

ARMAND Océane



RAPPORT DE STAGE
L3 SVT parcours Sciences de la Terre et de l'Eau
Communauté de Communes Pays d'Apt Luberon

QUALITE DE L'EAU - HYDROCHIMIE



Enseignant référent : Mr MAYER

Promotion 2022/2023

REMERCIEMENT

En premier lieu, je tiens à remercier mon maître de stage, M. Florian CARDE responsable du service eau et assainissement à la communauté de communes Pays d'Apt Luberon, pour sa confiance, sa disponibilité et l'autonomie qu'il m'a offert durant ce stage ainsi que de sa proposition pour un job d'été dans l'entreprise.

Je profite de cette occasion pour remercier les différents agents du pôle exploitation pour m'avoir fait découvrir leur métier et pour leurs conseils tout au long de mon stage.

Je tiens également à remercier l'université d'Avignon pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage dans de bonnes conditions.

Enfin, je pense aussi à M. David ASARO qui grâce à sa persévérance m'a permis d'entrer dans cette entreprise.

SOMMAIRE

I. PRÉSENTATION DE L'ORGANISME

II. PRÉSENTATION DU TRAVAIL

1. Missions confiées
2. Compétences développées

III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Paramètres physico-chimiques et microbiologiques
2. La chloration
3. Graphique pour le comité sécheresse
4. Détermination du faciès et lien géologique : exemple du Fangas
5. Lien précipitation et paramètres mesurés

IV. PRINCIPAUX RÉSULTATS

1. Paramètres physico-chimiques et microbiologiques
2. La chloration
3. Graphique pour le comité sécheresse
4. Détermination du faciès et lien géologique : exemple du Fangas
5. Lien précipitation et paramètres mesurés

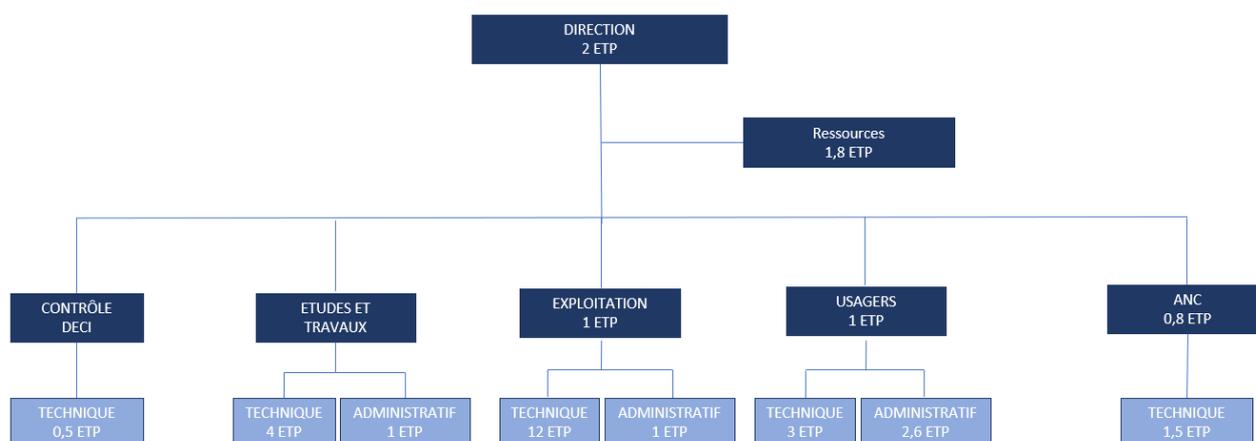
DIFFICULTÉS ET CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

I. Présentation de l'organisme

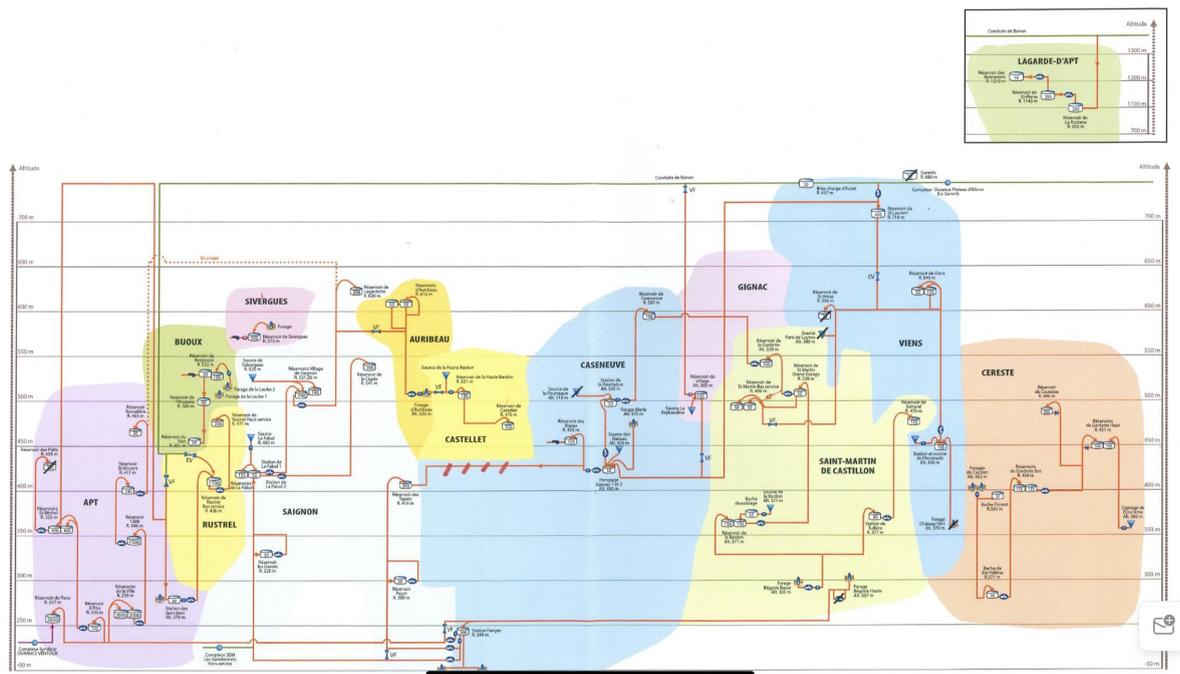
Pendant mon stage, j'ai été accueilli au sein du service eau et assainissement de la Communauté de Communes Pays d'Apt Luberon (CCPAL), créé en 2014 par les élus des communes qui la composent. Ce service compte 33 agents répartis dans différents pôles tels que l'administration, les usagers, l'exploitation, les études et travaux, ainsi que l'ANC. Un service d'astreinte assure la continuité du fonctionnement des installations et intervient chez les abonnés en cas de fuites ou de débouchage nécessaires.



Le service eau et assainissement de la CCPAL est chargé de diverses missions essentielles. Il assure la production et la distribution d'eau potable, ainsi que le traitement des eaux usées. Ces activités englobent la gestion, le suivi, l'instruction, l'exploitation, la facturation et la mise à jour du SIG. La CCPAL joue un rôle crucial dans la protection des ressources en eau et la préservation de la qualité de l'eau sur son territoire.

Pour répondre aux besoins en eau de toutes les communes, la CCPAL s'appuie sur 20 sources d'eau propres, comprenant des sources naturelles, des forages et des puits. Chacune de ces ressources est soumise à un arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique, qui définit les périmètres de protection et les volumes de pompage autorisés.

De plus, la CCPAL assure le transfert d'eau entre les différentes communes et peut également procéder à l'achat d'eau auprès d'autres collectivités pour répondre à la demande en cas de besoin. Cette coordination garantit une gestion optimale des ressources hydriques sur le territoire de la CCPAL.



Synoptique altimétrique des réseaux d'eau potable de la CCPAL - 2015 (zoom en ANNEXE 1)

II. Présentation du travail

1. Missions confiées

Durant cette période de stage, je m'occupe de surveiller et d'analyser la qualité de l'eau pour garantir sa conformité selon les prescriptions de l'ARS. Plusieurs objectifs m'ont été confiés. Dans un premier temps, je dois initier un suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau depuis l'année 2020 en regroupant les données sous forme de graphiques de suivi tels que la température, la conductivité, la turbidité etc. Cela permettra de surveiller l'évolution de la qualité de l'eau dans le temps et d'identifier, anticiper les éventuels problèmes qui peuvent potentiellement arriver.

Un autre objectif est de suivre la concentration de chlore dans différents ouvrages où nous ne pouvons pas la suivre via le logiciel PCwin, étant donné que le chlore est l'indicateur de la désinfection de l'eau, il faut avoir un protocole de suivi régulier.

Je dois également mettre en place des graphiques sur la hauteur d'eau de deux forages et le débit d'une source pour le comité sécheresse. Ce comité départemental donnera les indications nécessaires aux arrêtés cadre sécheresse préfectoraux (Annexe 2).

Et enfin, je dois faire une étude sur le forage 1 du Fangas à Apt, qui a un rôle très important car il est la source principale de production d'eau et assure $\frac{2}{3}$ de la production

annuelle avec le forage 2, plus récent, en déterminant le faciès de l'eau ainsi que leurs propriétés géologiques et hydrogéologique afin de comprendre la provenance de cette "rivière souterraine".

2. Compétences développées

Les missions qui m'ont été confiées lors de mon stage m'ont permis de développer plusieurs compétences dans le domaine de la qualité de l'eau. J'ai acquis des connaissances techniques en effectuant des mesures de chlore et des analyses physico-chimiques, ainsi qu'en utilisant différents équipements de mesure. J'ai également développé des compétences en gestion de données et en création de graphiques pour présenter mes résultats de manière claire et précise. De plus, mon expérience m'a permis d'améliorer mes compétences en communication, mon autonomie et ma capacité de réflexion.

Par ailleurs, j'ai eu l'opportunité de suivre différents agents dans leur travail, notamment dans la recherche de fuites d'eau, l'assainissement et la régie. Cette expérience m'a permis d'enrichir mes connaissances et de mieux comprendre le fonctionnement des équipements utilisés. En somme, mon stage m'a offert une occasion précieuse d'acquérir de nouvelles compétences et de me familiariser avec les différentes facettes du domaine de la qualité de l'eau.

III. Matériels et Méthodes

1. Paramètres physico chimique et microbiologique

Une de mes missions principales est de réorganiser les paramètres physico-chimiques et microbiologiques afin que la CCPAL puisse avoir un suivi de qualité de chaque site de prélèvement et s'appuyer dessus pour faire évoluer ce suivi. J'ai récupéré les fichiers pdf envoyés par l'ARS (Annexe 3) et CARSO, deux établissements travaillant sur la qualité de l'eau, sur le détail des analyses effectuées sur différents ouvrages ce qui représentait environ 20 000 données au total. Dans un premier temps, j'ai organisé ces résultats sous forme de tableau, en fonction de chaque commune puis en fonction de chaque ouvrage depuis 2020. Ensuite j'ai créé un fichier Excel avec une feuille par commune afin de créer des graphiques en fonction de chaque paramètres mesurés et en fonction de la pertinence du site que la CCPAL déterminé afin d'avoir un suivi continu. On peut ainsi voir l'évolution de chaque paramètre et en tirer des conclusions sur la qualité de l'eau et prendre des décisions en fonction des résultats obtenus.

