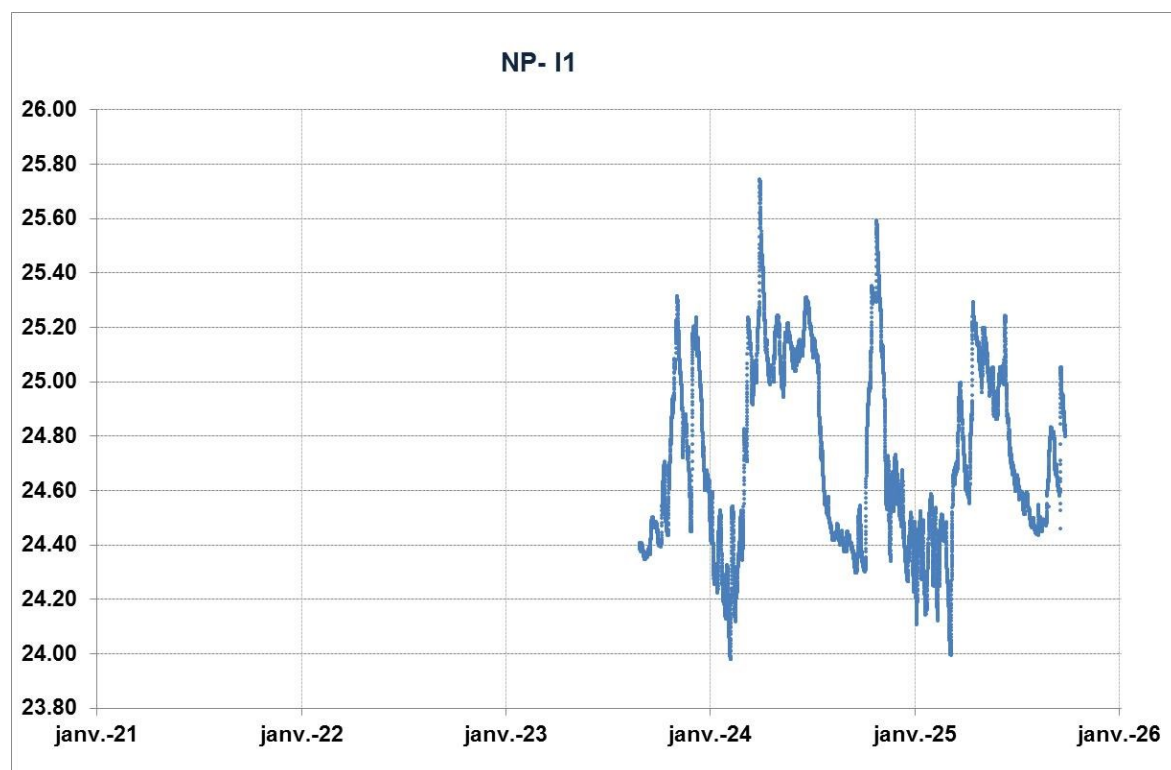


PZ4



PZD5**KPA5**

I1



I9