En plus d'organiser ces résultats, il a fallu comprendre pourquoi mesure t-on ces différents paramètres et connaître leurs limites de qualité pour avoir un suivi régulier. Pour cela, j'ai créé un tableau récapitulant les limites de qualité à ne pas dépasser en fonction de chaque paramètre. Et enfin, pour les personnes n'étant pas dans le domaine de l'hydrochimie et qui suivent l'évolution de la qualité, comprennent le sens de ces analyses, j'ai créé un fichier expliquant les raisons pour lesquelles on recherche ces paramètres. Les explications retenues proviennent de mes connaissances avec l'appui de mes cours de licence en science de la terre et de l'eau et de recherche sur des sites officiels ou papiers officiels de la directive européenne.

2. La chloration

Le traitement de l'eau au chlore gazeux est la méthode principalement utilisée pour la désinfection de l'eau potable (Annexe 4). Le chlore gazeux est produit en faisant passer du courant électrique au travers de saumure. En effet, l'eau saumure conduit un courant direct dans une cellule d'électrolyse. Les ions chlorures, provenant à l'origine du sel dissous, sont transformés en atomes de dichlore (Annexe 5). Sur la cathode nous aurons de l'hydroxyde de sodium (NaOH) et dihydrogène gazeux (H₂) et sur l'anode le dichlore gazeux (Annexe 6). Ces produits sont séparés du fait de la réaction très agressive entre l'hydrogène gazeux et le chlore gazeux.

Enfin, le chlore gazeux et l'eau vont réagir ensemble afin de créer de l'acide hypochloreux (HOCl) qui est le produit de la désinfection.



Différentes méthodes sont utilisées afin d'injecter le chlore dans les canalisations avant d'être distribuées. Nous avons principalement la pompe à injection de chlore gazeux, celle-ci fonctionne en prenant le chlore gazeux stocké sous forme liquide à l'aide d'une aspiration pour l'emmener dans un bidon de mélange avec l'eau. La quantité de chlore injectée dans l'eau à traiter est contrôlée par une vanne qui régule le débit de chlore gazeux injecté. L'injection de chlore dépend du débit d'arrivée d'eau dans le bassin. La réglementation de l'ARS impose un taux de chlore libre compris entre 0.1 et 0.3 mg/l en tout point du réseau.

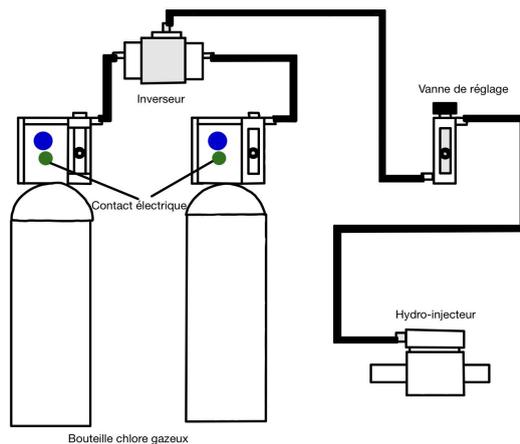
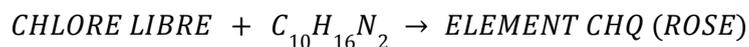


Schéma du système de chloration

Il m'a été confié d'effectuer le suivi de la chloration sur les bassins où nous n'avons pas d'analyseur de chlore relié au logiciel PCwin permettant de suivre l'évolution de la concentration. Pour cela, on utilise des kits de test colorimétriques (Annexe 7) pour mesurer la concentration de chlore libre présent dans l'eau. Je prélève l'eau à différents points de surveillance (PSV). Ces kits fonctionnent par réaction chimique (le chlore réagit avec le dpd (N,N-diéthyl-p-phénylènediamine ou $C_{10}H_{16}N_2$) pour produire une coloration rosâtre (Annexe 8) qui sera proportionnelle à la concentration de chlore libre.



Le chloromètre mesure ensuite la concentration de chlore en mg/l par photométrie à 528 ± 2 nm. Selon la valeur obtenue, j'adapte le taux de chlore injecté afin de respecter la norme. En fonction de l'installation, je modifie le réglage d'injection de chlore gazeux, le volume de la pompe doseuse ou pour une action immédiate je chlore le bassin avec du chlore liquide. Chaque réglage nécessite un contrôle à effectuer dans les jours suivants.





3. Graphiques pour le comité sécheresse

Pour réaliser les graphiques à fournir au comité sécheresse, j'utilise le logiciel PCwin qui m'a permis de récolter les valeurs du paramètre que je souhaite étudier tel que le débit d'une source ou la hauteur d'eau d'une nappe au niveau d'un forage sur une période donnée. Dans notre cas, je veux étudier l'évolution du débit pour la source à la Palud, la hauteur d'eau de la nappe au Fangas forage 1 et la hauteur d'eau de la nappe à Céreste forage 1 pour le mois d'avril 2023 par rapport à avril 2022. Pour cela j'ai utilisé la formule ci dessous afin de sortir deux courbes superposées qui permettent de prévenir des risques notamment en période de sécheresse en fonction des données obtenues:

$$\mu_1 = \Sigma x_1 \text{ssi } Q = 0 \text{ m}^3/\text{h} = \text{débit statique}$$

- avec μ_1 la moyenne du jour 1
- x_i étant les résultats du jour 1

Nous pouvons poser différentes questions sur les seuils critiques, les hauteurs d'eau et les débits en utilisant les courbes obtenues. Pour cela nous nous appuyerons sur l'année 2022 comme référence, étant donné qu'elle était marquée par une sécheresse importante, afin d'analyser les années futures.

Au cours du stage, nous avons eu une réunion avec le comité sécheresse sur l'élaboration d'un indicateur de sécheresse sur l'eau potable (Annexe 9). Il a été demandé de

faire suivre dans une première phase, les données de 3 sites pour notre cas, sur le niveau d'eau des forages ou puits avec une valeur par heure minimum, le volume mensuelle pompé ainsi que les temps de pompage durant les 10 dernières années minimum. Pour ce faire j'ai réalisé des tableaux dynamiques avec les données demandés ainsi que des graphiques pour que cela soit plus parlant.

4. Détermination du faciès et lien géologique : exemple du Fangas

Le forage du Fangas joue un rôle très important dans l'approvisionnement en eau potable de la population. Il permet de puiser de l'eau souterraine dans une nappe profonde et de la traiter afin de la rendre potable. L'eau est ensuite distribuée aux habitants. Deux forages ont été réalisés sur ce secteur mais nous allons nous focaliser dans un premier temps sur le premier forage.

Les analyses d'eau brute du forage nous permettent d'obtenir les concentrations des différents ions présents ainsi que des différents paramètres mesurés. Après les avoir classé dans des tableaux comme expliqué dans la partie III.1, on convertit :

$$C_i (mg/L) \Rightarrow C_i (meq/L) = |valence\ de\ i| * C_i (mg/L)$$

afin de déterminer le cation et l'anion dominant. Grâce à cela, nous pourrions trouver le faciès de l'eau de la nappe.

Grâce au faciès, à la connaissance du site géologique et aux valeurs obtenues des différentes analyses, nous pourrions faire le lien entre le faciès de l'eau et la géologie de la zone. Différents documents permettront d'approfondir les résultats.

5. Lien précipitation et paramètres mesurés

J'ai approfondi notre étude en cherchant s'il existe un lien entre les précipitations et les paramètres mesurés. Pour cela, j'ai étudié les données de pluviométrie de 2022 et 2023 sur le secteur d'Apt où se situent les forages du Fangas. J'ai dans un premier temps regardé les jours où les pluies étaient supérieures à 25 mm, car c'est le seuil où nous observons un effet sur la hauteur d'eau. Pour regarder si cela se trouve proche d'un mois où une analyse a été faite et observer l'effet sur les paramètres.

Ensuite j'ai étudié l'évolution des précipitations de juin 2021 à avril 2023 pour avoir une courbe de cette évolution et la comparer aux différents paramètres. Il a donc fallu observer les histogrammes de chaque paramètres et regarder ceux qui suivent la même tendance que la pluviométrie. Si cela suit la même tendance alors il existerait un lien entre ce

paramètre et les précipitations et donc une connexion entre les deux, et au contraire si cela ne suit pas la tendance de la courbe de pluviométrie alors les précipitations n'ont pas d'impact sur le paramètre mesuré.

IV. Résultats

1. Paramètres physico chimique et microbiologique

Il est important de suivre l'évolution des paramètres physico-chimique et microbiologique de l'eau de chaque commune afin de prévenir d'éventuels risques sur la santé. Dans un premier lieu, il faut connaître les limites de qualité à ne pas dépasser pour chacun des paramètres. J'ai alors établi un tableau présentant les principaux paramètres mesurés et leurs limites de qualité.

PARAMÈTRES	LIMITE DE QUALITÉ
ESCHERICHIA COLI	0
ENTÉROCOQUE	0
NITRATE	50 mg/l
FLUORURE	1.5 mg/l
BORE	1 mg/l
TRIHALOMETHANES	100 µg/l
SOMME NO ₃ /50 + NO ₂ /3	1 mg/l
TURBIDITÉ	2 NFU
CONDUCTIVITÉ	200 à 1100 µS/cm

CARBONE ORGANIQUE TOTAL	2 mg/l												
SODIUM	200 mg/l												
CHLORURE	250 mg/l												
SULFATE	250 mg/l												
PH	6.5 à 9												
BARYUM	2 mg/l												
BORE	2 mg/l												
BROMOFORME	100 µg/l												
DICHLOROFLUOROMETHANE	100 µg/l												
TITRE HYDROMÉTRIQUE	<table border="1"> <tr> <td>TH (°f)</td> <td>0 à 7</td> <td>7 à 15</td> <td>15 à 30</td> <td>30 à 40</td> <td>+ 40</td> </tr> <tr> <td>Eau</td> <td>très douce</td> <td>douce</td> <td>plutôt dure</td> <td>dure</td> <td>très dure</td> </tr> </table>	TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+ 40	Eau	très douce	douce	plutôt dure	dure	très dure
TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+ 40								
Eau	très douce	douce	plutôt dure	dure	très dure								

Dans un second temps, j'ai repris tous les fichiers pdf des analyses faites depuis 2020 afin de créer un fichier excel avec une feuille par commune pour que cela soit plus facile de continuer à compléter pour les analyses futures. Nous nous sommes concentrés sur les paramètres où nous avons des résultats significatifs, ce qui nous donnait 20 000 données.

J'ai également fait des graphiques mettant en lien le chlore libre et la température afin de voir les liens qui peuvent potentiellement exister. Ma première lecture a été que la température est un facteur qui influence le CO2 dissous, la turbidité, le chlore et le pH. Par exemple, l'augmentation de la température peut augmenter la solubilité du CO2, ce qui peut faire baisser le pH. L'augmentation de la température peut aussi affecter la turbidité car la solubilité des gaz diminue tout comme la densité de l'eau. Enfin, pour le chlore cela affecte la vitesse de réaction chimique entre le chlore et bactéries, virus et donc diminue l'efficacité du chlore à les éliminer.

Les paramètres physico-chimiques sont très influencés par la température comme nous venons de le voir. C'est pour cela qu'il est important de mesurer très régulièrement ces principaux paramètres tels que la température, le pH, le CO2 dissous et la turbidité afin de s'assurer d'une bonne qualité d'eau potable suivant les normes appliquées par les réglementations locales.

2. La chloration

Le suivi de la chloration est très important pour s'assurer que l'eau distribuée à la population est désinfectée de manière efficace et dans les normes de qualité.

Tableau type d'une tournée chlore :

SITES	CONCENTRATION en mg/l	OBSERVATIONS
LE PAOU	0,41	baisse volume injection et étalonnage
BUOUX	0,26	
SAIGNON VILLAGE	0,39	baisse à la Palud
SAIGNON LA PALUD	0,41	baisse bille de 5 à 4,5
AURIBEAU	0,01	injection dans bassin
CASTELLET	0,25	
LA BEGUDE	0,22	étalonnage
CÉRESTE	0,16	aug bille de 4,5 à 6,5
VIENS	0,15	
CASENEUVE VILLAGE	0,10	aug bille
CASENEUVE BLACES	0,19	
SMC LA BARDON	0,02	aug bille
AUTET RUSTREL	0,20	étalonnage et aug volume

LA GARDE	0,09	aug bille + pb electrovanne
LES JEANS JEAN	0,23	étalonnage

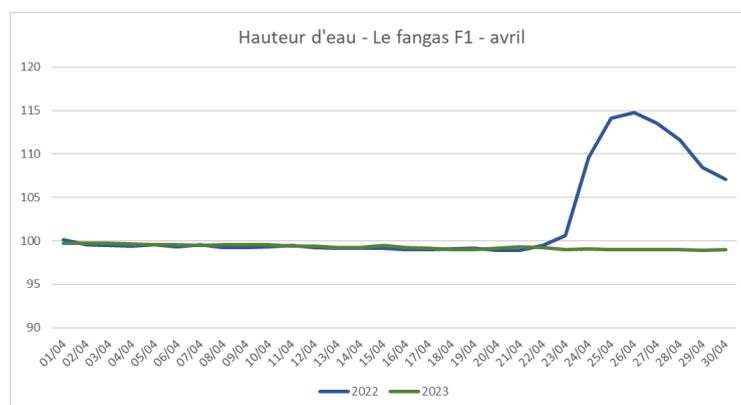
Il se peut que selon la concentration de chlore obtenue, on doit rajouter du chlore dans le bassin en cas d'urgence immédiate. Afin de savoir le volume de chlore à injecter pour avoir la concentration que l'on souhaite, on utilise le calcul suivant :

$$\text{Taux de chlore voulu (mg/l)} / 126 * \text{volume à traiter (m}^3\text{)} * 1000 = \text{volume de javel à 48}^\circ \text{ à injecter dans le bassin (en ml)}$$

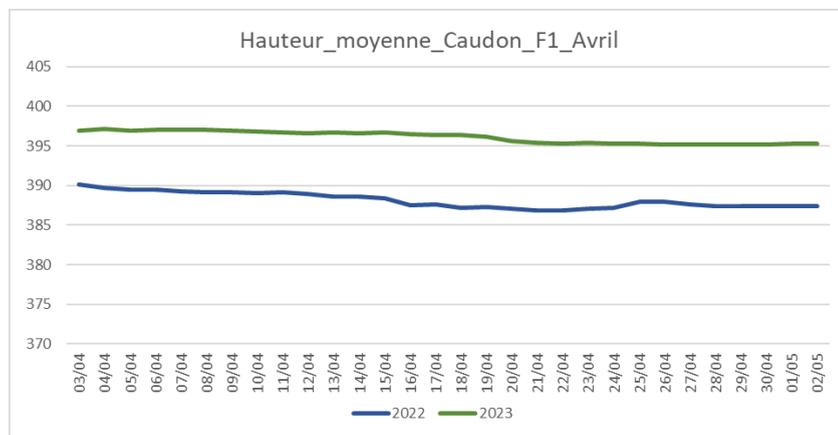
Afin de suivre de manière efficace et continue la concentration de chlore dans les sites sans chloromètre, il faut déterminer différents protocoles et recommandations pour améliorer le suivi de chloration de l'eau potable. Il serait important de former le personnel à l'interprétation des résultats et à agir en fonction de celui-ci. Établir un système de communication efficace entre les différents agents afin d'être mis au courant des différents changements apportés sur chacun des ouvrages en fonction des valeurs obtenues. Enfin, mettre en place des procédures d'urgence en cas de défaillance des systèmes automatisés pour réagir au plus vite.

3. Graphique pour le comité sécheresse

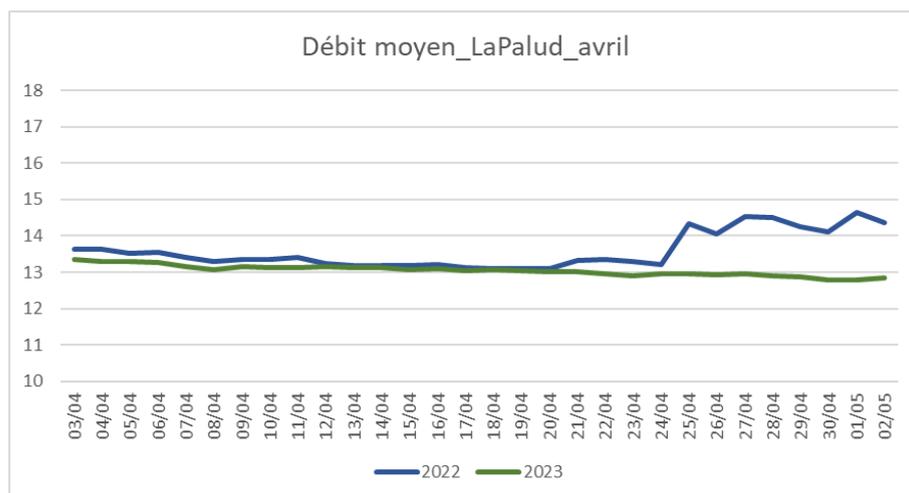
Il m'a été demandé d'envoyer au comité sécheresse, l'évolution de la hauteur d'eau de la nappe du Fangas forage 1 et de caudon forage 1 à Céreste et enfin le débit de la source de la Palud à Saignon afin de suivre son évolution pour le mois d'avril. J'ai pour cela décidé de superposer la courbe que nous avons obtenue en 2023 avec celle de 2022 afin d'avoir une référence.



Pour le cas de nappe du forage 1 aux Fangas, on observe un même niveau statique qui reste constant tout au long du mois en diminuant très légèrement à partir du 15 avril. La hausse du niveau observée en 2022 correspond à une période de grande pluie qui a eu lieu le 23 avril 2022 avec 24.4 mm.



Concernant Caudon à Céreste, nous observons une petite diminution tout au long du mois de la hauteur d'eau pour 2022 comme pour 2023. De plus, il est important de noter que cette année nous sommes à une hauteur d'eau supérieure à celle de 2022 de 7 m environ. L'année 2022 a été très compliquée pour Caudon car très vite le niveau est descendu par la suite. On peut espérer que cette année sera beaucoup moins compliquée pour la gestion de l'eau dans ce secteur.



Enfin, pour le débit moyen de la source de Saignon, on observe un débit constant mais qui tend à légèrement diminuer pour 2023. Nous sommes bien en dessous actuellement du débit que nous avons observé en 2022, cela est donc un indicateur très important pour

conclure qu'il va falloir surveiller le débit dans les semaines qui suivent afin de ne pas manquer durant l'été.

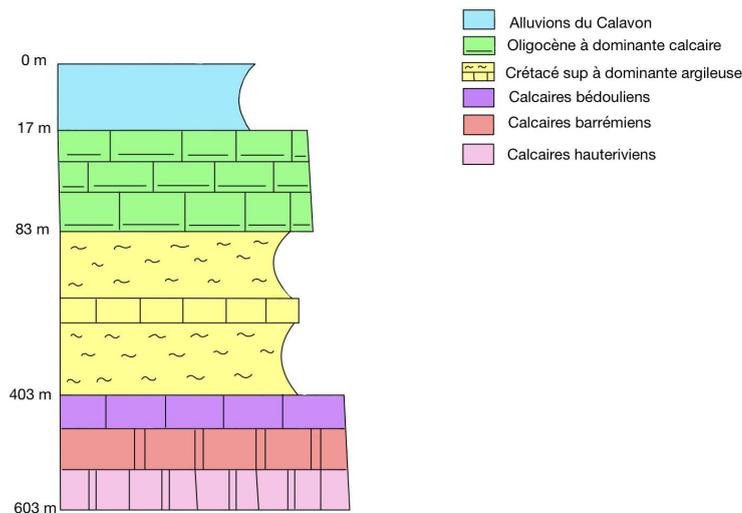
4. Détermination du faciès et lien géologique : exemple du Fangas

Dans un premier temps, j'ai converti les concentrations de chaque ions qui était en mg/L en meq/L afin de déterminer l'anion et le cation dominant.

Les concentrations en mg/l sont choisies par rapport aux résultats obtenus.

ANIONS	mg/l	meq/l
CHLORURE	10-14	10-14
FLUORURE	0.4-0.6	0.4-0.6
BICARBONATE	330-340	330-340
NITRATE	4-7	4-7
SULFATES	90-110	180-220
CATIONS		
CALCIUM	100-117	200-234
MAGNÉSIUM	20-24	40-48
POTASSIUM	1.5-2	1.2-2
SODIUM	7-9	7-9

On observe que le cation dominant est le calcium et l'anion dominant est l'hydrogénocarbonate ou bicarbonate. On en conclut donc que le faciès de l'eau du Fangas est hydrogénocarbonaté calcique. J'ai pu faire le lien et expliquer la raison de ce faciès. Pour cela, je vais commencer par la géologie de la zone où se situe les forages afin d'obtenir la succession des couches traversées par le forage 1 en particulier (Annexe 10).



Log stratigraphique du forage 1 des Fangas

Concernant la localisation de la zone, on se trouve dans la partie sud du synclinal Forcalquier-Apt. C'est pour cela que nous avons un réservoir aquifère très important dans cette zone. L'aquifère se trouverait dans le calcaire karstique sous les calcaire et argiles du Crétacé supérieur. Les calcaires expliqueraient le côté calcique du faciès car les ions calciums proviendraient de la dissolution des minéraux tels que la calcite et la dolomite présents dans le sols et roches. En plus de ce faciès, j'ai pu constater que nous avons un titre hydrométrique entre 30 et 40°f ce qui signifie que c'est une eau dure. En d'autre mot, nous avons une eau très riche en calcium et aussi en magnésium qui a des avantages pour la santé mais peut causer des problèmes avec l'accumulation de tartre dans les tuyaux.

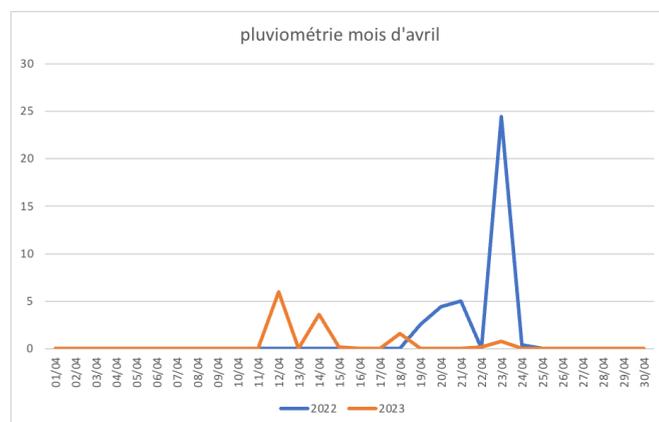
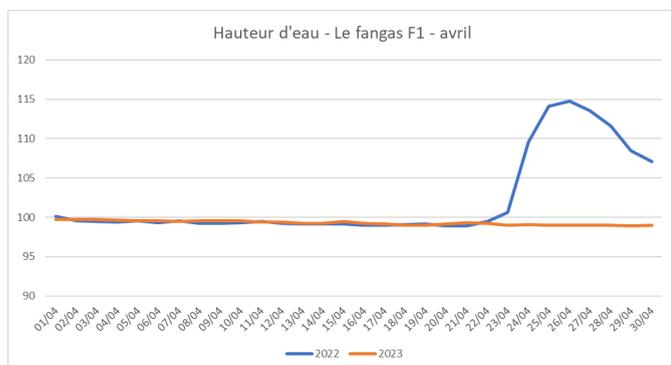
De plus, cet aquifère ou encore rivière souterraine a une concentration de nitrates très faibles ce qui signifierait qu'il est peu ou pas influencé par la pollution agricole. La couche d'argile se situant au-dessus de celui-ci, bloquerait les polluants de passer. Les sables se trouvant dans les formations de l'oligocène et crétacé supérieur, favorise et filtre l'écoulement de l'eau étant donné qu'il y a moins de capillarité.

5. Lien précipitation et paramètres mesurés

La pluie peut aider à recharger les eaux souterraines en fournissant l'eau qui s'infiltré dans le sol jusqu'à la nappe. Il est possible que la concentration de minéraux dans l'eau souterraine puisse augmenter après des précipitations importantes, car celle-ci dissout les

minéraux présents dans le sol. Mais est ce que l'eau de nappe du Fangas du forage 1 est influencée par la pluie ?

Tout d'abord, on regarde si la hauteur d'eau de la nappe est influencée par les périodes de pluie afin de conclure s'il y existe une connexion entre les deux.



D'après les données journalière pluviométrique de 2022 et 2023, je regarde les jours où les précipitations étaient supérieures à 20 mm car c'est le seuil minimum où l'on observe un impact sur la hauteur d'eau. Cette limite a pu être déterminée en faisant les graphiques du mois d'avril pour le comité sécheresse vu ci dessus. A partir des jours que l'on retient, on regarde sur le logiciel PCwin la hauteur d'eau de cette période afin de voir si nous avons eu une augmentation de la nappe.

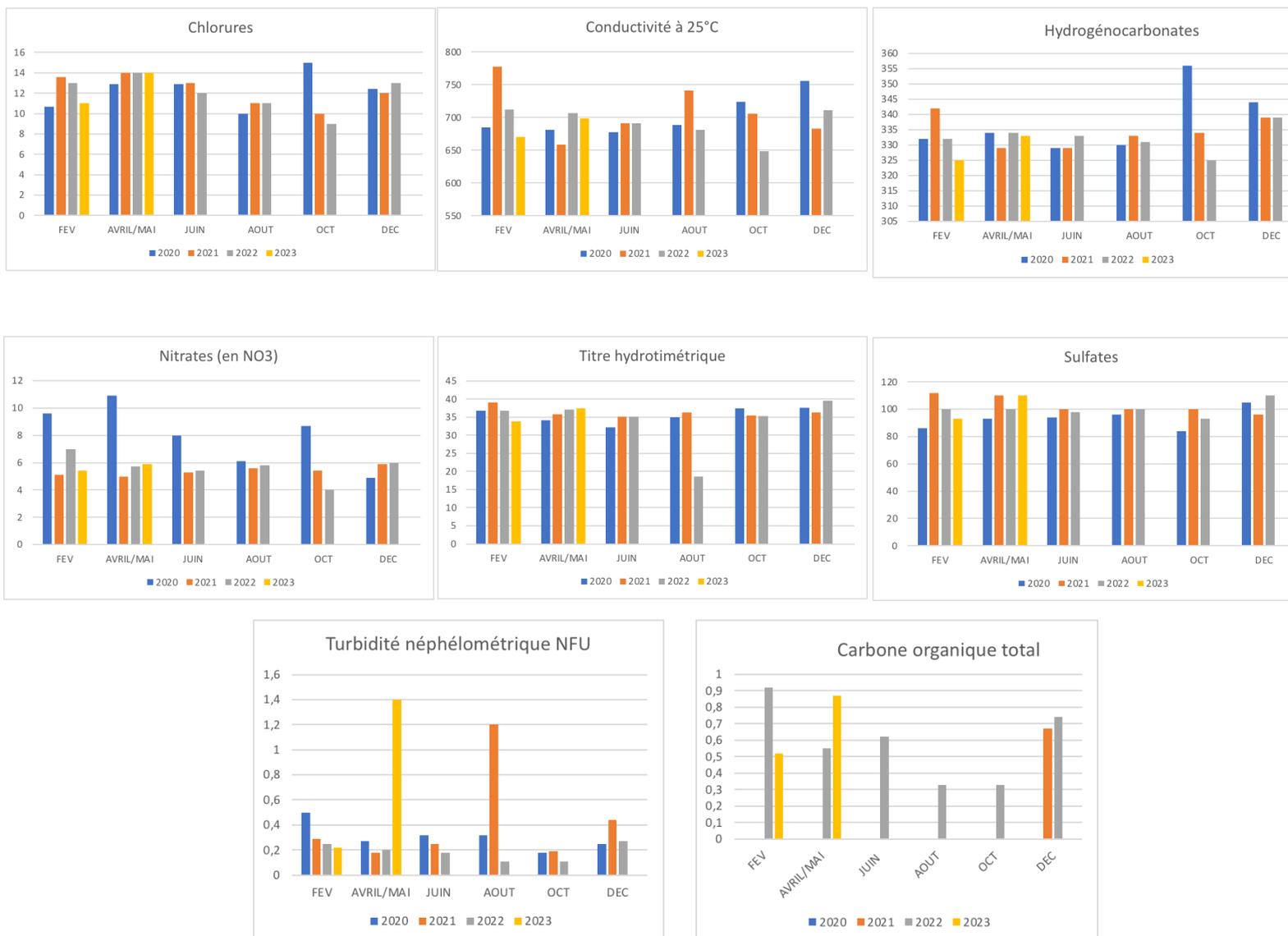
DATES	PRÉCIPITATIONS	HAUTEUR D'EAU
23 AVRIL 2022	25 mm	de 99 à 115 m
3 SEPTEMBRE 2022	16,7 mm	de 95,2 m à 95,7 m
9 DÉCEMBRE 2022	53 mm	de 97 à 114 m
15 DÉCEMBRE 2022	42 mm	de 124 à 145 m

Tableau représentant 3 dates avec une pluie supérieure à 20 mm et une inférieure à 20 mm.

Le niveau d'eau du Fangas est bien influencé par la pluie seulement en période de pluie comme avril 2022 et décembre 2022 où la pluviométrie est supérieure à 20 mm. Le but étant d'observer si les pluies modifient la chimie de l'eau, j'ai observé les valeurs de chaque paramètres lorsque nous avons une analyse qui été proche d'une grande pluie. Prenons la pluie du 23 avril 2022 avec 25 mm. On observe que les ions chlorures, la conductivité, les ions

carbonates, les nitrates, le TH et la turbidité ont augmenté comparé aux autres mois où les précipitations étaient minimales. Concernant la pluie du 15 décembre 2022, avec 42 mm, ces mêmes paramètres ont augmenté mais également le COT et les sulfates.

Les concentrations sont en mg/L, le COT en mg/L, le TH en °f et la conductivité en µS/cm.



Nous observons ces résultats pour plusieurs raisons. Dans un premier temps, la turbidité augmente avec les précipitations dues à l'érosion des sols. Concernant la concentration de nitrate, celui-ci est apporté par la pollution atmosphérique dû au gaz et émissions industrielles mais pouvant aussi venir du ruissellement de l'eau depuis les champs voisins. L'augmentation du TH ou titre hydrotimétrique est dû à l'augmentation du débit d'eau causé par la pluie qui va faire augmenter le niveau d'eau. Nous observons une augmentation des ions sulfates et chlore qui provient au lessivage des roches par l'eau de

pluie. Enfin, nous observons aussi l'évolution du carbone organique total et de la conductivité. L'augmentation du carbone organique total est comme pour les autres paramètres, dû aux interactions de la pluie avec l'atmosphère et pour la conductivité c'est grâce aux ions présents dans l'eau de pluie tel que les ions chlorures, NH₄⁻ et SO₄²⁻ qui sont des éléments conducteurs.

Cependant, par le manque d'analyse pour les mois à « fortes » pluies concernant le calcium, le magnésium, le CO₂, les ions fluorures, le potassium et le sodium, nous ne pouvons pas observer l'effet de la pluie sur leur concentrations. On pourrait s'attendre à ce que les concentrations de ces ions augmentent car ils sont en partie présents dans les eaux de pluie et dans les roches présents au-dessus de la nappe.

On peut donc conclure qu'il existe un lien entre les précipitations et les paramètres mesurés en période de pluies où nous avons une pluviométrie supérieure à 20 mm.

CONCLUSION

Durant mon stage au sein de la Communauté de Communes Pays d'Apt Luberon dans le service eau et assainissement, j'ai dû faire face à différentes difficultés. Tout d'abord, j'ai rapidement réalisé que maintenir une qualité de l'eau optimale était bien plus complexe sur le terrain que sur le papier. Cela nécessitait un investissement presque à temps plein, avec des contraintes de délais à respecter. De plus, la connaissance précise de la position des différents bassins et de leurs relations entre eux pour ajuster le taux de chlore s'est avérée difficile à obtenir.

Une autre difficulté à laquelle j'ai été confronté était la transmission des données au comité sécheresse. Il fallait fournir les données des dix dernières années en seulement deux semaines, sachant que la CCPAL avait été victime d'une cyber attaque en 2021, ce qui a entraîné la perte de presque toutes leurs données. Cette situation a posé un défi supplémentaire dans la collecte et la présentation des informations nécessaires.

En conclusion, lors de mon stage, j'ai utilisé différentes méthodes pour analyser la qualité de l'eau et contribuer à sa gestion efficace. J'ai travaillé avec des paramètres physico-chimiques et microbiologiques, utilisé des kits de test colorimétriques pour mesurer la concentration de chlore libre, créé des graphiques pour suivre les variations des paramètres au fil du temps, déterminé le faciès de l'eau et établi un lien géologique, et étudié les données de pluviométrie pour rechercher des corrélations avec les paramètres mesurés.

Ces méthodes ont permis d'obtenir une vision plus claire de la qualité de l'eau, de détecter d'éventuels problèmes et de prendre des mesures appropriées pour maintenir la conformité aux normes de santé.

En utilisant ces différentes méthodes, j'ai pu acquérir une expérience précieuse dans le domaine de l'analyse de l'eau et de la gestion des ressources hydriques. Ces compétences me seront utiles dans ma future carrière et me permettront de contribuer à la préservation et à la gestion durable de l'eau, une ressource vitale pour notre environnement et notre société.

En somme, mon stage a été une expérience enrichissante qui m'a permis d'appliquer mes connaissances théoriques, de développer de nouvelles compétences et de comprendre l'importance de la surveillance et de la gestion de la qualité de l'eau.

Bibliographie

- Lenntech, “Désinfectants : le chlore”,
<https://www.lenntech.fr/procedes/desinfection/chimique/desinfection/desinfectants-chlore.htm#ixzz82Rev37UV>
- Claude ROUSSET, Avis de l’hydrogéologue agréé, 2009, pièce 5.
- Safege, Forage de Fangas pompage d’essai F2, Octobre 2012.
- HACH, Colorimètre de poche DR300, Février 2019.
- BRGM, PAC06F -calcaires du crétacé inférieur des monts de vaucluse et de la montagne en Luberon
- BLAVOUX B., MUDRY J., PUIG JM., 1993 – Bilan, fonctionnement et protection du système karstique de la Fontaine de Vaucluse. Rapport Laboratoire d'hydrogéologie de la faculté des sciences d'Avignon.
- Fiche de caractérisation des masses d’eau souterraine V2, 2014
- Agence de l’eau, Forage de Fangas F2 rapport fin de travaux, Janvier 2009.
- Service des eaux, Essais par pompage Forage des Fangas, Octobre 2003.
- Nathalie Costet-Deiber, Effets sanitaires de l’exposition aux sous-produits de chloration de l’eau, thèse UNIVERSITÉ DE RENNES 1, 19 septembre 2013.
- Sandre, jeux de données de référence, <http://id.eaufrance.fr/par/2955>
- Fichiers pdf ARS paca et CARSO

ANNEXE

ANNEXE 1 : SYNOPTIQUE DES RÉSEAUX EAU POTABLE (p.24)

ANNEXE 2 : EXEMPLE ARRÊTÉ PRÉFECTORAL (p.25)

ANNEXE 3 : BILAN ARS STATION DES FANGAS 2022 (p.26)

ANNEXE 4 : LE TRAITEMENT DE L'EAU ET TRAITEMENT (p.27)

ANNEXE 5 : FICHE CHLORE (p.29)

ANNEXE 6 : L'ÉLECTROLYSE DE LA FORMATION DU CHLORE GAZEUX (p.32)

ANNEXE 7 : KITS DE TEST COLORIMÉTRIQUES (p.33)

ANNEXE 8 : PROTOCOLE (p.35)

ANNEXE 9 : PRÉSENTATION ÉLABORATION D'UN INDICATEUR DE SÉCHERESSE
PAR LE COMITÉ (p.38)

ANNEXE 10 : COUPE DU FORAGE 1 DU FANGAS (p.43)

ANNEXE 2 : EXEMPLE ARRÊTÉ PRÉFECTORAL



PREFET DE VAUCLUSE

Agence régionale
de santé
de Provence-Alpes
Côte d'Azur

Délégation territoriale

Pôle santé environnement et sécurité sanitaire
Affaire suivie par : Caroline CALLENS
Tél : 04 90 27 70 77
Télécopie : 04 90 27 70 97
dd84-sante-environnement@sante.gouv.fr

F:\Tunevrouf\CDH1_séancesMensuelles\ARRÊTES\2010\DUP FANGAS 2 SAIGNON.doc

ARRÊTE PREFECTORAL N°SI 2010-08-20-0080-ARS

PORTANT

• DECLARATION D'UTILITE PUBLIQUE DE LA DERIVATION DES EAUX
DU FORAGE DE FANGAS 2
COMMUNE DE SAIGNON (Vaucluse) ET DE L'INSTAURATION DES PERIMETRES
DE PROTECTION,

AUTORISANT

LA COMMUNAUTE DE COMMUNES DU PAYS D'APT

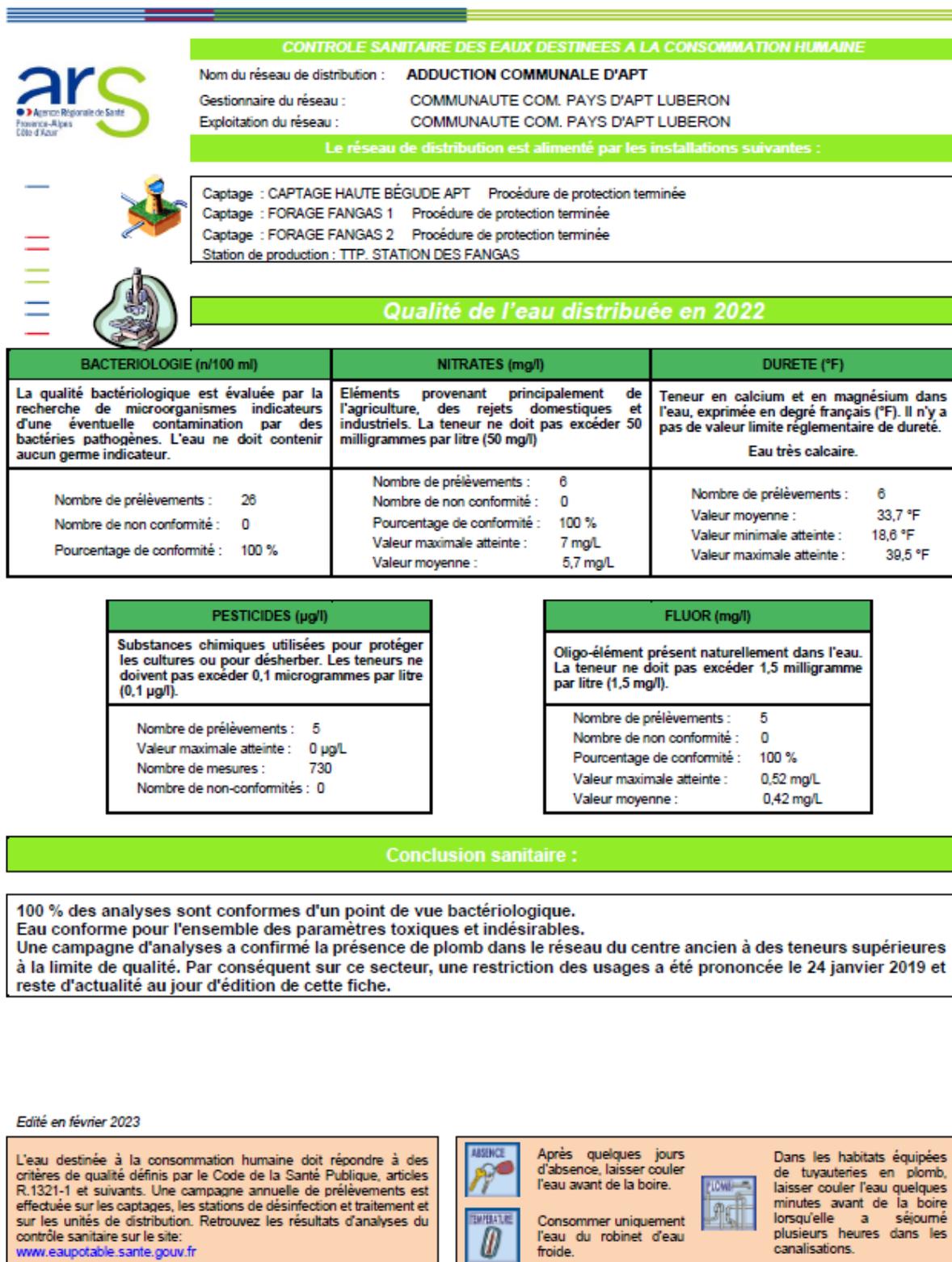
A UTILISER CES EAUX EN VUE DE LA CONSOMMATION HUMAINE POUR LA
PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION PAR LE RESEAU PUBLIC

ET MOFIFIANT L'ARRETE N° SI 2005-07-28-0010-DDASS du 28 juillet 2005

LE PREFET DE VAUCLUSE
CHEVALIER DE LA LEGION D'HONNEUR

- VU le Code de la Santé publique et notamment les articles, L.1321-1 à L.1321-10 et les articles R.1321-1 à R. 1321-63;
- VU le Code de l'Environnement et notamment l'article L.215-13 ;
- VU le Code de l'Urbanisme et notamment les articles L.126-1 ; R.126-1 à R.126-3;

ANNEXE 3 : BILAN ARS STATION DES FANGAS 2022



ANNEXE 4 : LE TRAITEMENT DE L'EAU PAR COMMUNE ET TRAITEMENT

Commune	Lieu du traitement	Type de traitement
APT	Station Fangas-Apt	Chlore gazeux
AURIBEAU	Forage la Bardon	Chlore gazeux
BUOUX	Réservoir de Réspezzat	Chlore liquide
CASENEUVE	Station les Naïsses 2	Chlore gazeux
	Station la Pourraque	
CASTELLET EN LUBERON	Source la Haute Bardon	Chlore liquide
CERESTE	Captage de l'Enchrème	Chlore gazeux
	Forages Caudon 1 et 2	
GIGNAC	Réservoir village	Ultraviolets
LAGARDE D'APT	Station de la Rostane	Chlore gazeux
RUSTREL	Station Jean-Jean	Chlore gazeux
SAIGNON	Source de Valsorgues	Chlore liquide
	Source la Palud	Chlore gazeux
	Station Fangas-Saignon	
ST MARTIN DE CASTILLON	Puits la Bégude	Chlore gazeux
	Source la Bardon	
SIVERGUES	Réservoir Village	Ultraviolets
VIENS	Source de l'Arconade	Chlore gazeux
	Réservoir Autet	

3.4) La qualité de l'eau : les contrôles

L'eau destinée à la consommation humaine doit répondre à des critères de qualité définis par le Code de la Santé Publique (art R1321-1 et suivants, issus de l'arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine).

La qualité de l'eau est appréciée par le suivi de paramètres portant sur :

- la qualité organoleptique (3 paramètres)
- la qualité physico-chimique due à la structure naturelle des eaux (9 paramètres)
- des substances indésirables (16 paramètres)
- des substances toxiques (10 paramètres)
- des pesticides et produits apparentés
- la qualité micro biologique (4 paramètres)

L'eau est analysée à différentes étapes (production, traitement, distribution) en contrôle externe par le laboratoire agréé CARSO, mandaté par l'ARS (Agence Régionale de la Santé). Il est possible de consulter les bilans qualité et les résultats des analyses du contrôle sanitaire, sur les sites :

<https://www.paca.ars.sante.fr/eau-du-robinet-0>

<https://orobnat.sante.gouv.fr/orobnat/afficherPage.do?methode=menu&usd=AEP&idRegion=93>

Les analyses sont également affichées à la CCPAL. Synthèse des analyses officielles réalisées en 2022 :

Commune	Analyses microbiologiques		Analyses physico-chimiques	
	nombre de mesures	nombre de non conformes	nombre de mesures	nombre de non conformes
APT	26	0	22	0
AURIBEAU	16	0	42	0
BUOUX	5	0	6	0
CASENEUVE	23	0	61	0
CASTELLET EN LUBERON	10	2	12	0
CERESTE	15	0	12	0
GIGNAC	10	0	22	0
LAGARDE D'APT	7	0	16	0
RUSTREL	14	0	28	0
SAIGNON	18	0	38	0
ST MARTIN DE CASTILLON	9	0	8	0
SIVERGUES	4	0	6	0
VIENS	12	0	16	0
TOTAL	169	2	289	0

ANNEXE 5 : FICHE CHLORE



Chlore

Fiche toxicologique n°51

Généralités

Edition : Janvier 2023

Formule :

Cl₂

Substance(s)

Nom	Détails
Chlore	Famille chimique : Halogènes
	Numéro CAS : 7782-50-5
	Numéro CE : 231-959-5
	Numéro Index : 017-001-00-7

Etiquette



CHLORE

Danger

- H270 - Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant
- H315 - Provoque une irritation cutanée
- H319 - Provoque une sévère irritation des yeux
- H331 - Toxique par inhalation
- H335 - Peut irriter les voies respiratoires
- H400 - Très toxique pour les organismes aquatiques

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
231-959-5

Selon l'annexe VI du règlement CLP

ATTENTION : pour la mention de danger H331, se reporter à la section "Réglementation".

Caractéristiques

Utilisations

Le chlore est utilisé en tant que :

- matière première pour la synthèse de nombreux composés organiques et minéraux.

- agent de blanchiment en papeterie,
- agent de désinfection et de stérilisation (traitement des eaux).

Le chlore est également susceptible de se dégager lors d'opérations industrielles telles que l'oxydation du chlorure d'hydrogène ou la pyrolyse de composés chlorés.

Propriétés physiques

[1 à 7]

À température ambiante et pression atmosphérique, le chlore est un gaz de couleur jaune verdâtre, plus lourd que l'air, d'odeur piquante et suffocante, perceptible à moins de 1 ppm. Il est vendu liquéfié sous sa propre pression de vapeur saturante.

Le chlore est faiblement soluble dans l'eau (0,7 g/100 mL à 20 °C).

Le point triple du chlore est de -101 °C à 1,4 kPa.

La masse volumique du liquide est de 1,405 g/cm³ à 20 °C et 569 kPa (pression saturante).

Nom Substance	Détails	
Chlore	N° CAS	7782-50-5
	Etat Physique	Gaz
	Masse molaire	70,91
	Point de fusion	-101 °C
	Point d'ébullition	-34 °C
	Densité gaz / vapeur	2,49
	Pression de vapeur	569 kPa à 20 °C 1 340 kPa à 50 °C
	Point critique	144 °C à 7 710 kPa

À 25°C et 101 kPa, 1 ppm = 2,95 mg/m³

Propriétés chimiques

[1 à 7]

Le chlore est un produit oxydant très réactif. Il réagit avec l'eau ou en présence d'humidité, avec formation des acides chlorhydrique et hypochloreux.

Les mélanges de chlore avec l'hydrogène, l'acétylène, l'éthane, l'éthylène et l'ammoniac peuvent exploser sous l'action d'une étincelle, de la lumière ou de certains catalyseurs.

Le produit réagit violemment (jusqu'à l'inflammation et l'explosion) avec de nombreux composés organiques, ainsi qu'avec le phosphore, l'arsenic, l'antimoine et les métaux finement divisés.

Il existe également un risque d'inflammation violente lorsqu'il est en contact avec les graisses, les huiles et les silicones.

À température inférieure à 120 °C, le chlore anhydre n'agit pas sur les métaux et les alliages courants (il attaque en revanche le titane qui s'enflamme spontanément).

Le chlore humide corrode la plupart des métaux dès la température ambiante (à l'exception du titane et du tantale).

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) dans l'air des lieux de travail ont été établies en France pour le chlore.

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m ³)	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m ³)
Chlore	France (VLEP réglementaire contraignante - 2007)	-	-	0,5	1,5
Chlore	Union Européenne (2006)	-	-	0,5	1,5
Chlore	États-Unis (ACGIH - 2018)	0,1	0,29	0,4	1,16

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

- Prélèvement des vapeurs de chlore par pompage de l'air au-travers d'un filtre membrane en argent associé à un préfiltre en polymère fluoré (PTFE) pour retenir les chlorures particulaires. Désorption du filtre par une solution de thiosulfate de sodium et dosage des ions chlorures par chromatographie ionique avec détection conductimétrique [8].
- Prélèvement des vapeurs de chlore par barbotage de l'air dans une solution d'acide sulfamique, après passage sur un préfiltre en PTFE pour retenir les chlorures particulaires. Réaction d'une aliquote de la solution sulfamique avec de l'iode de potassium et dosage de l'iode formé à l'aide d'une électrode spécifique [9].

Incendie - Explosion

Le chlore, bien qu'incombustible, va favoriser l'inflammation des matières combustibles environnantes (graisses notamment) en raison de ses propriétés comburantes. Instable et possédant un fort pouvoir oxydant, il peut être à l'origine de réactions violentes, voire explosives, en présence de nombreux composés organiques ou minéraux (voir partie "propriétés chimiques").

En cas d'incendie, choisir l'agent d'extinction en fonction des autres produits/matériaux impliqués. Si possible, déplacer les bouteilles de chlore exposées au feu. Sinon, refroidir les récipients exposés ou ayant été exposés au feu à l'aide d'eau pulvérisée depuis une zone protégée. Prévenir les secours extérieurs de la présence de ces contenants sous pression.

Les personnes chargées de la lutte contre l'incendie seront équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

Pas de donnée disponible sur la toxicocinétique du chlore inhalé.

Chez l'animal

Aucune information n'est actuellement disponible sur la toxicocinétique du chlore inhalé. Une étude du devenir de solutions aqueuses de plusieurs composés radiomarqués de chlore (monochloramine, hypochlorite, chlorure de sodium), chez le rat, indique qu'ils sont métabolisés en ions chlorure (Cl^-). Ces ions sont distribués, par ordre décroissant, dans le plasma, le sang total, les cellules sanguines, les testicules, les reins, le poumon, l'estomac et la moelle osseuse. Aucun des composés n'est totalement éliminé en 72 à 120 h [10].

Mode d'action

[11]

Le chlore possède une forte capacité d'oxydation qui se traduit par une déshydrogénation de l'eau des tissus. Celle-ci provoque une libération d'oxygène naissant, qui produit la plupart des lésions tissulaires, et d'acide chlorhydrique, qui en augmente l'effet. L'acide chlorhydrique est aussi rapidement transformé dans l'organisme en acide hypochloreux ($HOCl$), qui perméabilise les membranes cellulaires et réagit avec les protéines cellulaires pour former des chloramines. Ces dernières détruisent la structure cellulaire, induisant lésions corrosives et œdèmes.

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

Le chlore est un irritant sévère des yeux, des voies aériennes supérieures et du tractus respiratoire.

Le chlore est un irritant sévère des yeux, du nez, de la gorge et du tractus respiratoire.

La CL50 est de 414 ppm chez le rat, 256 ppm chez la souris et 650 ppm chez le chien pour une inhalation de 30 min [10]. Les animaux meurent essentiellement entre le 5^e et le 30^e jour [12].

Une exposition à des concentrations non létales de chlore entraîne, chez la souris et le rat, une baisse de la prise de poids et une irritation oculaire et respiratoire. Le chlore est un irritant sensoriel capable de stimuler les terminaisons trigéminales de l'œil et des muqueuses du tractus respiratoire, provoquant une baisse de la fréquence respiratoire [13]. La réponse maximale est atteinte en 45 à 60 minutes chez la souris ; elle n'est pas modifiée si l'exposition est prolongée à 120 minutes [14]. La concentration de chlore, induisant une diminution de fréquence respiratoire de 50 % (RD50), est d'environ 10 ppm pour une exposition de 10 minutes chez le rat et la souris [15]. La RD50 est de 3,5 ppm pour une exposition de 60 minutes chez la souris [14]. Après arrêt de l'exposition, la récupération est rapide. Les vérifications effectuées 30 minutes après des expositions allant jusqu'à 5 ppm, et 24 heures après une exposition à 8,8 ppm, indiquent une récupération totale [14]. Une tolérance à l'irritation respiratoire est induite chez le rat par une préexposition de 1 à 10 jours au chlore ; elle est fonction de la dose et du temps de prétraitement. Une tolérance croisée a été montrée avec d'autres irritants respiratoires, notamment le formaldéhyde [15].

Des rats et des souris, exposés à des concentrations équivalentes à la RD50 (environ 10 ppm, 6 h/j, pendant 1 à 5 jours), présentent des inflammations des voies respiratoires supérieures et inférieures. Elles sont bilatérales et touchent surtout l'épithélium olfactif et respiratoire des fosses nasales. L'altération la plus importante est une érosion et une ulcération, partielle à totale, des cellules sensorielles olfactives. Les lésions histologiques dégénératives et inflammatoires sont principalement localisées au niveau de l'épithélium, des cornets nasaux et maxillaires, avec une perte des cellules ciliées à ce niveau. Les modifications sont moins sévères au niveau du larynx, de la trachée et des poumons [16].

Toxicité subchronique, chronique

Les expositions répétées sont à l'origine de lésions inflammatoires des voies respiratoires.

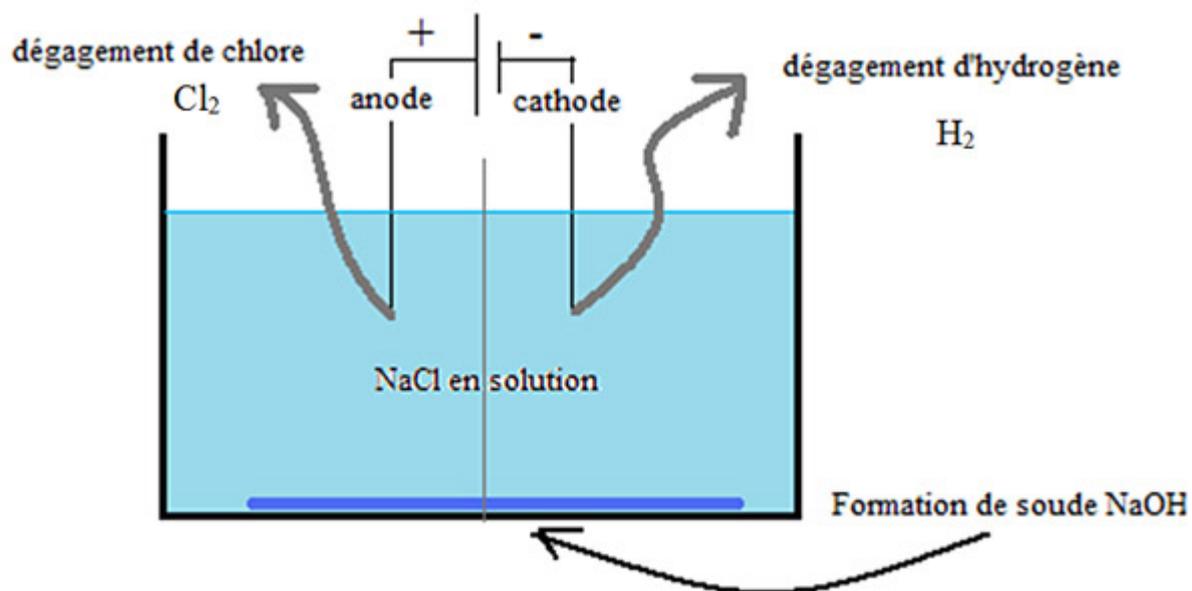
L'exposition répétée au chlore induit une aggravation de l'inflammation des voies respiratoires qui est fonction de l'espèce, du sexe et de la dose.

Une exposition subchronique entraîne chez le rat (1 et 3 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, pendant 6 semaines) une extension de l'inflammation à la sous-muqueuse de la trachée, aux bronchioles et aux conduits alvéolaires ; une exposition à 9 ppm induit une érosion de l'épithélium de la muqueuse nasale, accompagnée d'une hyperplasie épithéliale dans la trachée, les bronchioles et les conduits alvéolaires. Les alvéoles contiennent un taux plus important de sécrétions et de macrophages.

L'augmentation de quelques paramètres biologiques est notée : hématoците et nombre des globules blancs, activité de certaines enzymes sériques révélant des modifications hépatiques, taux sanguin d'urée et densité urinaire avec quelques signes histologiques de lésion dégénérative dans les tubes rénaux proximaux [10].

ANNEXE 6 : L'ÉLECTROLYSE DE LA FORMATION DU CHLORE

GAZEUX



ANNEXE 7 : KITS DE TEST COLORIMÉTRIQUES

DR300 Pocket Colorimeter

Applications

- Drinking water
- Wastewater
- Power
- Industrial water
- Field use
- Beverage
- Food QC Lab



Proven past. Innovative future.

The DR300 maintains the Pocket Colorimeter legacy of reliability while providing state-of-the-art data transfer capability and connection to Claros*. Reduce data collection hassles, eliminate transcription errors, and ensure stronger compliance traceability.

Connected*

Optional Bluetooth connectivity allows you to safely transfer measurement data to Claros – Hach®'s Water Intelligence System – reducing errors and saving time by eliminating manual data entry.

Reliable

Rugged, waterproof (IP67) design withstands whatever conditions you encounter in the field (drops, extreme temperatures, rain and dirt) and still delivers years of dependable, accurate measurements.

Simple

Simple, intuitive operation reduces potential manual error, ensuring accurate measurement data you can trust, time after time. Larger display with improved backlight makes reading measurements in all conditions even easier.

*Claros connectivity currently available only in US, Canada and EU



Technical Data*

Source lamp	Light emitting diode (LED)	Operating conditions	0 - 50 °C; 0 - 90% relative humidity (non-condensing)
Detector	Silicon photodiode	Display	LCD with backlight
Enclosure waterproof rating	IP67, waterproof at 1 m for 30 minutes	Power supply	Four AAA alkaline batteries; approximate life is 5000 tests
Wavelength	As specified by model, ±2 nm	Data storage	Last 50 measurements
Spectral Bandwidth	15 nm filter bandwidth	Weight	0.25 kg
Absorbance	0 - 2.5 Abs	Dimensions (H x W x D)	34 mm x 69 mm x 157 mm
Sample cell compatibility	1 cm (10 mL), 25 mm (10 mL)		

*Subject to change without notice.

Parameters

Parameter	Measuring range	Measurement method
Aluminium	0.02 - 0.80 mg/L Al	Aluminon
Ammonium	0.01 - 0.80 mg/L NH ₃ -N	Salicylate
Bromine	0.05 - 4.50 mg/L Br ₂ 0.2 - 10.0 mg/L Br ₂	DPD
Chlorine, free ¹⁾ + total ^{1), 2)}	0.02 - 2.00 mg/L Cl ₂ 0.1 - 8.0 mg/L Cl ₂	DPD
Chlorine, free ¹⁾ + total ^{1), 2)} , MR	0.05 - 4.00 mg/L Cl ₂ 0.1 - 10.0 mg/L Cl ₂	DPD
Chlorine, pH	0.1 - 10.0 mg/L Cl ₂ 6.0 - 8.5 pH	DPD Phenol Red
Chlorine dioxide	0.05 - 5.00 mg/L ClO ₂	DPD/Glycine
Iron, Ferover ²⁾	0.02 - 5.00 mg/L Fe	Ferover
Iron, TPTZ	0.01 - 1.70 mg/L Fe	TPTZ
Manganese, HR ²⁾	0.2 - 20.0 mg/L Mn	Periodate Oxidation
Molybdenum	0.02 - 3.00 mg/L Mo 0.1 - 12.0 mg/L Mo	Ternary Complex
Monochloramine/Free Ammonium	0.04 - 4.50 mg/L Monochloramine as Cl ₂ 0.02 - 0.50 mg/L Free Ammonia as NH ₃ -N	Indophenol
Nitrate	0.4 - 30.0 mg/L NO ₃ -N	Cadmium Reduction
Oxygen, dissolved	0.2 - 10.0 mg/L O ₂	HRDO
Ozone	0.01 - 0.25 mg/L O ₃ 0.01 - 0.75 mg/L O ₃	Indigo Trisulfonate
Phosphate ^{1), 2)}	0.02 - 3.00 mg/L PO ₄	Phosver 3
Zinc ²⁾	0.02 - 3.00 mg/L Zn	Zincon

¹⁾Method is USEPA accepted or approved for drinking water (additional steps may be required)

²⁾Method is USEPA accepted or approved for wastewater (additional steps may be required)

ANNEXE 8 : PROTOCOLE

Chlorine, Free and Total, High Range

DOC316.53.01490

USEPA DPD Method¹

Method 10069 (Free) 10070 (Total)

0.1 to 10.0 mg/L Cl₂ (HR)

Powder Pillows

Scope and application: For testing higher levels of free chlorine (hypochlorous acid and hypochlorite ion) in water and treated waters. For testing higher levels of total chlorine in water, treated waters and wastewater.² This product has not been evaluated to test for chlorine and chloramines in medical applications in the United States.

¹ USEPA accepted for reporting wastewater and drinking water analyses.

² Procedure is equivalent to USEPA method 330.5 for wastewater and Standard Method 4500-Cl-G for drinking water.



Test preparation

Before starting

If the chlorine concentration is typically less than 2 mg/L, use the chlorine low range (LR) procedure.
Analyze the samples immediately. The samples cannot be preserved for later analysis.
Always do tests in sample cells. Do not put the instrument in the sample or pour the sample into the cell holder.
Make sure that the sample cells are clean and there are no scratches where the light passes through them.
Rinse the sample cell and cap with the sample three times before the sample cell is filled.
Make sure that there are no fingerprints or liquid on the external surface of the sample cells. Wipe with a lint-free cloth before measurement.
Cold waters can cause condensation on the sample cell or bubbles in the sample cell during color development. Examine the sample cell for condensation or bubbles. Remove condensation with a lint-free cloth. Invert the sample cell to remove bubbles.
High range (HR) free chlorine determinations are subject to variable levels of interferences from monochloramine. Refer to Interferences on page 4.
Install the instrument cap over the cell holder before ZERO or READ is pushed.
Do not use the same sample cells for free and total chlorine. If trace iodide from the total chlorine reagent is carried over into the free chlorine determination, monochloramine will interfere. It is best to use separate, dedicated sample cells for free and total chlorine measurements.
If the test result is over-range, or if the sample temporarily turns yellow after the reagent addition, dilute the sample with a known volume of high quality, chlorine demand-free water and do the test again. Some loss of chlorine may occur due to the dilution. Multiply the result by the dilution factor. Additional methods are available to measure chlorine without dilution.
After the test, immediately empty and rinse the sample cell. Rinse the sample cell and cap three times with deionized water.
For the best results, measure the reagent blank value for each new lot of reagent. Replace the sample with deionized water in the test procedure to determine the reagent blank value. Subtract the reagent blank value from the sample results.
Review the Safety Data Sheets (MSDS/SDS) for the chemicals that are used. Use the recommended personal protective equipment.
Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations. Refer to the Safety Data Sheets for disposal information for unused reagents. Refer to the environmental, health and safety staff for your facility and/or local regulatory agencies for further disposal information.

Items to collect

Description	Quantity
Chlorine, Free: DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows, 25-mL	1
Chlorine, Total: DPD Total Chlorine Reagent Powder Pillows, 25-mL	1
Sample cells, 1-cm (10 mL)	2

Refer to [Consumables and replacement items](#) on page 6 for order information.

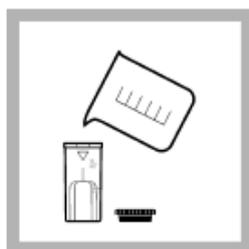
Sample collection

- Analyze the samples immediately. The samples cannot be preserved for later analysis.
- Chlorine is a strong oxidizing agent and is unstable in natural waters. Chlorine reacts quickly with various inorganic compounds and more slowly with organic compounds. Many factors, including reactant concentrations, sunlight, pH, temperature and salinity influence the decomposition of chlorine in water.
- Collect samples in clean glass bottles. Do not use plastic containers because these can have a large chlorine demand.
- Pretreat glass sample containers to remove chlorine demand. Soak the containers in a weak bleach solution (1 mL commercial bleach to 1 liter of deionized water) for at least 1 hour. Rinse fully with deionized or distilled water. If sample containers are rinsed fully with deionized or distilled water after use, only occasional pretreatment is necessary.
- Make sure to get a representative sample. If the sample is taken from a spigot or faucet, let the water flow for at least 5 minutes. Let the container overflow with the sample several times and then put the cap on the sample container so that there is no headspace (air) above the sample.

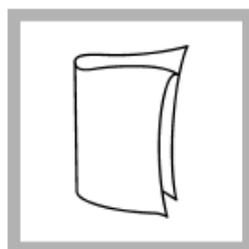
Powder pillow procedure



1. Set the instrument to high range (HR).
For DR300, push the up arrow button. For PCII, push the menu button, checkmark button, then the menu button again.



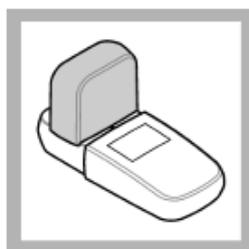
2. Prepare the blank: Rinse a 1-cm/10-mL sample cell and cap three times with sample. Fill the sample cell to the 5-mL mark with sample. Close the sample cell.



3. Clean the blank sample cell.



4. Insert the blank into the cell holder. Point the triangle mark on the sample cell away from the keypad.



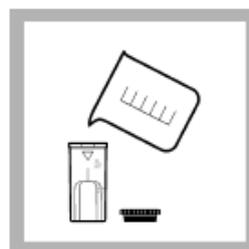
5. Install the instrument cap over the cell holder.



6. Push ZERO. The display shows "0.0".



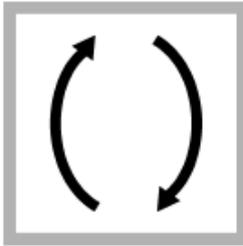
7. Remove the sample cell from the cell holder.



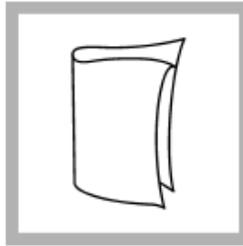
8. Prepare the sample: Rinse a second 1-cm/10-mL sample cell and cap three times with sample. Fill the sample cell to the 5-mL mark with sample.



9. Add one 25-mL DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillow or one 25-mL DPD Total Chlorine Reagent Powder Pillow to the second sample cell.



10. Close the sample cell. Invert the sample cell for about **20 seconds** to dissolve the reagent. Undissolved powder will not affect accuracy. A pink color will show if chlorine is in the sample.



11. Clean the prepared sample cell.



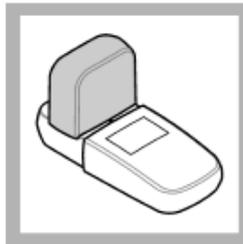
12. **Free chlorine measurement:** Within 1 minute of the reagent addition, insert the prepared sample into the cell holder. Point the triangle mark on the sample cell away from the keypad. Go to step 15.



13. Set and start a timer for 3 minutes. A 3-minute reaction time starts.



14. **Total chlorine measurement:** After 3 minutes and within 6 minutes of the reagent addition, insert the prepared sample into the cell holder. Point the triangle mark on the sample cell away from the keypad.



15. Install the instrument cap over the cell holder.



16. Push **READ**. Results show in mg/L Cl_2 .



17. Immediately empty the sample cell. Rinse the sample cell and cap three times with deionized water.

ANNEXE 9 : PRÉSENTATION ÉLABORATION D'UN INDICATEUR DE SÉCHERESSE PAR LE COMITÉ



Ordre du jour

- Présentation de l'étude
- Nature des données exploitables
- Exemples d'exploitation des données
- Échanges sur les captages sélectionnés et la disponibilité des données
- Modalités de mise en pratique de l'étude
- Calendrier



Présentation de l'étude

Constat

Les points de situation sur les tensions ressenties pour la production d'eau potable ne font pas, à ce jour, l'objet d'un indicateur de suivi harmonisé entre les distributeurs d'eau et ne permet pas d'adopter une politique d'anticipation des tensions sur l'eau potable.

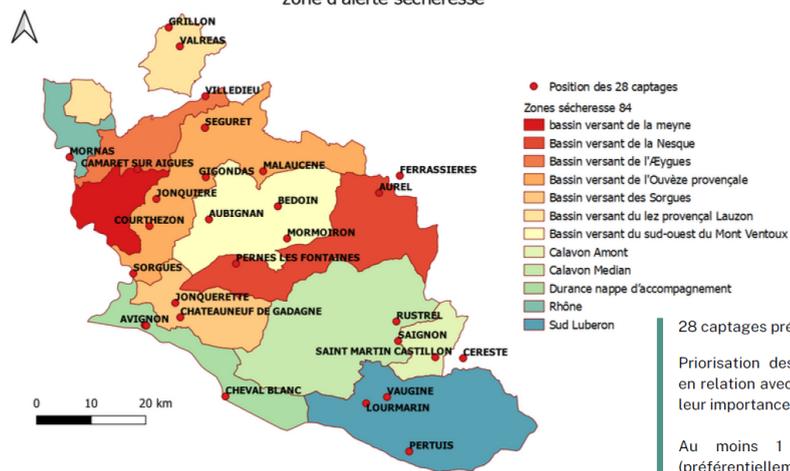
Objectif

Définir un indicateur réglementaire de suivi des ressources exploitées en Vaucluse à des fins de production d'eau potable dans la perspective d'établir des seuils de gestion adaptés aux ressources exploitées. Ces seuils permettront une meilleure anticipation de la pénurie d'eau potable dans les secteurs les plus à risque et pourront être intégrés à l'arrêté cadre sécheresse du Vaucluse.



Présentation de l'étude

Emplacement des captages sélectionnés par zone d'alerte sécheresse

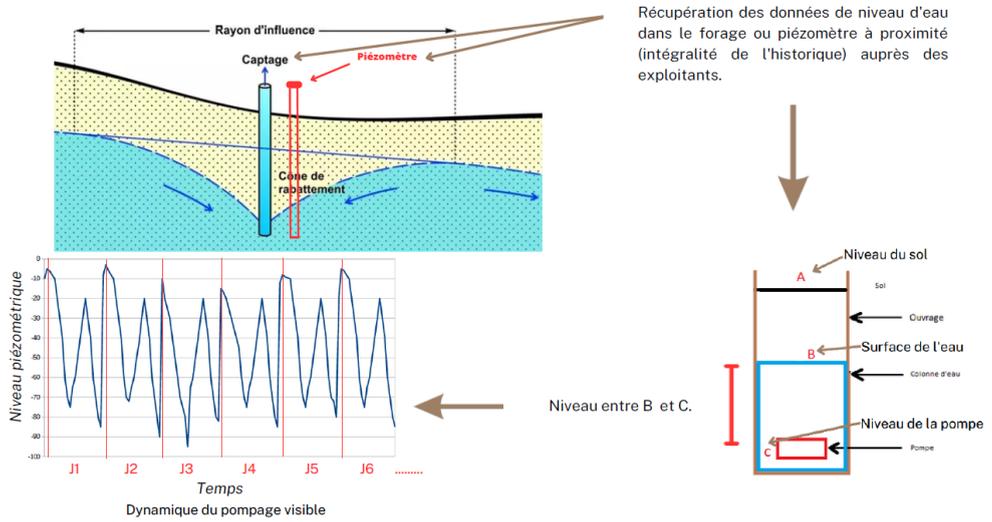




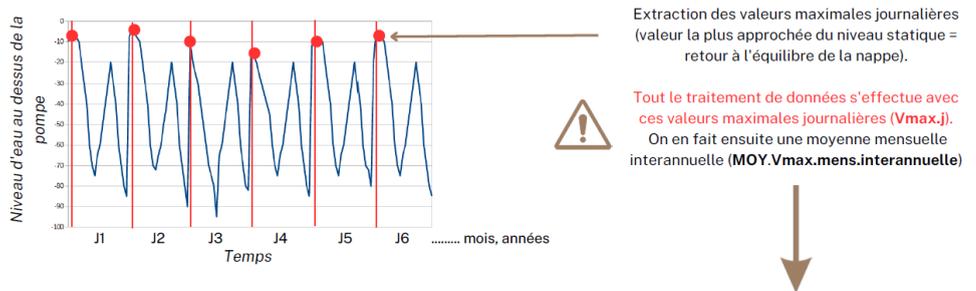
Nature des données exploitables



Calcul de seuils sur une nappe influencée par prélèvement



Exemple d'exploitation des données : basé sur une approche du niveau statique faiblement influencé



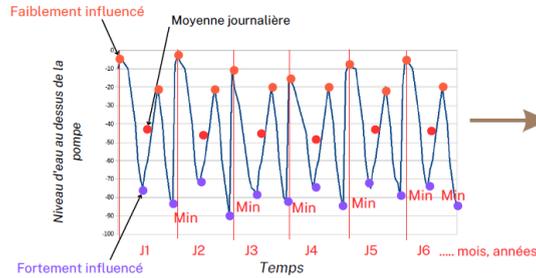
Détermination des niveaux seuil par mois par captage à partir de ces valeurs moyennes mensuelles interannuelles.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
VIGILANCE = MEDIANE
ALERTE = QUINQUENNALE SECHE
ALERTE RENFORCEE = DECENNALE SECHE
CRISE = MINIMUM OBSERVE

Niveau critique déficent : niveau d'eau au dessus de la pompe pouvant entrainer un dysfonctionnement.



Exemple d'exploitation des données : basé sur une approche du niveau influencé



Permet de prendre en compte le rabattement, produit lorsque le forage extrait de l'eau à un débit plus élevé que le taux de recharge de l'aquifère qui alimente le forage en eau. Si le rabattement augmente trop, cela entraîne :

- Une diminution de la pression dans l'aquifère = réduction de la capacité de l'eau à s'écouler vers le forage et **diminution du débit d'eau que le puits est capable de fournir.**
- Un risque plus élevé que durant le pompage, si le niveau d'eau est déjà critique, la **pompe dénoie.**



Tout le traitement de données s'effectue avec ces valeurs moyennes journalières (Vmoy.j).

On en fait ensuite une moyenne mensuelle interannuelle (MOY.Vmoy.mens.interannuelle).

Détermination des niveaux seuil par mois par captage à partir de ces valeurs moyennes mensuelles interannuelles.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
VIGILANCE = MEDIANE
ALERTE = QUINQUENNALE SECHE
ALERTE RENFORCEE = DECENNALE SECHE
CRISE = MINIMUM OBSERVE

Niveau critique déficient : niveau d'eau au dessus de la pompe pouvant entraîner un dysfonctionnement.



Modalités de mise en pratique de l'étude

- Avoir des données issues d'une sonde piézométrique **automatique** avec prise de mesure **régulière à minima horaire.**
→ Si plusieurs piézomètres, établissement d'une moyenne.
- Pouvoir fournir une valeur déficiente minimale du niveau d'eau.
- Avoir un **historique** de données suffisant de **plusieurs années** (à minima 10 ans) afin de pouvoir effectuer une analyse statistique des données.
- L'exploitant doit pouvoir fournir les données à **fréquence journalière** pour intégration dans l'analyse des seuils sécheresse.
- L'exploitant doit pouvoir recueillir des **informations complémentaires** relatives au pompage telles que :
 - Le volume et les débits prélevés ;
 - La durée et fréquence de fonctionnement de la pompe ;
 - Toute modification des ouvrages.





Calendrier

Recueil des données :

- Réception des chroniques de données et des réponses au questionnaire.
- + Visite de certains captages structurants.

**PHASE 1 : 15
AU 30 MAI**

**PHASE 2 :
JUN**

Analyse des données + visite de certains captages structurants.

Proposition de seuils ou de recommandations par captage.

**PHASE 3 :
JUILLET**



ANNEXE 10 : COUPE DU FORAGE 1 DU FANGAS

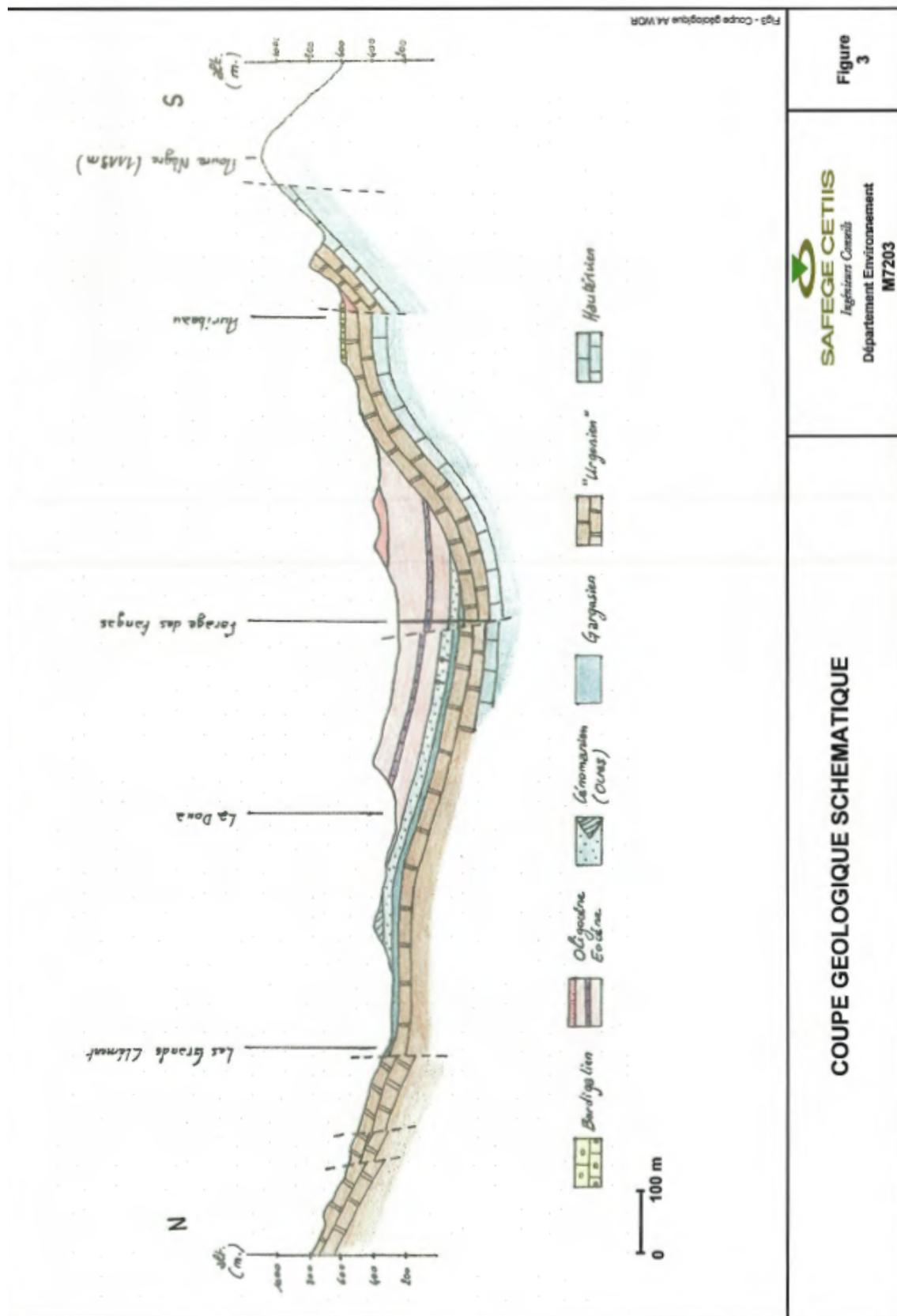


Figure 3

SAFEGE CETIIS
Ingénieurs Conseil
 Département Environnement
 M7203

COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE