

LE THALLIUM DANS LES EAUX

DESTINÉES À LA CONSOMMATION HUMAINE

Bilan 2011-2021 en Normandie

Sommaire

Introduction

I Rappels	3
1. Historique	3
2. Origine du thallium	5
3. Investigations menées dans les zones de distribution	6
4. Principaux enseignements tirés des investigations et actions menées par les maîtres d'ouvrage et les exploitants pour réduire les concentrations en thallium dans l'eau destinée à la consommation humaine.....	10
II Résultats et discussion	13
1. Le thallium dans les eaux brutes	13
1.1 Analyse globale des résultats à l'échelle de la région	
1.2 Focus sur le secteur de Mézidon - Saint Pierre en Auge	
1.3 Focus sur le secteur d'Argentan	
2. Le thallium dans les eaux distribuées	17
2.1 Représentativité des résultats	
2.2 Analyse globale des résultats à l'échelle de la région	
2.3 Analyse des résultats par unités de distribution	
Conclusion et perspectives	39
ANNEXES	42

INTRODUCTION

Ce rapport a pour objectif de présenter les résultats de la surveillance des concentrations en thallium dans l'eau destinée à la consommation humaine, réalisée depuis la découverte de la présence de ce composé dans des ressources utilisées pour la production d'eau potable dans le sud du Calvados.

La première partie reprend les éléments majeurs de l'historique de la découverte, des investigations réalisées ainsi que les actions menées pour réduire les concentrations en thallium dans l'eau du robinet.

La deuxième partie est consacrée à la présentation et à l'exploitation des résultats des suivis réalisés jusqu'en 2021.

Enfin, en conclusion, des perspectives en terme de suivi et de gestion sont proposées, qui seront soumis pour expertise et avis aux instances nationales telles que la Direction générale de la santé et l'Agence nationale de sécurité sanitaire.

I RAPPELS

1- Historique

La présence de thallium dans l'eau destinée à la consommation humaine a été mise en évidence dans le sud du Calvados en 2011. Les concentrations importantes mesurées dans un forage dans le secteur de Mézidon / Saint Pierre sur Dives ont d'abord conduit l'ARS à prononcer une restriction des usages alimentaires de l'eau dans un secteur qui ne pouvait pas être alimenté par une autre ressource (syndicat de Mesnil Mauger qui a été intégré depuis au syndicat Eaux Sud Calvados). Des mesures complémentaires menées sur le forage concerné (Ouezy F2) ainsi que sur un forage voisin (Ouezy F1) ont mis en évidence que la concentration mesurée dans un premier temps (55 µg/l dans le forage Ouezy F2) était anormalement haute et résultait certainement d'un dysfonctionnement hydraulique des installations de pompage, les concentrations moyennes étant de l'ordre du microgramme par litre. La surveillance renforcée mise en place depuis a confirmé cette hypothèse.

Parallèlement aux mesures complémentaires menées sur l'eau brute, l'ARS a diligenté rapidement des mesures de thallium aux points de mise en distribution de l'eau ainsi qu'en distribution au robinet du consommateur.

Le thallium ne faisant pas l'objet de limite de qualité en France et en Europe, des valeurs de référence ont été recherchées dans la littérature. Les valeurs sanitaires de référence retrouvées ont été élaborées par l'agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) et sont de 2 µg/l comme valeur limite et de 0,5 µg/l comme valeur cible.

Sur la base de ces valeurs de référence et grâce aux mesures complémentaires menées, la restriction d'usage alimentaire a été levée tout en mettant en place une surveillance renforcée de la qualité de l'eau, de la ressource au robinet du consommateur. Parallèlement aux mesures de gestion locales mises en place en collaboration avec les collectivités concernées ainsi que les exploitants, la Direction générale de la santé a été saisie ainsi que l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES), afin de fixer une valeur sanitaire et adopter les modalités de gestion les plus pertinentes pour protéger le consommateur d'éventuels risques liés à la consommation d'eau contenant du thallium.

Dans son avis de septembre 2013 relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à la présence de thallium dans les eaux destinées à la consommation humaine, l'ANSES a proposé une valeur guide exploratoire protectrice de 0.5 µg/l, sur la base de données parcellaires relatives à la toxicité du thallium et à l'exposition par voie hydrique.

Dans sa lettre du 27 décembre 2013, le Directeur général de la santé a demandé au Directeur général de l'Agence régionale de santé de Basse-Normandie de :

- Poursuivre la surveillance des concentrations en thallium dans les eaux distribuées pour mieux apprécier l'exposition de la population par voie hydrique au niveau des unités de distribution du secteur considéré,
- Délimiter plus précisément avec l'appui du BRGM, l'étendue de la zone géologique où le thallium s'accumule et identifier les captages impactés,
- Gérer les dépassements confirmés de la valeur guide exploratoire de 0.5 µg/l en :
 - o caractérisant les pics de concentration (fréquences, amplitudes) ;
 - o étudiant l'évolution des teneurs en thallium dans le réseau de distribution ;
 - o demandant à l'exploitant de mettre en œuvre des actions permettant de diminuer la concentration en thallium à la sortie de la station de production d'eau dans les meilleurs délais.

L'ensemble de ces actions a été mis en œuvre par l'ARS de Basse Normandie en lien avec les maîtres d'ouvrage et les exploitants des secteurs concernés par la présence de thallium dans l'eau destinée à la consommation humaine. Un premier rapport a été adressé à la direction générale de la santé en mai 2015 suivi d'un deuxième rapport en 2018.

2- Origine du thallium

Depuis 2011, plusieurs experts hydrogéologues ont été sollicités, d'une part pour émettre des hypothèses sur l'origine du thallium et d'autre part, au vu de leurs connaissances, pour délimiter les secteurs et captages qui pourraient être concernés en Basse Normandie. Le rapport d'expertise du BRGM relatif à la présence de thallium dans les eaux souterraines du Calvados a été émis en juin 2014. L'intégralité du rapport est disponible sur le site du BRGM. Les principales expertises sont également disponibles sur le site de l'ARS Normandie. Sont rappelés ci-dessous quelques points majeurs.

✓ **Présence préférentielle dans l'aquifère du Bajo-bathonien**

L'étude des données disponibles à l'époque sur la teneur en thallium dans les captages a montré que la présence de thallium dans les eaux souterraines ne concernait pas uniquement l'aquifère du Bajo-bathonien mais s'observait également dans les aquifères du Trias et dans une vingtaine de forages captant les aquifères de socle du massif armoricain.

Les concentrations les plus élevées s'observent néanmoins principalement dans l'aquifère « multicouches » du Bajo-bathonien, dans le Calvados et l'Orne.

✓ **Des processus dynamiques de remobilisation du thallium**

Deux hypothèses ont été émises sur l'origine du thallium présent dans les eaux souterraines de la région. Le thallium pourrait provenir :

- soit de l'aquifère lui-même, c'est-à-dire qu'il serait porté par des minéraux présents dans l'aquifère et qu'il serait mobilisé in situ via des processus physico-chimiques ;
- soit il est apporté par des fluides venant d'un aquifère voisin.

Le thallium étant préférentiellement associé aux sulfures, l'hypothèse la plus probable serait d'envisager une remobilisation de cet élément par oxydation des sulfures présents dans les aquifères (associés aux pyrites par exemple), oxydation amorcée par apport d'agents oxydants (nitrates, oxygène dissous...). Le relargage de thallium peut également se produire lors de la dissolution des oxy-hydroxydes de fer dans l'hypothèse où ces minéraux fixent le thallium en solution.

Ces processus peuvent se produire dans les zones de transition nappes libres/nappes captives ou lors de la désaturation de niveaux aquifères riches en sulfures comme les zones de battements de nappes (nappe libre) ou lors du rabattement de la nappe par des forages d'exploitation.

Ces processus-physico-chimiques sont donc à considérer comme « dynamiques » avec une cinétique dépendante des variations des conditions d'oxygénation.

Cet aspect est important à prendre en compte dans le cadre de la gestion opérationnelle de la pollution au niveau des ressources exploitées, car cela veut dire que les conditions d'exploitation des forages peuvent influencer sur les concentrations en thallium dans l'eau pompée.

3- Investigations menées dans les zones de distribution

L'étude des secteurs impactés se fait en suivant le cheminement de l'eau depuis les ressources exploitées, jusqu'aux zones de distribution différenciées selon une qualité de l'eau homogène (unités de distribution UDI), en transitant par les installations de traitement de l'eau (TTP).

3.1 Investigations menées dans le département du Calvados

Les investigations ont débuté en 2011 et ont concerné plusieurs secteurs :

- Les zones de distribution alimentées par les forages du secteur de Mézidon Vallée d'Auge / Saint Pierre en Auge
- Les zones de distribution alimentées par la station de production d'eau potable du Tanet (Eaux Sud Calvados)
- Des secteurs alimentés par d'autres ressources contenant du thallium – maîtrise d'ouvrage Eau du Bassin Caennais (EBC)

➤Zones de distribution alimentées par les forages du secteur de Mézidon Vallée d'Auge / Saint Pierre en Auge

Les captages alimentant ce secteur sont :

- Les 2 forages situés près de Ouezy dont la concentration moyenne est de l'ordre du microgramme par litre ($\mu\text{g/L}$) :
 - o Ouezy F1 (maîtrise d'ouvrage syndicat Sud Calvados depuis le 1^{ER} janvier 2020 – avant syndicat de la vallée du Laizon)
 - o Ouezy F2 (maîtrise d'ouvrage syndicat Eaux Sud Pays d'Auge)

Ces 2 forages prélèvent l'eau sur le même site mais leur profondeur diffère. Ouezy F2 est le plus profond (82 mètres) tandis que Ouezy F1 est à une profondeur de 55 mètres.

- Le champ captant du Tanet qui comprend 7 forages avec des concentrations qui varient selon les forages : d'absence de Thallium (Bretteville Fe2 et Moulin Fe7) à plus de 3 $\mu\text{g/L}$ pour le plus touché (Chemin Vert Fe4)

	Teneur moyenne en thallium (2012-2021) $\mu\text{g/L}$	Profondeur du forage (mètres)
Chemin Vert Fe 4	3.2	77
Bas Guéret Fe 5	1.2	84
Magny Fe 3	1.0	63
Marais Fe 8	0.9	82
Cangéliques Fe 1	0.3	80
Bretteville Fe 2	0	92
Moulin Fe 7	0	85

En production, les forages de ce secteur ont fait l'objet d'un suivi renforcé mensuel de 2012 à 2014 puis le thallium a été intégré au contrôle sanitaire classique mené sur ces ressources (la fréquence de prélèvement est fixée selon les débits des captages).

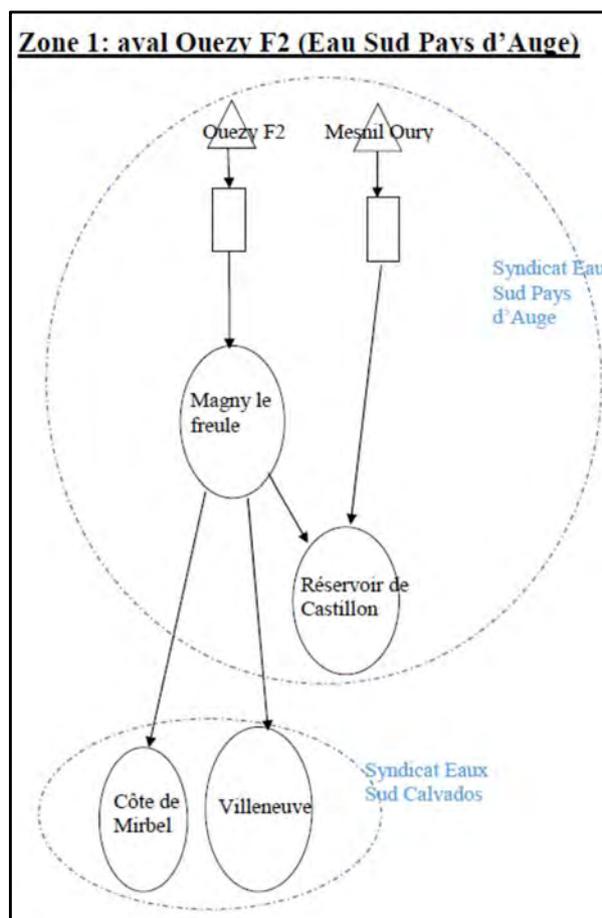
Par souci de simplification du schéma d'alimentation de l'eau, on peut différencier 3 zones de distribution selon l'origine de l'eau produite à partir des ressources du secteur de Mézidon/Saint Pierre en Auge :

- La zone ❶ alimentée par le forage OUEZY F2
- La zone ❷ alimentée par le forage OUEZY F1
- La zone ❸ alimentée par le champ captant du Tanet

Zone ❶ alimentée par le forage OUEZY F2

La maîtrise d'ouvrage était le syndicat Mesnil Mauger aujourd'hui intégré au syndicat Eaux Sud Pays d'Auge.

L'eau est mise en distribution au niveau de la TTP Ouezy F2 et alimente l'UDI Magny-le-Freule (1071 habitants), et 2 autres petites UDI côte de Mirbel (48 habitants) et Villeneuve (12 habitants).



Zone ② alimentée par le forage OUEZY F1

La maîtrise d'ouvrage était le syndicat de la Vallée du Laizon aujourd'hui intégré au syndicat Eaux Sud Calvados qui a pris la compétence distribution sur un territoire important.

L'eau produite au niveau de la TTP Ouezy F1 provient à 90% du forage Ouezy F1 et à 10% de la station Sud Calvados alimentée par le champ captant du Tanet. Elle dessert l'UDI Vieux Fumé (2326 habitants).

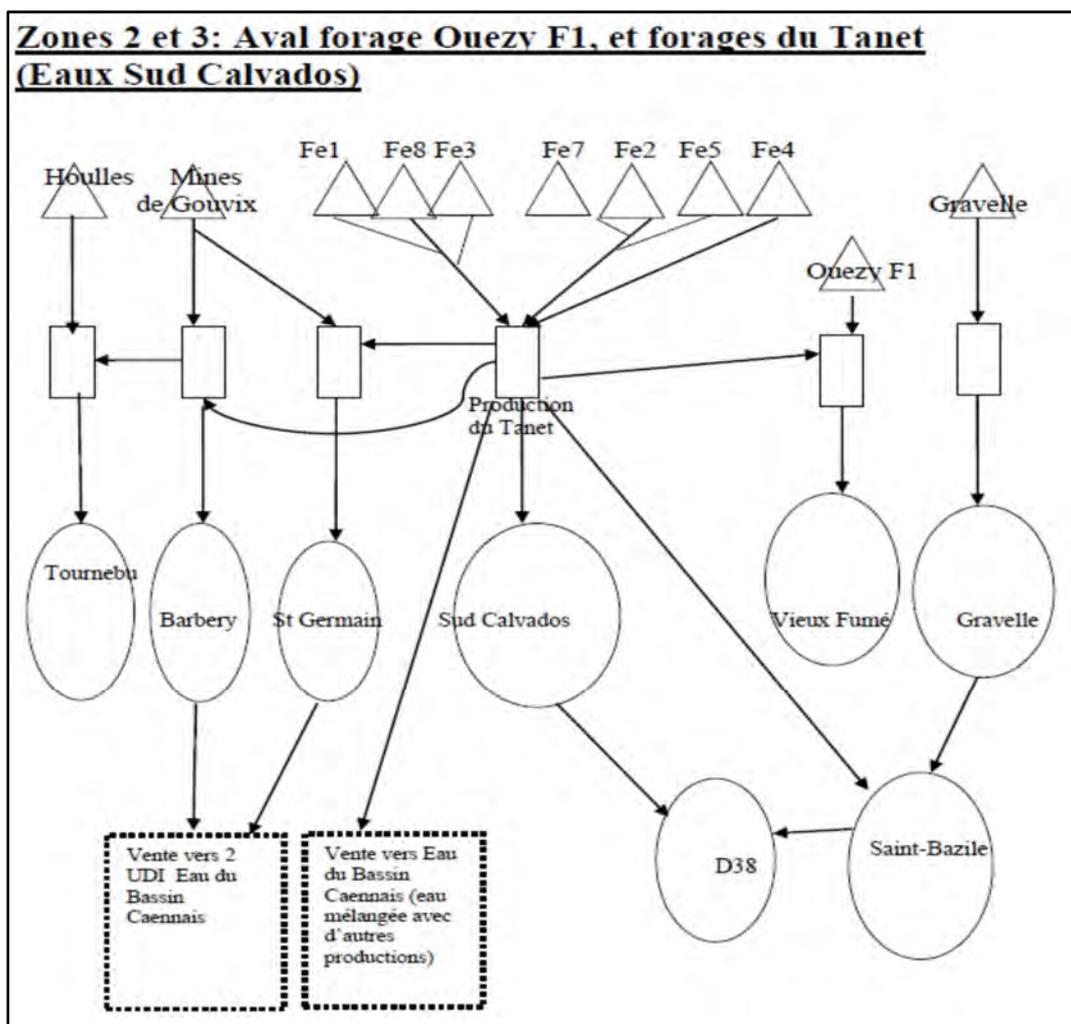
(schéma ci-dessous)

Zone ③ alimentée par le champ captant du Tanet

La maîtrise d'ouvrage est assurée par le syndicat Eaux Sud Calvados.

L'UDI Sud Calvados (36035 habitants) constitue la plus grande unité de distribution alimentée par la station de production du Tanet (TTP Sud Calvados) à partir des 7 forages du champ captant du Tanet. La maîtrise d'ouvrage est assurée aujourd'hui en totalité par le syndicat Eaux Sud Calvados.

(schéma ci-dessous)



Surveillance des concentrations en thallium :

En distribution, les suivis mensuels renforcés ont pris fin en 2016 ; la mesure du thallium a ainsi été intégrée au contrôle sanitaire classique à partir de cette date. La fréquence de mesure dépendant du nombre d'habitants alimentés par unité de distributions, l'UDI Sud Calvados a été l'UDI qui a fait l'objet du nombre de mesures des concentrations en thallium dans l'eau distribuée le plus important.

Autres secteurs du Calvados :

✓ Zones de distribution alimentées par la station de production d'eau potable du Tanet (Eaux Sud Calvados)

Outre les UDI de Sud Calvados et Vieux Fumé évoquées supra, la station de production d'eau potable alimente indirectement en mélange avec d'autres eaux l'UDI D38, celle de St Germain, et des UDI d'Eau du Bassin Caennais (par vente d'eau pour cette dernière collectivité).

✓ Secteurs alimentés par d'autres ressources contenant du thallium – maîtrise d'ouvrage Eau du Bassin Caennais (EBC)

Les mesures de thallium dans les captages utilisés pour la production d'eau potable ont mis en évidence des concentrations supérieures à 0,5 µg/l dans 4 autres captages dans des secteurs dont la maîtrise d'ouvrage de la production et la distribution de l'eau est assurée par EBC :

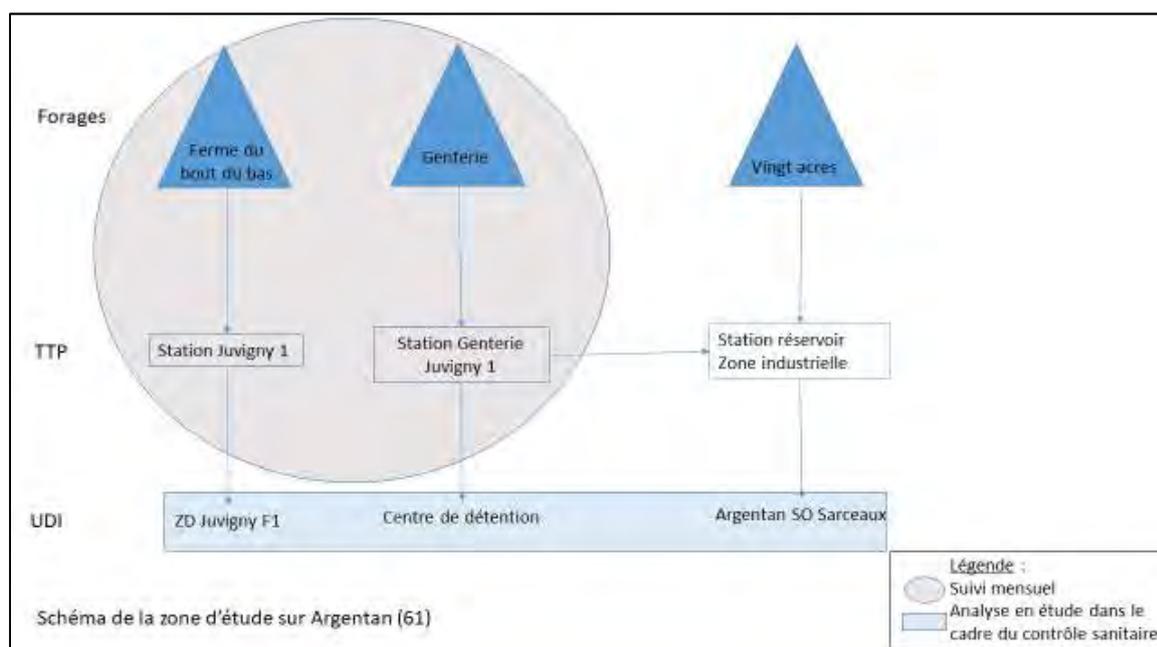
- Ingouville F2B à Moulton situé au nord-ouest des captages d'Ouezy
- Longues acres F2 au sud de Caen
- 2 forages au nord de Caen (Chemin de Bieville F8 et F7)

3.2 Investigations menées dans le département de l'Orne

Des investigations plus récentes ont été menées dans le département de l'Orne et ont concerné le secteur d'Argentan alimenté par 2 forages fortement impactés (Ferme du bout du bas et Genterie).

Zones de distribution du secteur d'Argentan dans l'Orne

La figure ci-dessous schématise la zone d'étude.



A compter de septembre 2021, afin de mieux appréhender la cinétique du thallium entre le forage et la distribution dans ce secteur, l'Agence régionale de santé a financé un suivi mensuel d'une année sur :

- l'eau des forages Genterie, Ferme du Bout du Bas F1 ;
- les installations de production alimentées par ces captages (Station Juvigny 1 et station genterie Juvigny 1) ;

En outre la recherche de thallium a été ajoutée à chaque analyse réalisée en distribution dans le cadre du contrôle sanitaire pour les UDI Juvigny F1, Centre de détention et Argentan SO Sarceaux.

Les résultats de cette étude menée de septembre 2021 à août 2022 sont présentés en annexe. On observe un abattement de la concentration en thallium de 30% en moyenne entre l'eau brute du forage de Ferme du bout du bas et l'eau en sortie de station, avec semble-t-il un impact de la chloration. Par contre, aucune tendance ne peut être dégagée pour l'eau provenant du captage de la Genterie et il n'est pas possible de conclure sur un effet de la chloration sur l'abattement des concentrations en thallium.

4- Principaux enseignements issus des investigations et actions menées pour diminuer les concentrations en thallium dans l'eau destinée à la consommation humaine

a. Principaux enseignements sur le comportement du thallium dans le réseau

Des campagnes de prélèvement ont été menées par l'exploitant SAUR sur une partie du réseau alimenté par la station de production d'eau potable Eaux Sud Calvados afin de mieux comprendre le comportement du thallium dans le réseau.

Les principaux enseignements sont les suivants:

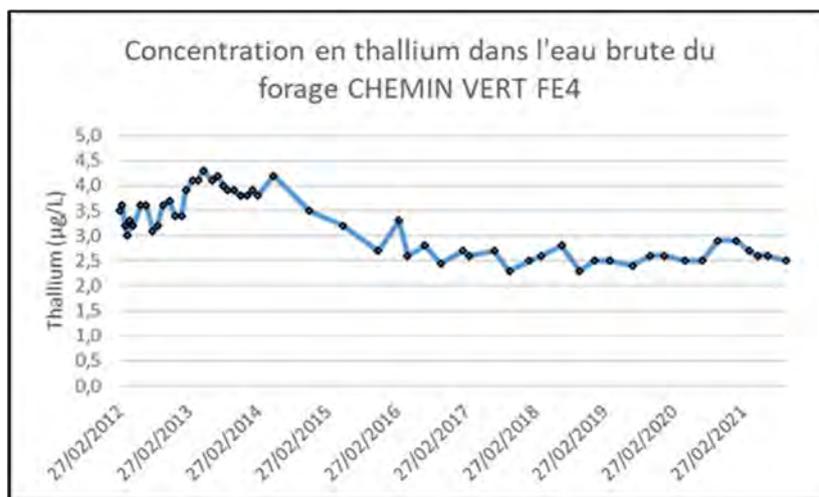
- Le thallium se dépose de manière réversible en milieu oxydant (en présence de chlore), au niveau des conduites métalliques, mais peut être remobilisé, à la faveur d'une baisse des teneurs en chlore (augmentation thallium dissous) et/ou d'une action mécanique lors d'un prélèvement ou d'une opération brutale sur le réseau par exemple (thallium particulaire décroché des conduites).
- Outre les teneurs en chlore et le potentiel redox, les teneurs en thallium dans un réseau peuvent donc aussi varier en fonction des perturbations hydrauliques et de la nature ou de l'âge des matériaux des canalisations.
- Lorsque le thallium se décroche, on peut observer simultanément des décrochages de fer (avec des colorations rouges et des matières en suspension) ; deux à trois jours sont ensuite nécessaires pour revenir à la normale.
- La concentration en chlore à maintenir en distribution est de 0.3 mg/l pour éviter la remobilisation dans l'eau (thallium dissous).
- Les dépôts dans un réseau sont hétérogènes. Ils seraient moins présents dans les réseaux plus éloignés du point de mise en distribution (décroissance le long du réseau, en présence d'un résiduel de chlore suffisant).

- Les dépassements de la VGE interviennent plus souvent dans des communes proches de la station de traitement que dans des communes éloignées, où le chlore a le temps de produire son effet dans le feeder (telles St Pierre en Auge, qui est la première commune desservie par le réservoir du Tanet et Mézidon).
- L'exposition au thallium n'est pas permanente, mais ponctuelle, en fonction des remobilisations.
- Le choix du robinet de prélèvement importe beaucoup pour disposer d'un prélèvement d'eau représentatif de l'eau qui circule.

b. Principales actions menées pour réduire les concentrations en thallium dans l'eau destinée à la consommation humaine

Diminution du volume journalier pompé au niveau du forage le plus contaminé (Fe4 du champ captant du Tanet) par le syndicat Eaux Sud Calvados

Le forage Fe4 caractérisé par la concentration en thallium la plus importante (en moyenne : 3,7 µg/l) a été sollicité à un débit moindre. Son débit journalier est passé depuis novembre 2014 de 1200 m³/j à 400 m³/j en 2015. Cette modification de pompage limite la quantité de thallium pompé et s'est traduit aussi par des teneurs plus faibles sur l'eau brute extraite concentration moyenne annuelle de 2,6 µg/l à partir de 2016 contre 3,7 µg/l avant.



Les suivis mis en place montrent que cette action a eu pour effet de diminuer notablement les concentrations moyennes annuelles en sortie de station de traitement et au niveau des différents points de livraison entre 2014 et 2015-2016. La concentration moyenne annuelle en thallium en sortie de station de traitement a ainsi été divisée par 2.

De plus, la diminution des concentrations aux points de livraison par rapport aux concentrations mesurées en sortie de station de traitement met en évidence le rôle des feeders qui permettent un abattement des concentrations en thallium.

Construction d'un second réservoir par le syndicat Eaux Sud Calvados

Afin de sécuriser la continuité de l'alimentation en eau du site de production, un second réservoir de 2 300 m³ a été construit en 2016. Il a été constaté que le temps de contact avec le chlore est un facteur important permettant la transformation du thallium sous sa forme particulaire. La mise en œuvre de ce nouvel ouvrage permet donc d'augmenter le temps de réaction du chlore et de mieux décanter le thallium particulaire. Il constitue une zone de décantation complémentaire avant transport dans les feeders de distribution.

Déplacement de la chloration au plus près de l'exhaure du forage Ouezy F2 par le syndicat de la vallée du Laizon

La chloration était mise en œuvre au niveau du château d'eau de distribution de tête soit très en aval de l'exhaure. Afin d'augmenter le temps de contact avec le chlore et de permettre une fixation dans la canalisation de transfert et une décantation au niveau du réservoir, la chloration a été déplacée au plus près de l'exhaure en juillet 2014.

Actions menées dans le cadre de l'exploitation :

En production : Les réservoirs font l'objet de nettoyages réguliers, avec des produits faisant disposant d'une attestation de conformité sanitaire. Ceux-ci sont souvent acides et permettent de décapier les surfaces. L'eau de lavage est éliminée, ainsi que l'eau de rinçage. Cette opération participe donc à éliminer du thallium dans le réseau.

En distribution : deux actions sont menées (maintien du chlore et purges douces). Les purges sont pratiquées lors des dépassements de la VGE, les purges sont donc occasionnelles (situation différente du CVM, avec les purges automatiques).

II RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats présentés ci-après sont les concentrations en Thallium total (fraction particulaire et fraction dissoute), et la méthode analytique du laboratoire a une limite de quantification à 0,1 µg/l avec une incertitude de mesure de plus ou moins 0,05 µg/l entre 0,1 et 0,25 µg/l et de 20% au-delà de 0,25 µg/l.

1 Le thallium dans les eaux brutes

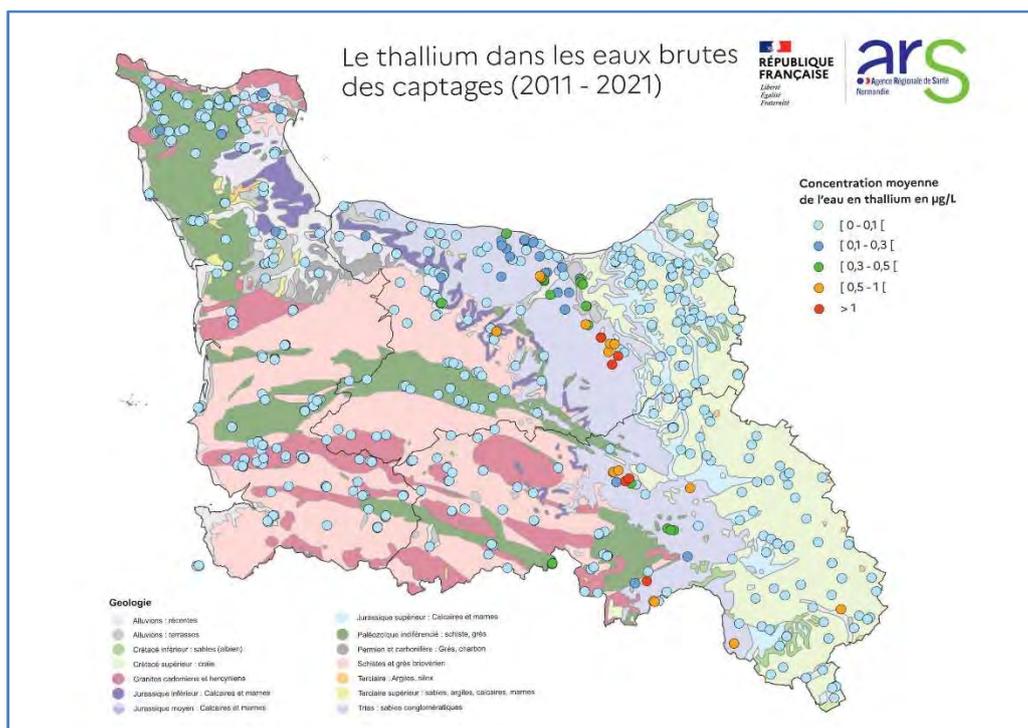
1.1- Analyse globale des résultats à l'échelle de la région

L'exploitation des données bancarisées dans la base de données SISE-EAUX du ministère chargé de la santé montre que 679 captages ont fait l'objet de recherche de thallium depuis la découverte de la contamination du premier forage en 2011. A titre de comparaison, le bilan réalisé en 2015 portait sur 174 captages, toutes campagnes confondues (ARS, SAFEGE, AESN).

La surveillance des concentrations en thallium en eau brute des captages de la région, initiée en 2012 dans le Calvados, s'est poursuivie par l'investigation de captages dans l'Orne et la Manche.

L'investigation des captages du Bajo-Bathonien a été privilégiée dans un premier temps et ensuite étendue à l'ensemble des ouvrages.

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau de l'annexe1 et représenté sur la carte suivante.



La répartition des résultats selon la concentration moyenne en thallium dans l'eau des captages investigués, est présentée ci-dessous :

Moyenne en thallium	Calvados	Orne	Manche	total
< 0,1 µg/l	201	133	256	590
[0,1 – 0,3[	23	6	8	37
[0,3 – 0,5[	15	6	3	24
[0,5 – 1[	9	10	0	19
[1 – 2[	4	1	1	6
[2 – 4[	1	2	0	3

Dans le Calvados, sur 253 captages investigués (de 1 à 66 analyses par captage), du thallium a été quantifié dans 52 captages, dont 14 à une teneur moyenne supérieure à 0,5 µg/l.

Dans l'Orne, sur 158 captages investigués (de 1 à 9 analyses par captage), du thallium a été quantifié dans 25 captages, dont 13 à une teneur moyenne supérieure à 0,5 µg/l.

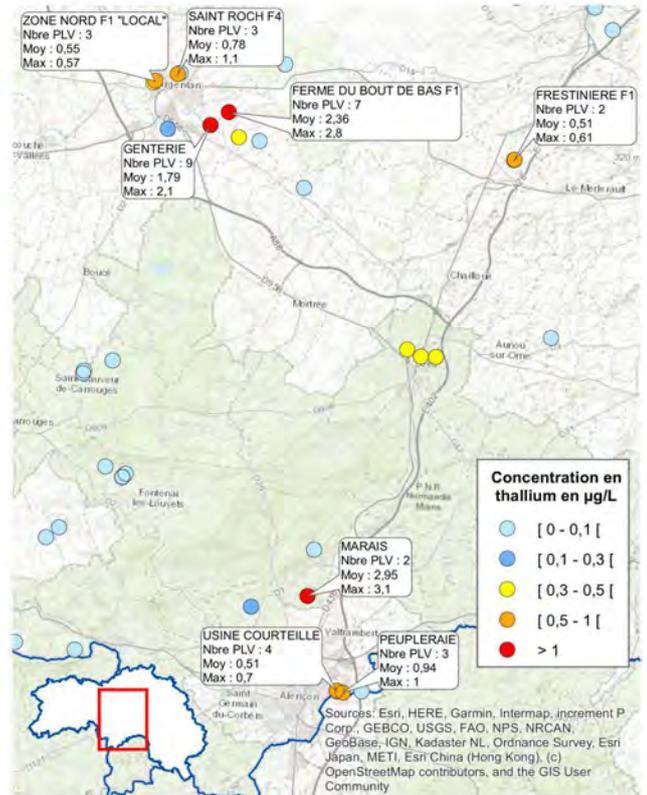
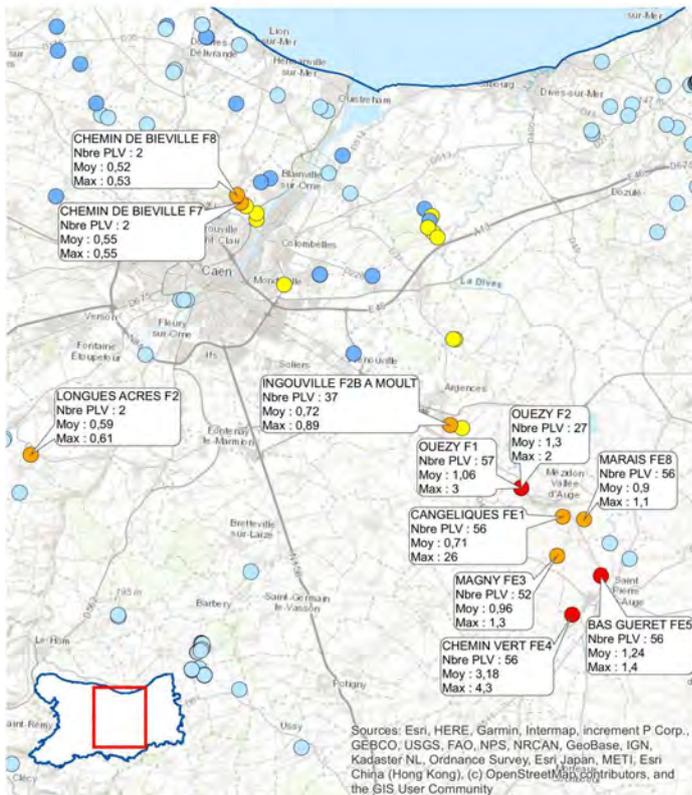
Dans la Manche, sur 268 captages investigués (de 1 à 3 analyses par captage), du thallium a été quantifié dans 12 captages à des teneurs comprises entre 0,1 et 0,3 µg/l sauf pour un captage (1 µg/l), valeur qui devrait être confirmée par des mesures complémentaires.

Dans l'Orne et le Calvados, les captages qui présentent des teneurs élevées supérieures à 0,5 µg/l captent les aquifères profonds du Bajo-bathonien. Les teneurs moyennes supérieures à 0,5 µg/l concernent 29 captages dont 14 dans le Calvados et 13 dans l'Orne. Le thallium n'est pas mis en évidence à des concentrations préoccupantes dans les captages du socle.

Ainsi ces résultats confirment que la contamination en thallium concerne principalement l'aquifère du bajo-bathonien à l'amont (dans l'Orne) comme à l'aval (dans le Calvados).

Cependant, une étude plus fine des données pourra être menée afin de mettre à jour l'avis du BRGM au vu des nouvelles données acquises depuis 2015 (type d'aquifère capté pour les captages dont les concentrations en thallium sont supérieures à 0,3 µg/l, nature géologique des terrains traversés, ...).

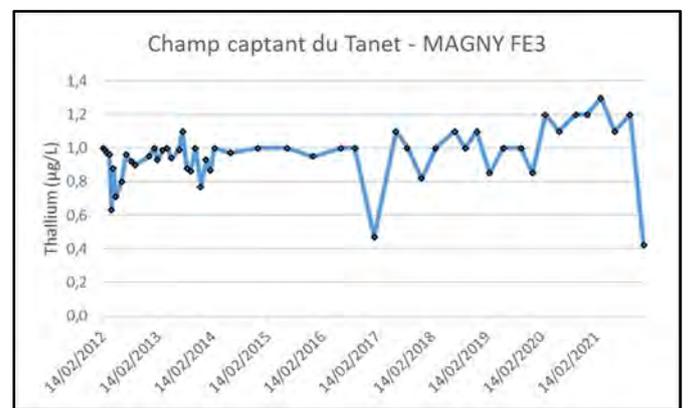
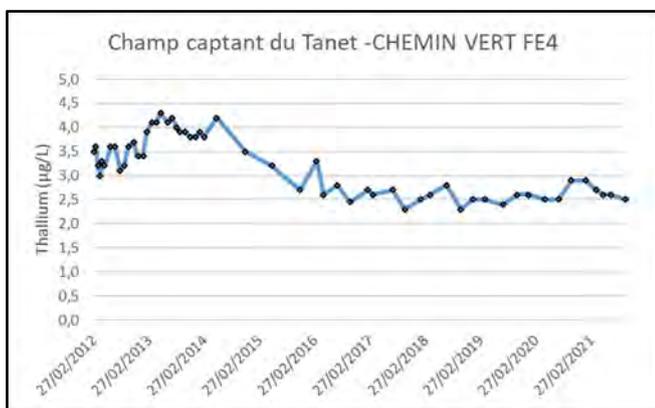
La carte suivante zoome sur les secteurs du Calvados et de l'Orne les plus impactés. Elle permet de visualiser les forages dont la concentration moyenne est supérieure à 0,5 µg/l.

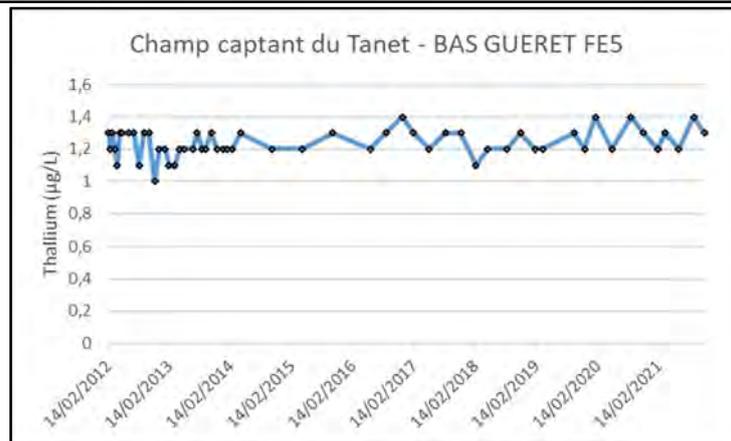
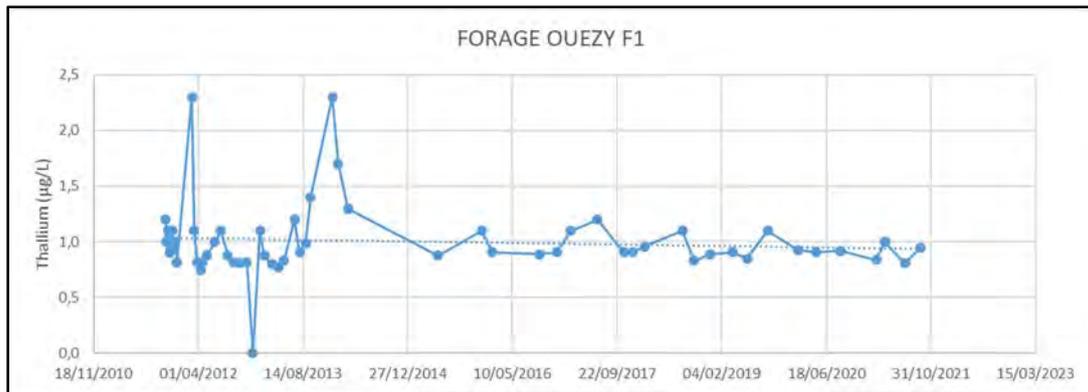
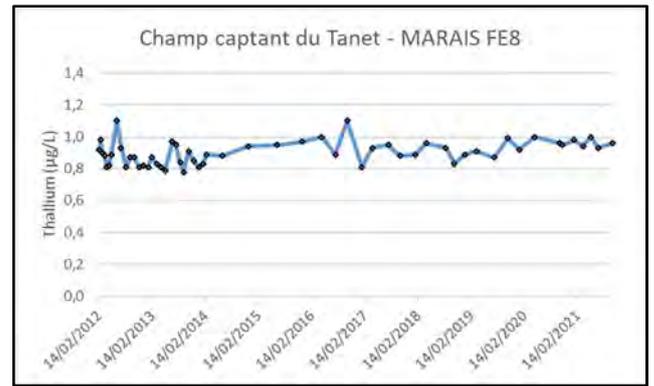


1.2- Focus sur le secteur de Mézidon Vallée d'Auge – Saint Pierre en Auge

Les suivis renforcés mis en place depuis 2012 permettent d'étudier les chroniques sur chacun des forages.

A l'exception du forage Fe4 du champ captant du Tanet pour lequel on observe une diminution des concentrations en thallium dans l'eau brute du fait de la diminution des débits de pompage (action corrective décrite au paragraphe 1.4), les concentrations mesurées dans l'eau brute des forages sont assez stables dans le temps.





1.3-Focus sur le secteur d'Argentan dans l'Orne

Les suivis mensuels complémentaires réalisés de septembre 2021 à août 2022 montrent également une bonne stabilité des concentrations en thallium mesurées au niveau des forages les plus impactés (Ferme du bout du bas et Genterie).

Cf tableau des résultats en annexe.

2- Le thallium dans les eaux distribuées

Des investigations ont été réalisées dans les secteurs alimentés par les ressources contaminées par du thallium.

Les suivis, notamment lors des premières investigations menées dans le Calvados, ont été importants pour les anciens syndicats de Mesnil Mauger et Vallée du Laizon intégrés désormais au syndicat Eaux Sud Calvados. Un suivi spécifique mensuel a été mis en œuvre en 2013 pour prendre fin durant le premier semestre 2016. Il explique le nombre important de valeurs mesurées pour les UDI Sud Calvados (962 analyses) et de Vieux Fumé (347) en différents points du réseau. Le suivi est désormais intégré au contrôle sanitaire sur la zone ciblée.

Des recontrôles sont réalisés lorsque des résultats sont supérieurs à la valeur guide exploratoire afin de caractériser les pics.

Les autres secteurs potentiellement impactés ont fait l'objet d'un nombre d'analyses beaucoup moins important suite aux premières investigations, qui n'ont pas révélé d'anomalies en production et distribution.

Unités de distribution du CALVADOS ayant fait l'objet de recherche du thallium dans l'eau distribuée

Maître d'ouvrage	UDI (Unité de distribution)	Nombre d'analyses de thallium	Population alimentée par l'UDI (nombre d'habitants)
EAUX SUD CALVADOS	SUD CALVADOS	962	36035
	VIEUX FUME	347	2326
	VILLENEUVE	11	12
	BARBERY	109	6077
	ST GERMAIN	88	6472
	GRAVELLE	3	951
	TOURNEBU	10	803
	D38	17	260
	COTE DE MIRBEL	11	48
	BOISSEY	2	301
	LES FONTENELLES	3	33
	MONT MYRRHA	2	162
	NORON PIERREPONT	2	4091
EAUX SUD PAYS D AUGE	SAINT BAZILE	2	239
	MAGNY LE FREULE	318	1071
	CREVECOEUR	2	728
	LECAUDE	3	958
	LIVAROT SUD	3	1226
EAU DU BASSIN CAENNAIS	RESERVOIR CASTILLON	3	1560
	HEROUVILLE	7	22638
	SANNERVILLE	1	1935
	STE HONORINE	8	2252
	LAIZE-CLINCHAMPS	24	2072
	CRAMESNIL	9	628
	FONTENAY BOURGUEBUS	15	12791
	PLATEAU COLOMBELLES	71	9019
	ZONE HAUTE VAUCELLES	7	24268
ARGENCES-CLOS MORANT	MONDEVILLE GIBERVILLE	2	12766
	ARGENCES	8	12539
DOUVRES CRESSERONS PLUMETOT ET LUC	CLOS MORANT	2	4635
	TAILLEVILLE	2	200
RIVE DROITE DE L'ORNE	TOUFFREVILLE SUD	1	345
TROARN SAINT PAIR	JANVILLE	3	1648
VAUBADON LE TRONQUAY	VAUBADON	28	842
		2086	171931

Dans le département de l'Orne les investigations sont plus récentes. Elles ont débuté en 2016. Des analyses complémentaires au contrôle sanitaire ont été réalisées sur 21 UDI de 11 collectivités et une étude plus poussée a été menée en 2021 dans le secteur d'Argentan.

Le nombre de mesures de thallium réalisées est très variable selon les unités de distributions : de quelques-unes pour les secteurs les moins à risque en raison du schéma de distribution de l'eau à plus de 100 analyses pour les plus à risque desservant un nombre important d'abonnés comme Juvigny F1 dont l'eau est produite à partir d'un des captages pour lesquels on a mesuré les concentrations en thallium dans la ressource les plus importantes (Ferme du Bout de Bas au sud d'Argentan- concentration moyenne de 2,4 µg/l).

Unités de distribution de l'ORNE ayant fait l'objet de recherche du thallium dans l'eau distribuée

Maître d'ouvrage	UDI (Unité de distribution)	Nombre d'analyses de thallium	Population alimentée par l'UDI (nombre d'habitants)
CDC SOURCES DE L'ORNE 1	SEES	24	5176
COMMUNAUTE URBAINE D'ALENCON	ECOUVES (MARAIS)	58	88
	ECOUVES (ETANG)	8	1158
SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	ZD JUVIGNY F1	139	3866
	ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	63	3863
	CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	28	594
	ARGENTAN VILLE	31	5561
	ZD PARQUETS	24	4760
	ZD MOULIN A TAN	2	1906
	ARGENTAN ST ROCH	18	1244
SAEP DU PERCHER 2	ASPRES-BONSMOULINS	1	1465
SIAEP DE COMMEAUX	COMMEAUX	26	2544
SIAEP DE LA VALLEE DE L'ORNE	AVOINE	2	450
	ECOUCHE	7	1407
	RANES ECOUCHE	8	2814
SIAEP DE SAINT SAUVEUR DE CARROUGES	LA LANDE DE GOULT	1	119
SIAEP DU HOULME 2	NEUVY AU HOULME	12	879
SIAEP DU PERCHE SUD 3	ORIGNY LE ROUX	24	1269
SMAEP DE GAPREE	GAPREE	2	1493
	GAPREE 2	1	71
SMAEP DU MERLERAULT	LE MERLERAULT	22	2834
		501	43561

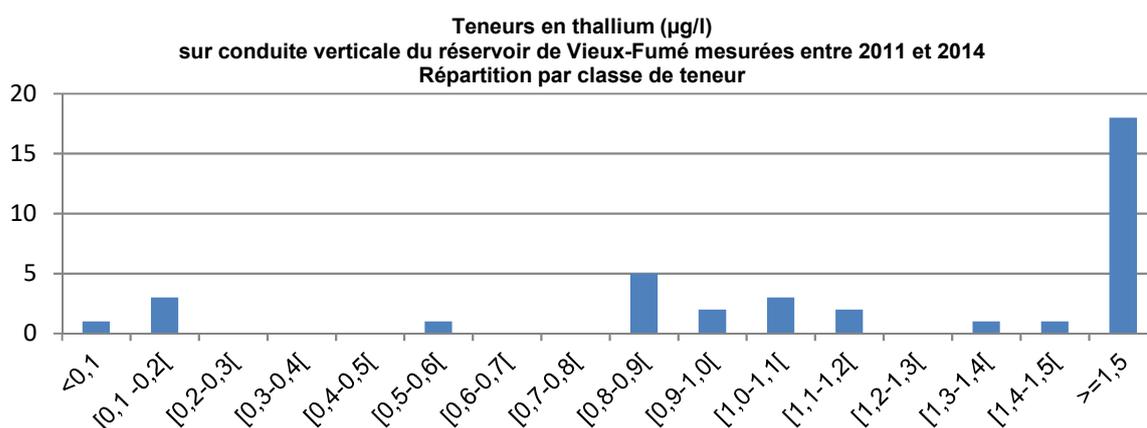
2.1 Représentativité des résultats

L'expérience acquise depuis 2013 a montré que les conditions de prélèvement étaient à prendre en compte pour mener une analyse des résultats pertinente. En effet, du fait des phénomènes de précipitation du thallium sous l'action du chlore, du thallium se dépose dans les réservoirs ainsi que dans les canalisations et des perturbations hydrauliques sont à l'origine de phénomènes ponctuels de décrochage de ce thallium particulière.

Un suivi journalier des concentrations mesurées en sortie du réservoir de Vieux Fumée a illustré cette problématique. Les éléments du rapport de 2015 sont repris ci-dessous.

- Suivi journalier en sortie du réservoir de Vieux-Fumé réalisé en 2014:

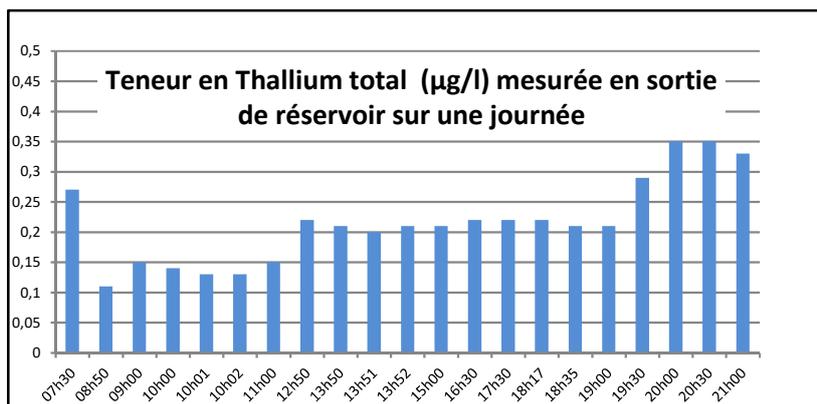
Les données acquises grâce au suivi mensuel des concentrations entre 2011 et 2014 au niveau de la conduite verticale du château d'eau ont montré de fortes variations (valeur maximale représentative de 16,1 µg/l) comme en atteste le diagramme ci-dessous qui illustre la répartition des résultats de la surveillance mensuelle.



Ces teneurs élevées peuvent s'expliquer par des perturbations hydrauliques locales lors du prélèvement.

Afin de mieux appréhender les concentrations en thallium dans l'eau produite, un suivi journalier des teneurs en thallium en sortie de réservoir a été mis en œuvre par l'ARS le 27/03/2014. **Un écoulement continu a été créé au niveau du robinet de prélèvement sur la colonne descendante du réservoir afin d'éviter les perturbations hydrauliques générées par la manœuvre du robinet.** L'eau prélevée est donc représentative de l'eau produite partant en distribution. Il y a eu 21 mesures réparties sur la journée ; en prenant en compte la variation au cours de la journée du débit partant en distribution.

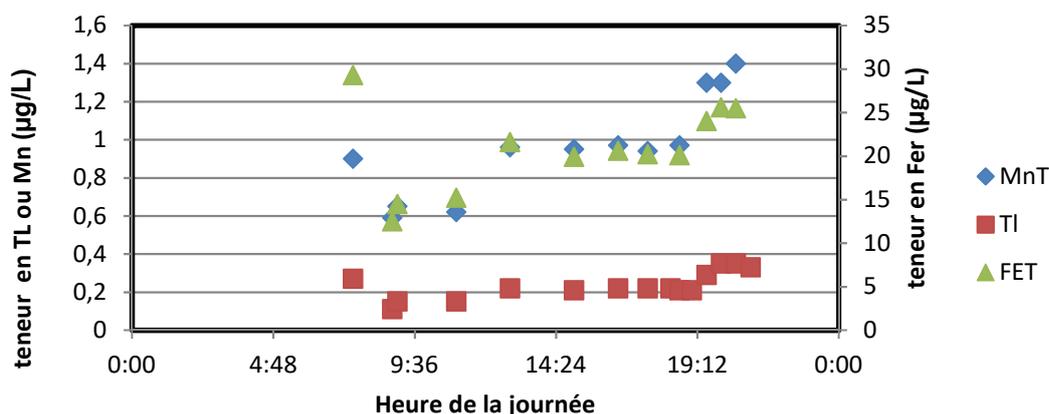
Les résultats sont présentés dans le graphe suivant. Les concentrations mesurées sont comprises entre 0,1 et 0,35 µg/l. On n'observe pas de teneur importante en thallium et notamment pas de pic. Ainsi de légères fluctuations (variation de 0,1 µg/l) sont observées en fin de journée quand les débits de desserte sont plus importants et donc les vitesses de circulation de l'eau plus élevées.



Nombre de mesures	21
Moyenne	0,22
Médiane	0,21
P95	0,11
Maximum	0,35
Minimum	0,11

Les teneurs en fer et manganèse suivent la même évolution et sont également présents sous forme particulaire comme en atteste le diagramme ci-dessous.

Evolution des teneurs en Fer/ Manganèse et Thallium au cours de la journée



Conclusion : Les prélèvements réalisés en sortie de réservoir ou sur des conduites de distribution peuvent présenter sporadiquement des pics en thallium. Ceux réalisés en écoulement continu ont mis en évidence des teneurs plus faibles (< 0,5 µg/l). Les conditions de prélèvement sont ainsi à prendre en compte de façon importante pour l'interprétation des résultats.

- Résultats écartés dans l'analyse des données

Fort de cette expérience, la prise en compte des prélèvements réalisés chez les particuliers à des robinets régulièrement utilisés, a été privilégiée. Certaines valeurs jugées non représentatives de la qualité de l'eau distribuée aux abonnés ont été écartées car réalisées sur des installations peu utilisées (mairie/robinet extérieur), en aval immédiat de réservoirs (notamment sur des colonnes descendantes) ou après des périodes de stagnation de l'eau importante. Ce travail a été possible grâce aux informations disponibles dans la base de données SISE EAUX du ministère chargé de la santé, sur la localisation exacte des prélèvements.

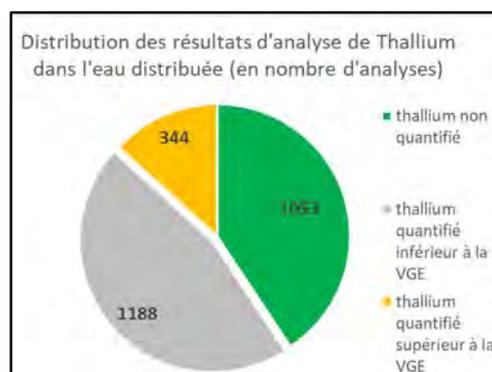
Le tableau des prélèvements écartés est présenté en annexe. Les données ont été anonymisées lorsque le prélèvement a été réalisé chez un particulier.

L'exploitation des résultats qui suit porte ainsi sur 2585 résultats d'analyse de thallium.

2.1 Résultats globaux

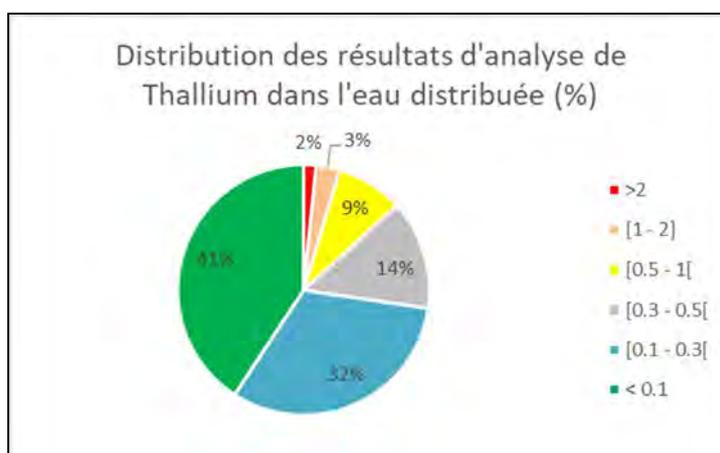
Les investigations réalisées ont bien ciblé les secteurs où du thallium pouvait être présent dans l'eau puisque le composé a été quantifié dans un peu plus de la moitié des prélèvements réalisés (59%). Les concentrations mesurées n'ont pas dépassé la valeur guide exploratoire (VGE) dans 87% des échantillons analysés. Les dépassements de la VGE (0.5 µg/L) ont été mis en évidence dans 13% des prélèvements.

	nombre de résultats	% de résultats
thallium non quantifié	1053	40,8%
thallium quantifié inférieur à la VGE	1188	46,0%
thallium quantifié supérieur à la VGE	344	13,3%
Total	2585	100,0%



Le tableau suivant présente la répartition des résultats par classes de concentration en thallium

Thallium (µg/L)	Calvados		Orne		Total	
	nombre de résultats	%	nombre de résultats	%	nombre de résultats	%
>2	26	1,2%	15	3,0%	41	1,6%
[1 - 2]	58	2,8%	22	4,4%	80	3,1%
[0.5 - 1[	165	7,9%	58	11,6%	223	8,6%
[0.3 - 0.5[	300	14,4%	63	12,6%	363	14,0%
[0.1 - 0.3[	639	30,6%	186	37,3%	825	31,9%
< 0.1	898	43,0%	155	31,1%	1053	40,8%
Nombre total	2086	100,0%	499	100,0%	2585	100,0%



2.3 Résultats par unités de distribution

a- dans le département de l'Orne

Tableau des résultats des analyses de thallium dans les unités de distribution de l'Orne

Maître d'ouvrage	code UDI	UDI (Unité de distribution)	Nombre d'analyses de Thallium	maximum (µg/L)	moyenne (µg/L)	médiane (µg/L)	nombre de valeurs>0.5	% de valeurs > 0.5	Population
CDC SOURCES DE L'ORNE 1	61000474	SEES	24	0,2	0,1	0	0	0%	5176
COMMUNAUTE URBAINE D'ALENCON	61000306	ECOUVES (MARAIS)	58	4,0	0,5	0,2	14	24%	88
	61000305	ECOUVES (ETANG)	8	0,2	0,1	0	0	0%	1158
SAEP DU PERCHER 2	61000348	ASPRES-BONSMOULINS	1	0,0	0,0	0	0	0%	1465
SIAEP DE COMMEAUX	61000494	COMMEAUX	26	1,5	0,1	0	1	4%	2544
SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61000485	ZD JUVIGNY F1	139	18,6	0,7	0,2	42	30%	3866
	61000231	ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	63	2,8	0,3	0,2	15	24%	3863
	61000891	CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	28	3,8	0,6	0,4	14	50%	594
	61000232	ARGENTAN VILLE	31	2,9	0,3	0,1	3	10%	5561
	61000230	ZD PARQUETS	24	0,9	0,2	0,1	4	17%	4760
	61000363	ZD MOULIN A TAN	2	0,3	0,2	0,1	0	0%	1906
	61000229	ARGENTAN ST ROCH	18	0,3	0,0	0	0	0%	1244
SIAEP DE LA VALLEE DE L'ORNE	61000469	AVOINE	2	0,1	0,1	0	0	0%	450
	61000266	ECOUCHE	7	0,0	0,0	0	0	0%	1407
	61000492	RANES ECOUCHE	8	0,0	0,0	0	0	0%	2814
SIAEP DE SAINT SAUVEUR DE CARROUGES	61000372	LA LANDE DE GOULT	1	0,1	0,1	0,1	0	0%	119
SIAEP DU HOULME 2	61000506	NEUVY AU HOULME	12	0,5	0,2	0,1	1	8%	879
SIAEP DU PERCHE SUD 3	61000456	ORIGNY LE ROUX	24	5,8	0,8	0,2	6	25%	1269
SMAEP DE GAPREE	61000500	GAPREE	2	0,0	0,0	0	0	0%	1493
	61000711	GAPREE 2	1	0,0	0,0	0	0	0%	71
SMAEP DU MERLERAULT	61000438	LE MERLERAULT	22	0,5	0,1	0,1	1	5%	2834

Trois unités de distribution ont des moyennes supérieures à la valeur guide exploratoire de 0.5 µg/L.

Cependant, il est difficile à ce stade d'estimer l'exposition des abonnés en raison de la variabilité des résultats. Les résultats montrent en effet une très grande variabilité selon les réseaux au sein d'une même unité de distribution.

Ainsi, le calcul de la moyenne par unité de distribution ne suffit pas à caractériser l'exposition des abonnés.

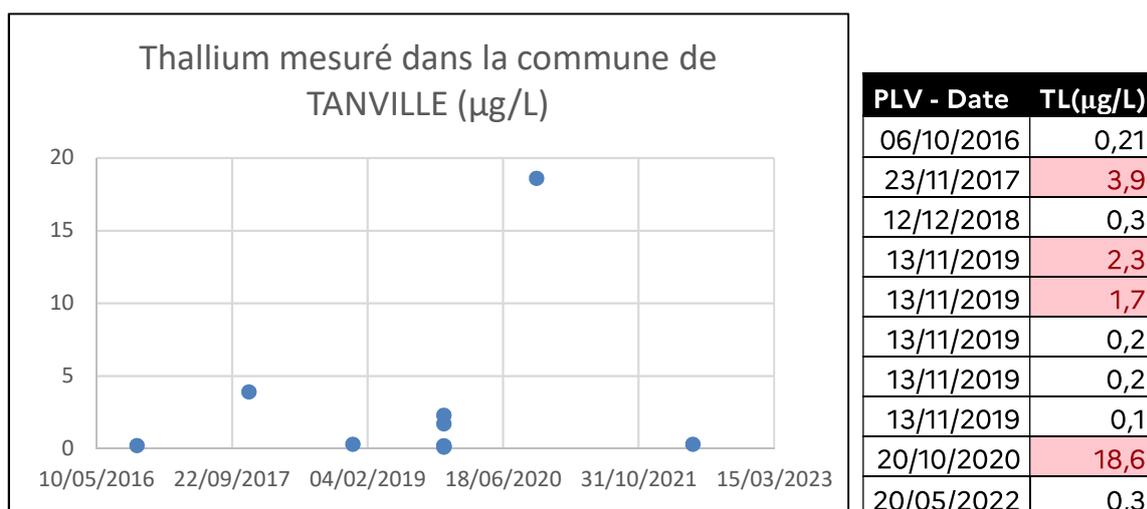
A titre d'exemple, le tableau suivant rend compte de la variabilité des résultats selon les communes de l'UDI ZD JUVIGNY.

commune de l'UDI ZD JUVIGNY	nombre d'analyses de Thallium	Max (µg/L)	Moyenne (µg/L)	Médiane (µg/L)	nombre de valeurs >0.5	% de valeurs>0.5
AUNOU-LE-FAUCON	12	1.5	0.4	0,2	3	25%
BOISCHAMPRE	39	1.5	0.4	0,2	11	28%
CERCUEIL (LE)	9	1.7	0.6	0,4	4	44%
GOUFFERN EN AUGÉ	17	1.1	0.3	0,1	4	24%
FERRIERE-BECHET (LA)	9	0.3	0.1	0,1	0	0%
FLEURE	8	0.5	0.2	0,1	1	13%
JUVIGNY-SUR-ORNE	6	0.3	0.1	0,1	0	0%
MONTMERREI	17	8	1.0	0.5	10	59%
MORTREE	9	0.8	0.3	0,2	2	22%
SAI	7	4.4	1.3	0,3	3	43%
TANVILLE	9	18.6	2.8	0.3	4	44%

Ainsi, si l'on prend l'exemple de ce secteur, on constate que **la distribution des teneurs en thallium mesurées varie selon les communes où ont été effectués les prélèvements**. Des communes apparaissent exemptes de dépassement de la valeur guide exploratoire ; et à l'inverse d'autres montrent des pics plus nombreux.

La commune de Tanville enregistre la moyenne la plus élevée avec une valeur maximale de 18.6 µg/L qui a été mesurée à un robinet extérieur certainement peu utilisé et dont la représentativité prête à discussion en raison de possibles décrochages de thallium particulière. Le graphe ci-dessous illustre les résultats enregistrés entre 2016 et 2021.

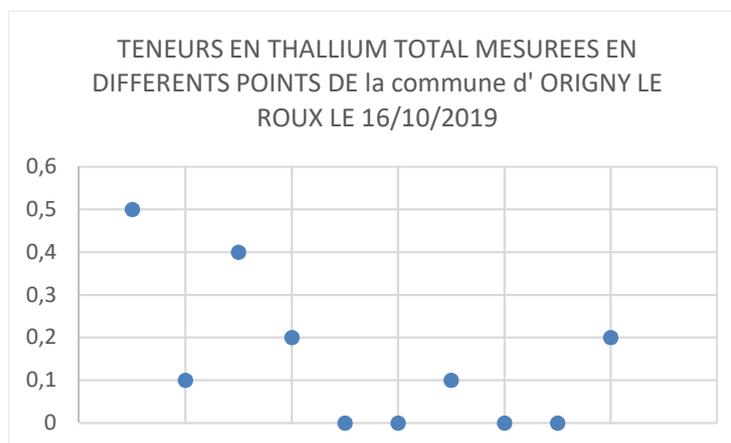
Il est à noter que le 13 novembre 2019, 3 prélèvements ont été réalisés avec des résultats différents selon le robinet de prélèvement.



Des prélèvements réalisés sur une même commune le même jour montrent ainsi une grande variabilité des résultats comme en atteste également l'exemple ci-dessous.

Une campagne de mesures a été réalisée sur la commune d'Origny Le Roux le 16 octobre 2019. Le tableau ci-dessous présente les résultats des analyses réalisées le 16 octobre 2019 en 10 points de prélèvement de la même UDI (Origny le Roux) et sur la commune d'Origny Le Roux. Les résultats varient entre une absence de thallium au robinet et une valeur mesurée qui atteint la valeur guide exploratoire de 0.5 µg/L.

Prélèvements du 16/10/2019	teneur en Thallium (µg/L)
P1	0,5
P2	0,1
P3	0,4
P4	0,2
P5	0
P6	0
P7	0,1
P8	0
P9	0
P10	0,2



Le travail d'investigation est toujours en cours dans le département de l'Orne afin de définir les mesures correctives à mener.

Le pourcentage de valeurs supérieures à la valeur guide exploratoire est un bon indicateur pour cibler les secteurs à prioriser pour mener des actions correctives.

[Données complémentaires acquises dans le cadre de l'étude menée sur le secteur d'Argentan en 2021-2022](#)

Les résultats des suivis mensuels réalisés de septembre 2021 à août 2022 sur les UDI de ZD Juvigny F1, Argentan SO Sarceaux et Centre de détention Argentan sont présentés en annexe car ils n'ont pas pu être pris en compte dans le travail d'exploitation des données réalisée pour ce rapport.

En résumé pour chaque UDI :

- UDI ZD Juvigny F1 : sur 19 résultats, 7 sont supérieurs à la VGE avec des pics élevés sur la commune de Boischampré. Il est à noter que les prélèvements ont été réalisés sur des robinets extérieurs probablement peu utilisés.
- UDI Argentan SO Sarceaux : sur 13 résultats, 3 sont supérieurs à la VGE avec des pics élevés sur la commune d'Ecouches les Vallées. De même que pour l'UDI précédente, ces pics ont été mesurés dans des prélèvements réalisés sur des robinets peu utilisés. Il est cependant à noter que le pic de 2.6 µg/L mis en évidence à Sarceaux le 2 août 2022 a été analysé sur un prélèvement de robinet de cuisine.
- UDI Centre de détention Argentan : sur 7 résultats, 2 sont supérieurs à la VGE (1.6 et 1.9 µg/L).

b- dans le département du Calvados

Tableau des résultats des analyses de thallium dans les unités de distribution du Calvados

Maître d'ouvrage	UDI	Nombre d'analyses de thallium	maximum	moyenne	médiane	nb de valeurs>0.5	% valeurs>0.5	Population
EAUX SUD CALVADOS	SUD CALVADOS	962	11,7	0,3	0,2	127	13,2%	36035
	VIEUX FUME	347	15,8	0,2	0,1	20	5,8%	2326
	VILLENEUVE	11	0,3	0,3	0,3	0	0,0%	12
	BARBERY	109	2,7	0,2	0,1	4	3,7%	6077
	ST GERMAIN	88	1,3	0,2	0,1	4	4,5%	6472
	GRAVELLE	3	0,3	0,1	0,0	0	0%	951
	TOURNEBU	10	0,3	0,1	0,1	0	0%	803
	D38	17	0,3	0,1	0	0	0%	260
	COTE DE MIRBEL	11	0,1	0,0	0	0	0%	48
	BOISSEY	2	0,0	0,0	0	0	0%	301
	LES FONTENELLES	3	0,0	0,0	0	0	0%	33
	MONT MYRRHA	2	0,0	0,0	0	0	0%	162
NORON PIERREPONT	2	0,0	0,0	0	0	0%	4091	
SAINT BAZILE	2	0,0	0,0	0	0	0%	239	
EAUX SUD PAYS D AUGE	MAGNY LE FREULE	318	2,2	0,1	0	5	1,6%	1071
	CREVECOEUR	2	0,0	0,0	0	0	0%	728
	LECAUDE	3	0,0	0,0	0	0	0%	958
	LIVAROT SUD	3	0,0	0,0	0	0	0%	1226
	RESERVOIR CASTILLON	3	0,0	0,0	0	0	0%	1560
EAU DU BASSIN CAENNAIS	HEROUVILLE	7	0,5	0,3	0,3	0	0%	22638
	SANNERVILLE	1	0,0	0,0	0	0	0%	1935
	STE HONORINE	8	1,6	0,4	0	3	37,5%	2252
	LAIZE-CLINCHAMPS	24	3,5	0,3	0	3	12,5%	2072
	CRAMESNIL	9	1,4	0,2	0	1	11,1%	628
	FONTENAY BOURGUEBUS	15	0,6	0,2	0,2	1	6,7%	12791
	PLATEAU COLOMBELLES	71	1,9	0,2	0	7	9,9%	9019
	ZONE HAUTE VAUCELLES	7	0,5	0,1	0	0	0%	24268
MONDEVILLE GIBERVILLE	2	0,0	0,0	0	0	0%	12766	
ARGENCES-CLOS MORANT	ARGENCES	8	0,2	0,1	0	0	0%	12539
	CLOS MORANT	2	0,0	0,0	0	0	0%	4635
DOUVRES CRESSERONS PLUMETOT ET LUC	TAILLEVILLE	2	0,0	0,0	0	0	0%	200
RIVE DROITE DE L'ORNE	TOUFFREVILLE SUD	1	0,0	0,0	0	0	0%	345
TROARN SAINT PAIR	JANVILLE	3	0,0	0,0	0	0	0%	1648
VAUBADON LE TRONQUAY	VAUBADON	28	0,0	0,0	0	0	0%	842

DISCUSSION

D'après ces résultats, des teneurs en thallium supérieures à la valeur guide exploratoire de 0,5 µg/l ont été identifiés dans 10 UDI de maîtrise d'ouvrage par Eaux Sud Calvados, Eaux Sud Pays d'Auge et Eau du bassin Caennais.

a- Focus sur les UDI de Eaux Sud Calvados

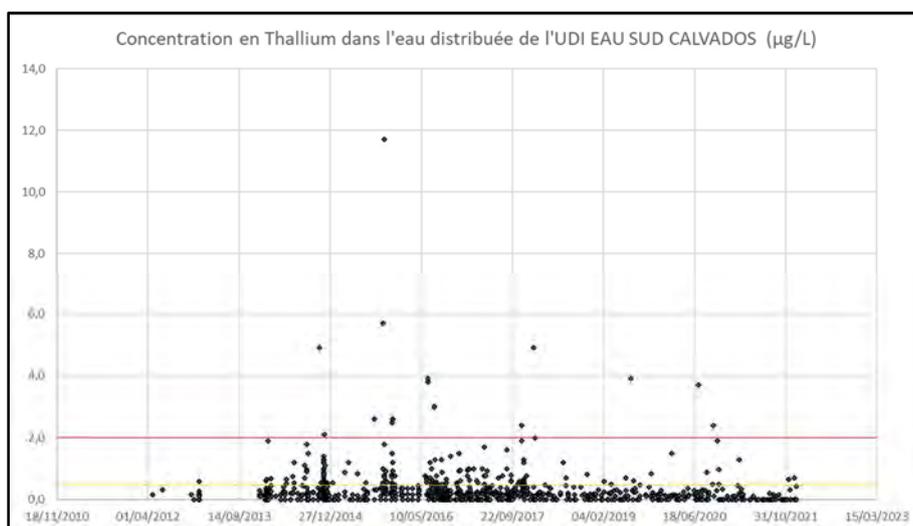
Maitre d'ouvrage	UDI	Nombre d'analyses de thallium	max	moyenne	médiane	Nombre de valeurs>0.5	% de valeurs > 0.5	Population (nombre d'habitants)
Eaux sud Calvados	Sud Calvados	959	11.7	0.3	0.2	129	13%	36035
	Vieux Fumée	347	15,8	0,2	0,1	20	5,8%	2326
	Saint Germain	88	1.3	0.2	0.1	4	4.5 %	6472
	Barbery	109	2.7	0.2	0.1	5	3.7 %	6077

L'UDI Sud Calvados est la plus importante avec environ 36 000 habitants desservis dans 44 communes. Elle est alimentée par le champ captant du Tanet.

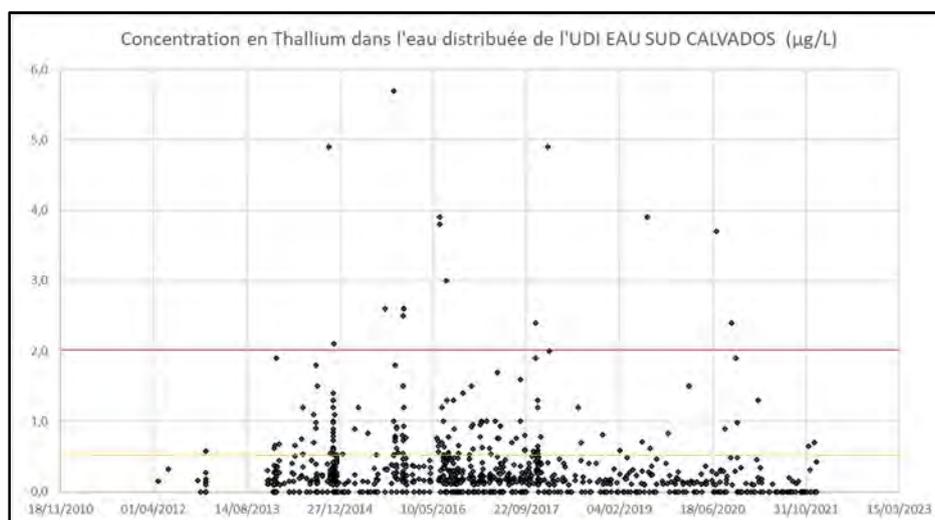
Le nombre de communes desservies dans cette UDI étant important (44 communes), il est intéressant d'étudier la répartition des résultats d'analyses et en particulier celle des résultats supérieurs à la VGE par commune.

Les résultats par commune sont disponibles en annexe.

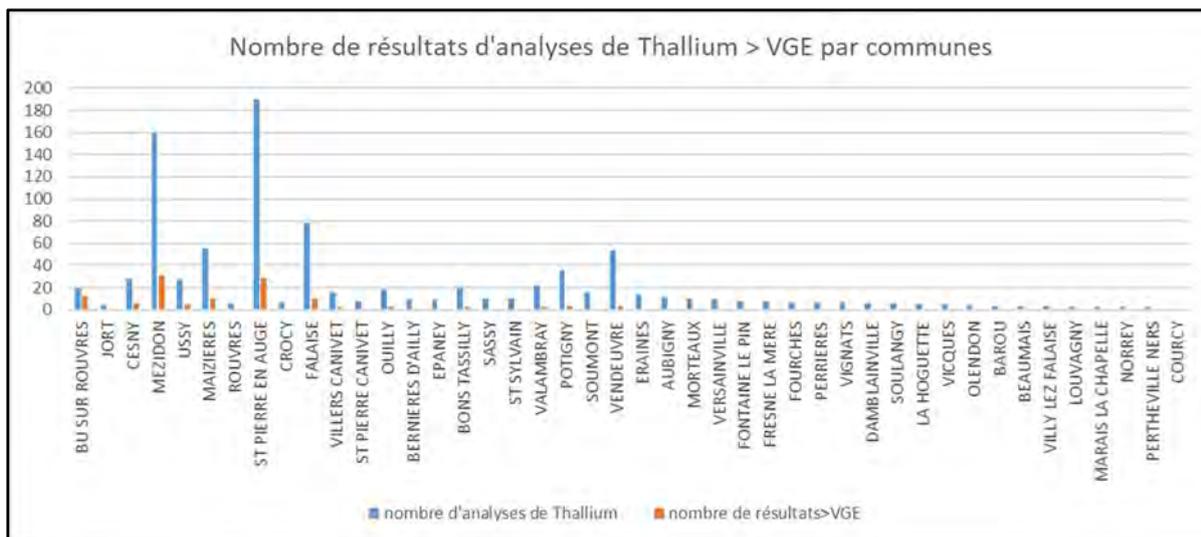
Cette UDI a fait l'objet d'un suivi important des concentrations en thallium avec un suivi renforcé mensuel entre 2014 et 2016, puis une intégration du paramètre thallium au contrôle sanitaire réglementaire toujours en cours.



Le graphe ci-dessous ne prend pas en compte le maximum de 11,7 µg/l, ce qui permet de mieux visualiser le nuage de points.



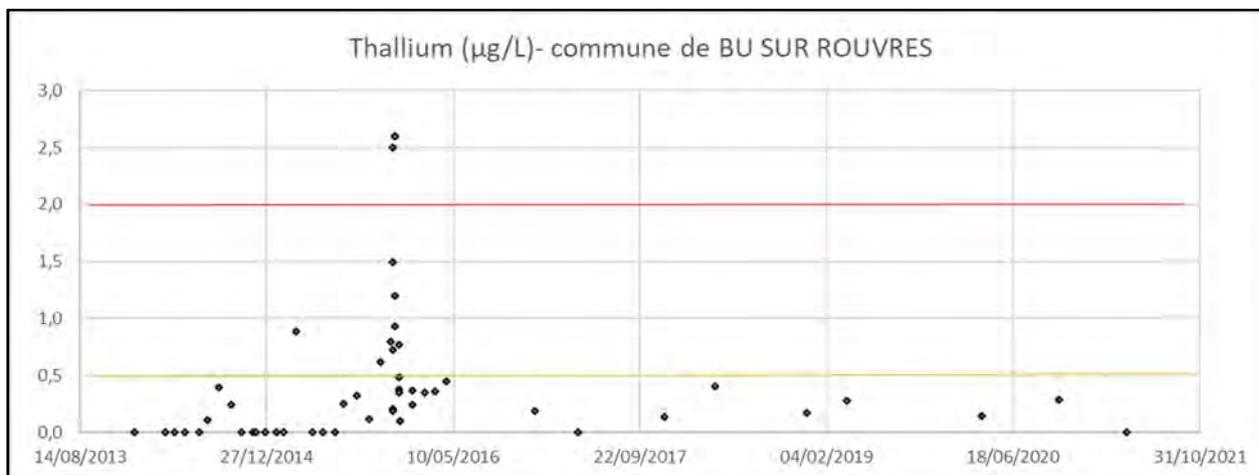
Des dépassements de la VGE ont été mis en évidence dans la moitié des communes de l'UDI. Le graphe suivant illustre les résultats pour les communes.



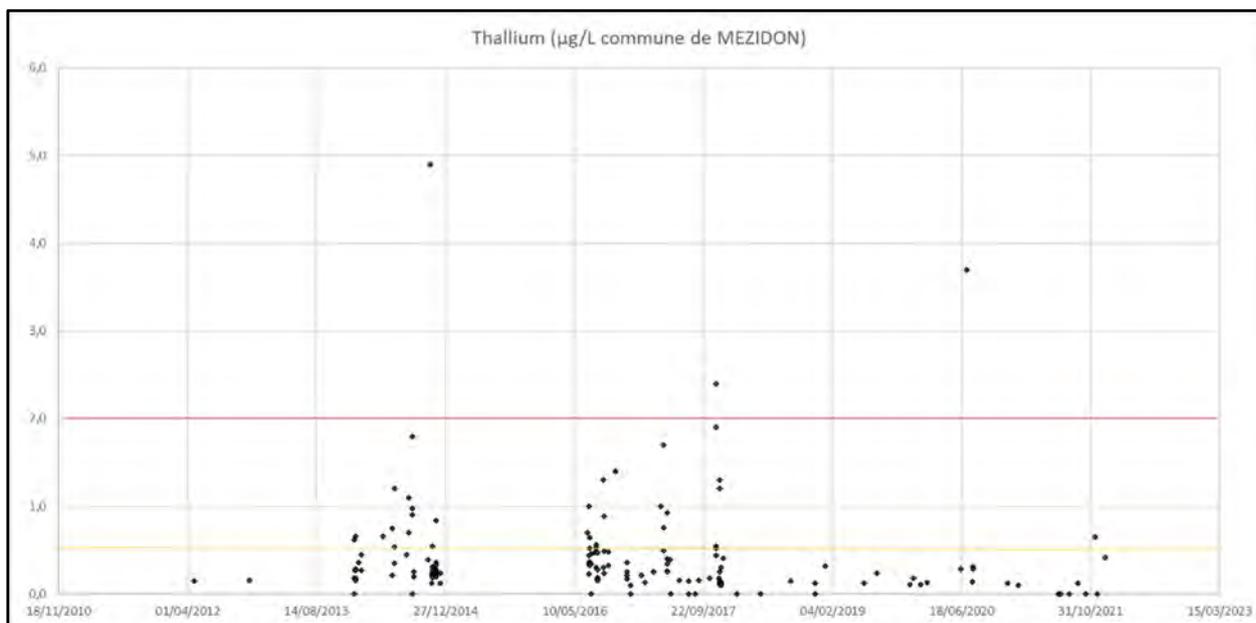
Répartition par communes des analyses et des résultats > VGE

Les chroniques de résultats pour les communes ayant le nombre ou la proportion de dépassements de la VGE les plus importants sont présentées ci-dessous

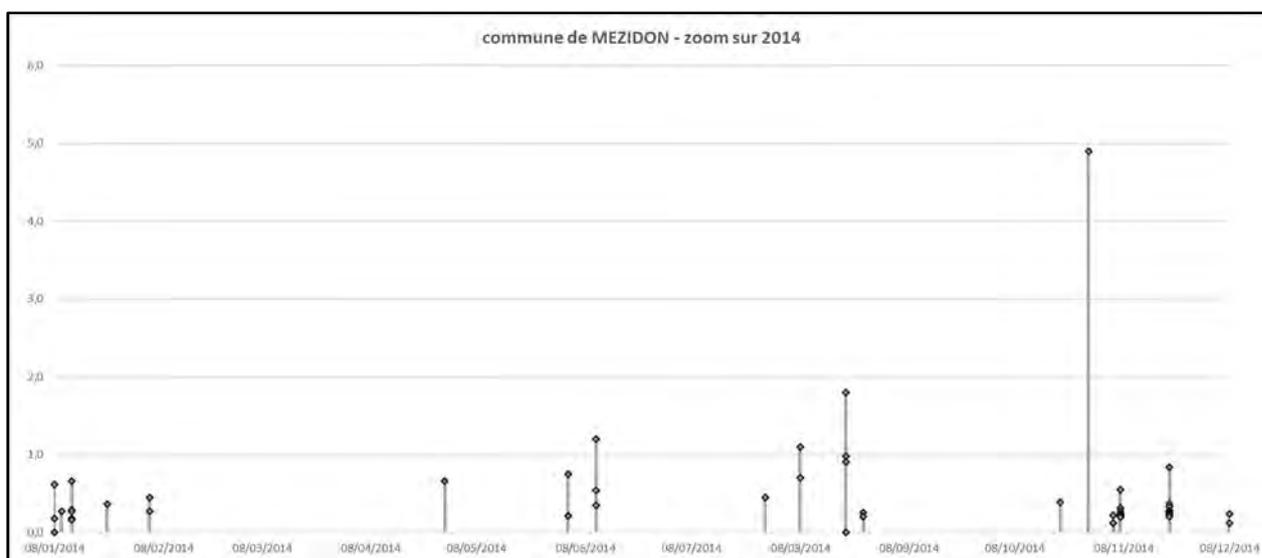
- Commune de Bu sur Rouvres



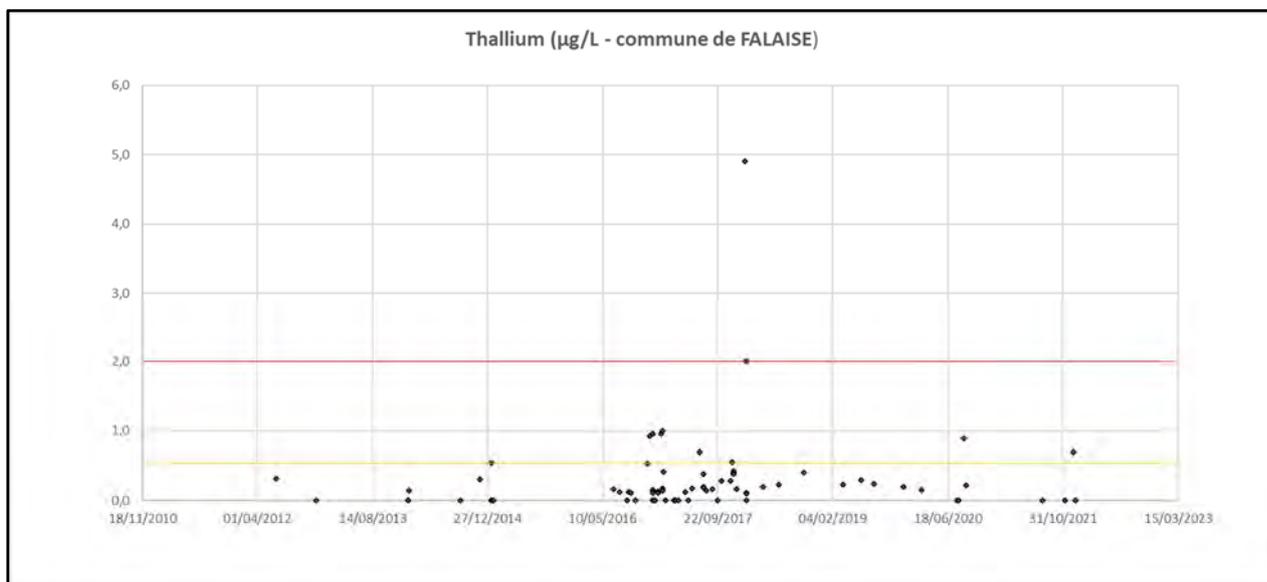
- Commune de Mézidon



En 2014, de nombreux prélèvements ont été réalisés le même jour en différents points pour apprécier les concentrations dans l'eau distribuée. Le graphe ci-dessous illustre la variabilité spatiale des résultats d'analyses de thallium réalisés le même jour.

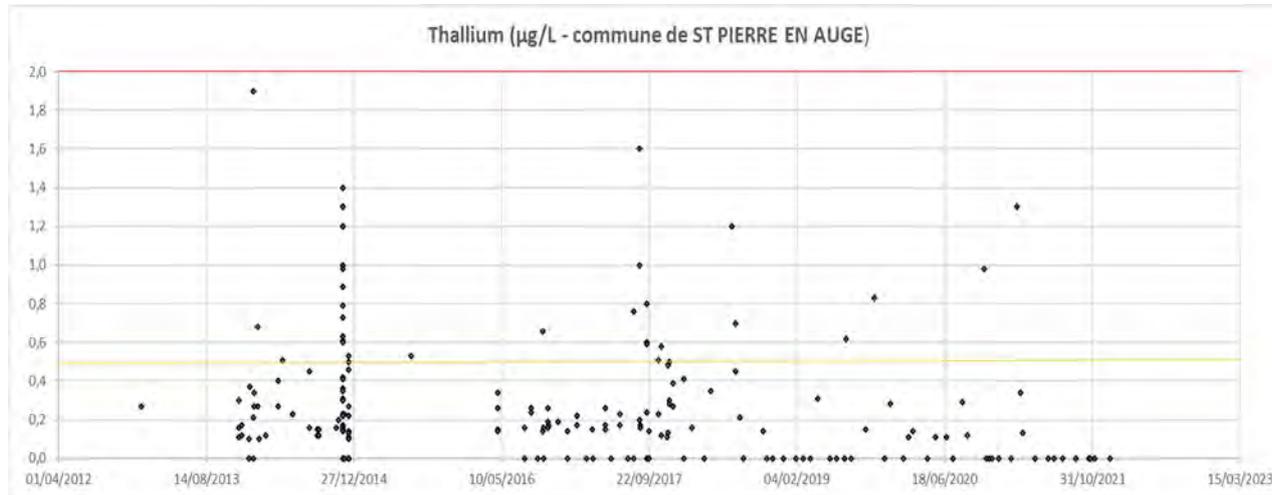


- **Commune de Falaise**



L'éloignement hydraulique de la commune par rapport à la station du Tanet peut expliquer les bons résultats, grâce à l'effet tampon et protecteur du réseau.

- **Commune de St Pierre en Auge**



La proximité hydraulique de la commune de St Pierre en Auge par rapport à la station du Tanet peut expliquer le nombre plus important de dépassements de la VGE, le réseau ne jouant pas d'effet tampon protecteur.

Evolution interannuelle des résultats d'analyses sur l'UDI

L'acquisition d'un nombre de données important grâce à la surveillance mise en œuvre depuis 2012 permet d'étudier l'évolution des résultats d'analyse de thallium.

udi Eau sud Calvados	nombre d'analyses de thallium	nombre de résultats >VGE	% de résultats >VGE
2012	4	0	0%
2013	16	1	6%
2014	230	31	13%
2015	96	25	26%
2016	167	23	14%
2017	209	29	14%
2018	58	5	9%
2019	58	5	9%
2020	63	6	10%
2021	57	3	5%

Il semble y avoir une tendance à la baisse des pourcentages de résultats supérieurs à la VGE depuis 2018.

Caractérisation des pics

Chaque dépassement de la VGE a fait l'objet d'un recontrôle dans la semaine ou les 15 jours suivants. Ces recontrôles ont montré dans la très grande majorité des cas un retour à la normale avec des niveaux de thallium mesurés inférieurs à la VGE.

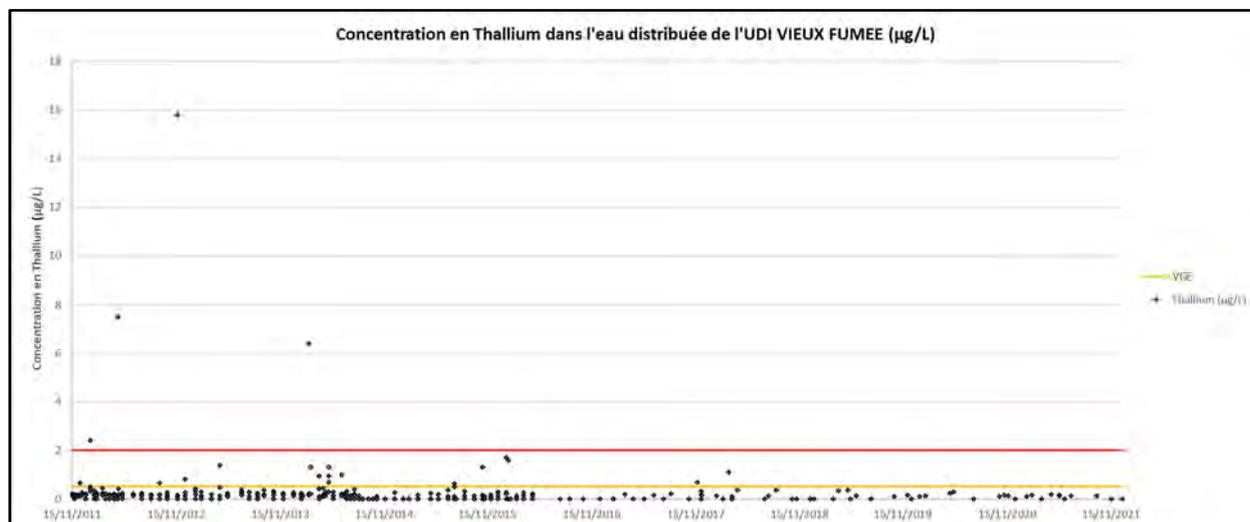
Les dépassements de la VGE sont selon toute vraisemblance principalement dus à des perturbations hydrauliques sur le réseau. Le fait qu'ils soient souvent concomitants de phénomènes d'eaux rouges (liées au décrochement du fer accumulé dans les canalisations) renforce cette hypothèse. De plus, la comparaison des valeurs mesurées lors de ces dépassements aux concentrations en thallium dans l'eau brute des captages et en sortie de traitement montrent qu'elles sont supérieures en distribution.

Le tableau suivant retrace les dépassements constatés en 2020 et 2021 avec les causes possibles des dépassements mis en évidence par le contrôle sanitaire.

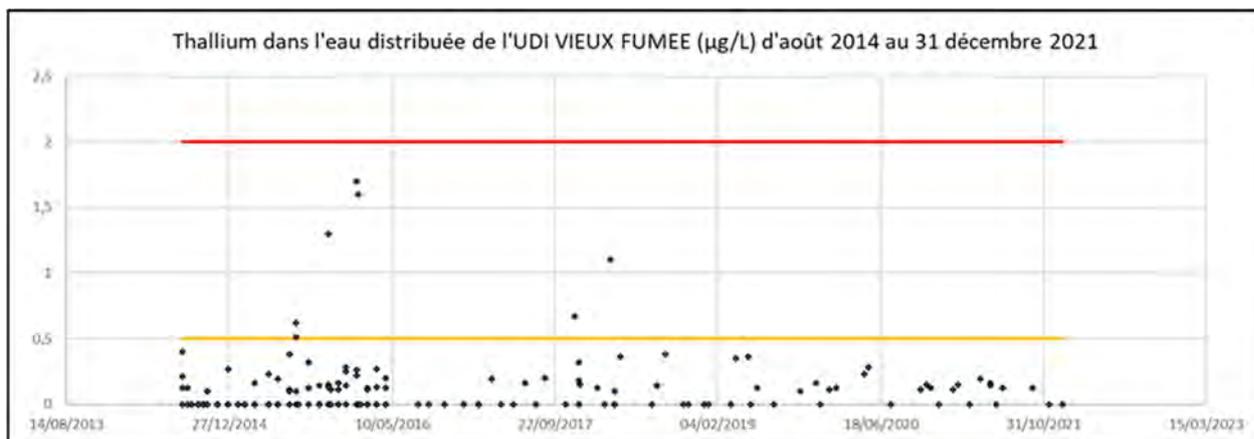
Tableau retraçant les dépassements de la VGE mis en évidence en 2020 et 2021 et les recontrôles associés

2021		CS : 1 ^{er} prélèvement en dépassement		recontrôles		
DATE	LIEU DE PRELEVEMENT	[TI] µg/l	CAUSE POSSIBLE	DATE	LIEU DE PRELEVEMENT	[TI] µg/l
18/02	Saint-Pierre-en-A., Berville-sur-O. particulier	1,30	Perturbations hydrauliques liées à un manque d'eau consécutif au gel, changement de l'alimentation en eau	02/03	même lieu que prélèvement initial	0,34
18/02	UDI Gravelle cantine Sainte-Marguerite-de-V.	0,90		02/03	UDI Gravelle : SAINT- PIERRE-EN-AUGE robinet cimetière de St-Georges-en-Auge	0,26
27/07	Tournebu, Cesny-les-Sources	4,3	Problème sur un réservoir et réalimentation rapide de celui-ci, station des Houllas à l'arrêt, alimentation par Barbéry (Tanet)	4/08	2 recontrôles à Cesny-les-Sources: 2 particuliers	0 et 0.2
				4/08	1 recontrôle sur le sur l'UDI Barbéry (cette UDI a pu être impactée)	0
17/11	Mézidon, Point Information	0,65	Pas d'explication par de forts prélèvements d'eau	26/11	UDI Sud 14, Mézidon, commerce	0
16/12	Falaise, Mairie	0,70	Pas d'explication par de forts prélèvements d'eau	24/12	2 points Falaise, Mairie et espace Nelson Mandela	0 pour les 2
2020		CS : 1 ^{er} prélèvement en dépassement		recontrôles		
DATE	LIEU DE PRELEVEMENT	[TI] µg/L	CAUSE POSSIBLE	DATE	LIEU DE PRELEVEMENT	[TI] µg/L
14/02	Soulangy (robinet mairie)	1.5	?	06/03	Robinet extérieur mairie	0.1
08/07	Mézidon (caserne pompiers)	3.7	Pesée des poteaux incendies du 01 au 07/07 Passage des balayeuses	20/07	Robinet extérieur caserne	2.2
					Robinet toilettes mairie	0.1
	Mézidon		Information sur casse réseau	03/08	2 prélèvements aux robinets de cuisine de 2 particuliers	0.3 pour les 2
25/08	Falaise (robinet salle d'attente Pôle Emploi)	0.9	Problèmes d'assainissement ayant engendré des prélèvements importants sur des poteaux incendie	30/10	Falaise (robinet salle d'attente Pôle Emploi)	0.2
20/10	Versainville (robinet cuisine mairie)	1.9	?	04/09		0.5
30/10	ND de Fresnay (cimetière)	1	Utilisation de poteaux incendie le 24/11	07/12	Route de Barbéry	0.1

L'UDI **Vieux Fumée** est alimentée par le champ captant du Tanet et le forage Ouezy F1. Les suivis mis en place montrent une amélioration nette de la situation dans le temps. Pour rappel, des modifications de l'alimentation avaient été réalisées en 2013 et 2014 afin de limiter les apports en thallium au niveau de la distribution.

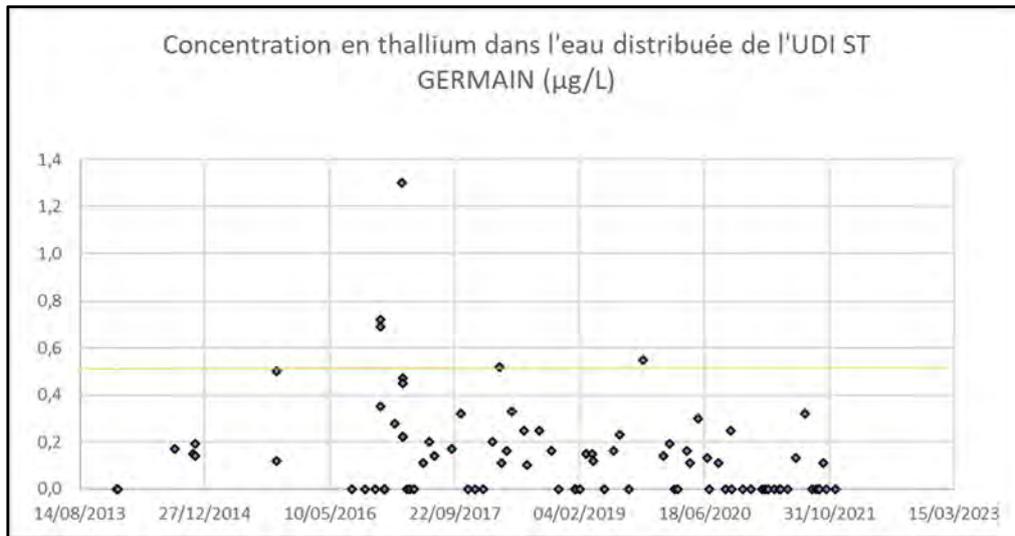


L'installation du point d'injection de chlore en amont de la conduite de transfert des eaux en juillet 2014 a engendré une diminution significative des teneurs relevées depuis. Le graphe ci-dessous zoome sur les résultats des suivis menés depuis le mois d'août 2014.



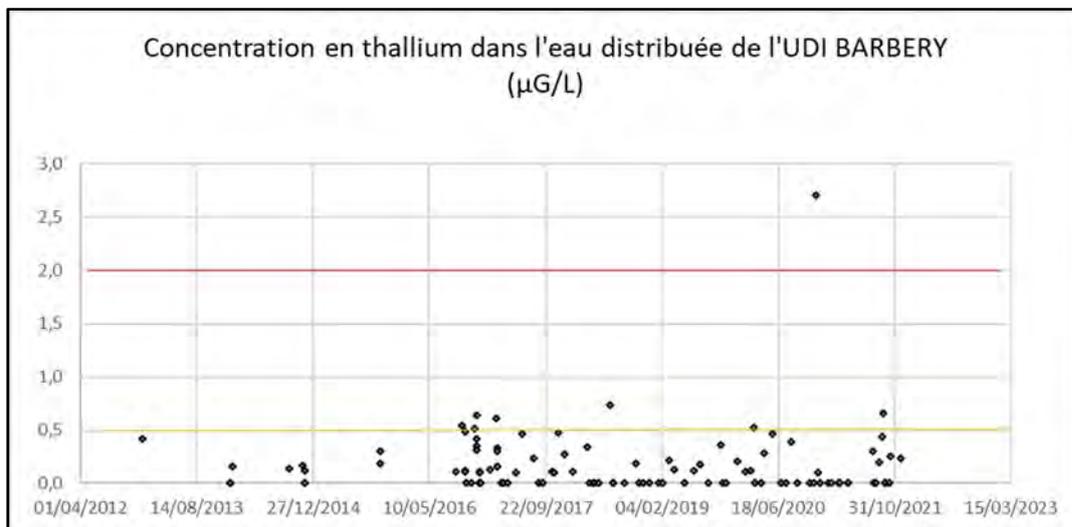
Aucun dépassement de la VGE n'a été mis en évidence depuis 2018.

L'UDI Saint Germain est alimentée par un mélange des captages du Tanet avec les forages des Mines GOUVIX



Un seul dépassement de la VGE a été mis en évidence depuis 2019 sur cette unité de distribution.

L'UDI Barbery est également alimentée par un mélange des captages du Tanet avec les forages des Mines GOUVIX



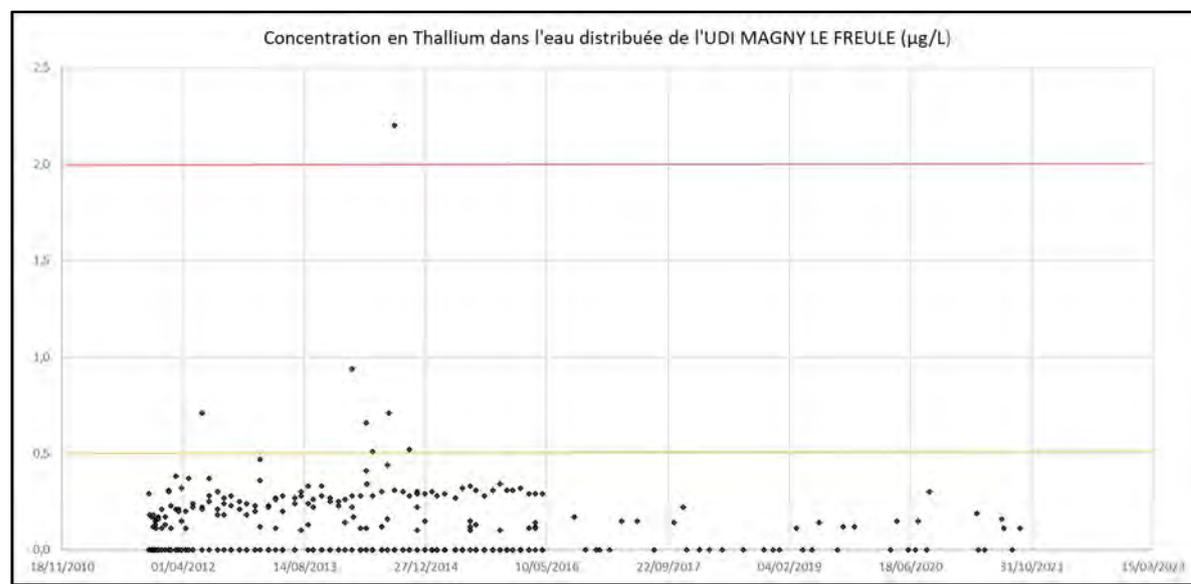
3 dépassements de la VGE ont été mesurés depuis 2019. Tous les recontrôles ont été conformes. Le tableau suivant présente les dépassements relevés, leur origine probable ainsi que les résultats des recontrôles.

1 ^{er} prélèvement en dépassement				Recontrôles		
date	lieu	thallium (µg/L)	Origine probable	date	lieu	thallium (µg/L)
05/03/2020	Boulon (crèche)	0,5	?	09/03/2020	Boulon (crèche)	<0,1
26/11/2020	Fresney le Vieux (route de Barbery)	2,7	Utilisation des poteaux incendie le 24/11	07/12/2020	Fresney le Vieux (route de Barbery)	0,1
10/09/2021	Mutrécý	0,7	Problème sur la station de production d'eau potable du Tanet	21/09/2021	Mutrécý (mairie et réservoir)	0 et 0

b- Focus sur les UDI de Eaux Sud Pays d'Auge

Une seule UDI présente des dépassements de la VGE. Il s'agit de l'UDI Magny le Freule qui dessert environ 1000 habitants et qui fait l'objet d'un suivi depuis la mise en évidence du thallium dans les ressources.

Elle est alimentée par le forage F2 Ouezy. Malgré les teneurs élevées de ce captage (en moyenne 1,3 µg/L) on n'observe plus de dépassements de la VGE depuis 2015. La chloration en aval immédiat du pompage de l'eau brute semble jouer un rôle important, comme l'avait déjà souligné le rapport de 2015.



c- Focus sur les UDI de Eau du bassin Caennais

5 UDI ont enregistré des dépassements de la VGE. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Maitre d'ouvrage	UDI	Nombre d'analyses de thallium	max	moyenne	médiane	Nombre de valeurs>0.5	% de valeurs > 0.5	population
Eau du bassin caennais	Sainte Honorine	8	1.6	0.4	0	3	37.5%	2252
	Laize-Clinchamps	24	3.5	0.3	0	3	12.5%	2072
	Cramesnil	9	1.4	0.2	0	1	11.1%	628
	Fontenay Bourguebus	15	0.6	0.2	0.2	1	6.7%	12791
	Plateau Colombelles	71	1.9	0.2	0	8	11.3%	9019

L'UDI Sainte Honorine est alimentée par un mélange des eaux du forage Longues acres dont les concentrations en thallium oscillent autour de 0.5 µg/L et de la source Flagy qui n'a pas de thallium.

Cette UDI a fait l'objet de 8 analyses de thallium dans l'eau distribuée entre 2014 et 2019. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

commune	Localisation exacte du prélèvement	Date	Thallium (µg/L)
SAINTE-HONORINE-DU-FAY	BAR TABAC STE HONORINE DU FAY	16/07/2014	0,0
AVENAY	CUISINE CANTINE MAIRIE	16/07/2014	0,0
SAINTE-HONORINE-DU-FAY	CUISINE MAIRIE	12/09/2014	0,0
AVENAY	ROBINET EXTERIEUR PARTICULIER	12/09/2014	0,0
SAINTE-HONORINE-DU-FAY	REFOULEMENT FLAGY AU RESERVOIR STE HONORINE	14/10/2015	0,7
AVENAY	SANITAIRES ÉCOLE	10/05/2019	1,6
AVENAY	SANITAIRES ÉCOLE	14/11/2019	0,6
AVENAY	MAIRIE CUISINE CANTINE	14/11/2019	0,0

L'UDI Laize-Clinchamps étant alimentée par un mélange de productions dont le champ captant du Tanet, elle fait l'objet d'un suivi régulier des concentrations en thallium dans l'eau distribuée.

Sur les 24 analyses réalisées, 3 ont dépassé la VGE, dont 2 en 2020 et 1 en 2021 à des robinets de cimetière ou de la mairie.

L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau suivant.

commune	Localisation exacte	Date	Thallium (µg/L)
LAIZE-CLINCHAMPS	ÉCOLE ROBINET EXTÉRIEUR	24/11/2021	0,0
	Mairie ROBINET SANITAIRE	06/10/2021	0,0
	RESTAURANT SCOLAIRE ROBINET PLONGE	21/09/2021	0,0
	Mairie ROBINET SANITAIRE	27/07/2021	0,0
	ÉCOLE PRIMAIRE ROBINET EXTÉRIEUR	19/05/2021	0,0
	CIMETIÈRE ROBINET	14/04/2021	0,0
	PARTICULIER CUISINE ROBINET	09/03/2021	0,0
	Mairie ROBINET WC	02/03/2021	0,0
	CIMETIÈRE/ LE BOURG	01/02/2021	3,5
	ROBINET BOULANGERIE BOURG	19/11/2020	0,0
	Mairie ROBINET WC	07/10/2020	0,1
	RUE LEONARD GILLES ROBINET CUISINE	09/09/2020	0,0
	Mairie ROBINET INTERIEUR	09/07/2020	0,2
	robinet cimetière	25/05/2020	0,7
	CIMETIERE/ALLÉE DE L EGLISE	20/04/2020	0,1
	CIMETIERE/RUE PAUL LE BRETHON	07/04/2020	0,2
	Mairie ROBINET EVER	05/03/2020	0,6
	BOULANGERIE ROBINET CUISINE	20/02/2020	0,0
	PARTICULIER RUE DE LA MARE ROBINET CUISINE	26/09/2019	0,2
	BOULANGERIE 14 RUE GEO LEFEVRE ROBINET CUISINE	02/04/2019	0,4
LE DELTA BAR ROBINET BAR	12/09/2018	0,0	
4 RUE DE LA TRINGALLE ROBINET CUISINE	22/02/2018	0,3	
BAR RESTAURANT "LE DELTA"	05/07/2017	0,1	
PARTICULIER RUE PONT DU COUDRAY LAIZE LA VILLE	08/08/2016	0,0	

L'UDI Cramesnill également alimentée par un mélange de productions dont le champ captant du Tanet fait aussi l'objet d'un suivi régulier des concentrations en thallium dans l'eau distribuée. La population étant moins importante, le nombre d'analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire est moindre par rapport à l'UDI Laize-Climchamps.

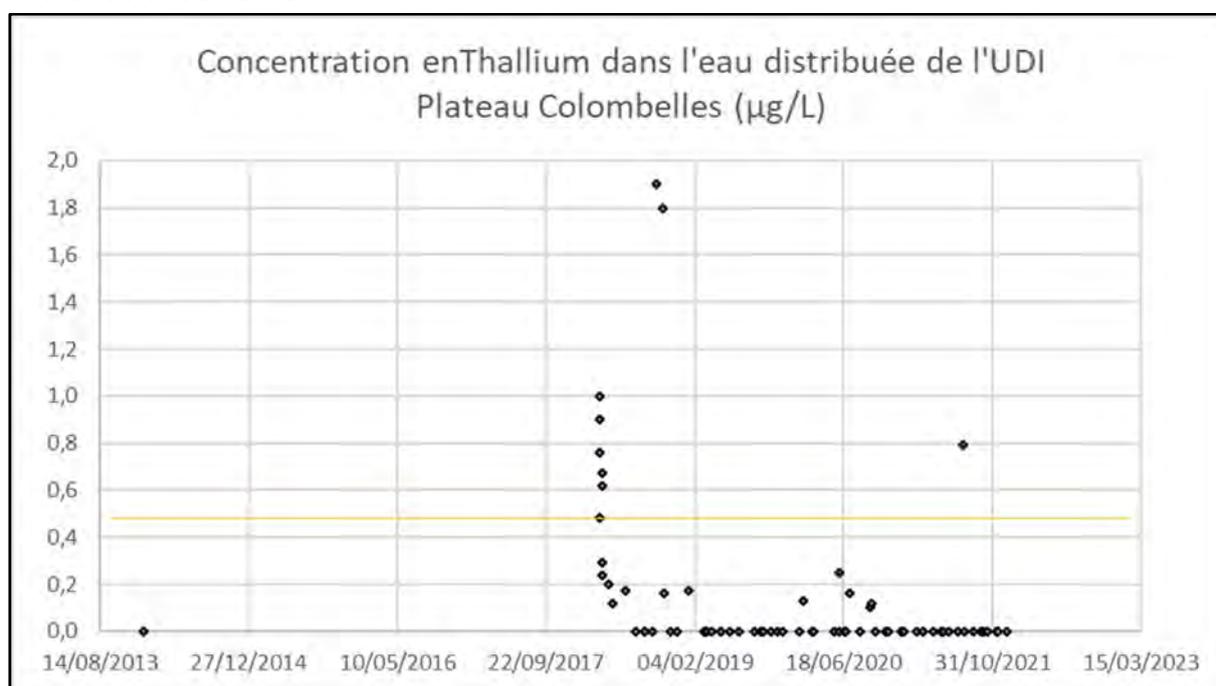
commune	Localisation exacte	Date	Thallium (µg/L)
CASTELET (LE)	EPHAD ROBINET CUISINE	23/08/2017	0,2
	Mairie ROBINET SANITAIRES	12/09/2018	0,3
	RUE DU 7 AOUT 1944 ROBINET EXTERIEUR	07/11/2019	0,0
	RUE DES QUESNOTS ROBINET EXTERIEUR	05/03/2020	1,4
	ROBINET ÉCOLE SAINT AIGNAN	30/06/2020	0,0
	ROBINET ÉGLISE	01/10/2020	0,2
	Mairie ROBINET WC	17/02/2021	0,0
	SAINT AIGNAN DE CRESMESNIL CIMETIERE ROBINET	12/08/2021	0,0
ROBINET CUISINE CANTINE SCOLAIRE SAINT AIGNAN DE CRAMESNIL	20/09/2021	0,0	

Le maximum de 1.4 µg/L a été mesuré au niveau d'un robinet extérieur.

L'UDI Fontenay Bourguebus est alimentée à partir d'un mélange entre l'eau de la rivière Orne et du champ captant du Tanet. Une étude ponctuelle a été réalisée dans le cadre des investigations.

commune	Localisation exacte	Date	Thallium (µg/L)
CASTELET (LE)	PARTICULIER - GARCELLES SECQUEVILLE	05/12/2012	0,2
FONTENAY-LE-MARMION	CANTINE SCOLAIRE	20/12/2013	0,3
BOURGUEBUS	CUISINE CRECHE "PIM PAM POMME"	20/12/2013	0,2
CASTINE-EN-PLAINE	ECOLE DE ROCQUANCOURT	21/01/2014	0,2
FONTENAY-LE-MARMION	BOULANGERIE 10 RUE DE LA REPUBLIQUE	29/08/2014	0,2
BOURGUEBUS	BAR DES SPORTIFS RUE VAL ES DUNES	29/08/2014	0,2
CASTINE-EN-PLAINE	ROBINET CUISINE CANTINE MAIRIE	25/11/2014	0,2
FONTENAY-LE-MARMION	BIBLIOTHEQUE (OFFICE) RUE DES ECOLES A FONTENAY	26/11/2014	0,0
CASTELET (LE)	PARTICULIER RUE DES CHASSES A GARCELLES	26/11/2014	0,2
FONTENAY-LE-MARMION	PARTICULIER RUE GUJAN-MESTRAS A FONTENAY	26/11/2014	0,0
FONTENAY-LE-MARMION	PARTICULIER RUE DEVON.	12/01/2015	0,0
BOURGUEBUS	PARTICULIER RUE DE L'EGLISE.	12/01/2015	0,0
MAY-SUR-ORNE	PARTICULIER RUE DU NORD - MAY SUR ORNE	22/12/2016	0,0
BOURGUEBUS	CUISINE PARTICULIER RUE VAL ES DUNES	26/09/2019	0,6
BOURGUEBUS	SANITAIRES MAIRIE, RUE VAL ES DUNE	14/11/2019	0,1

L'UDI Plateau Colombelles est alimentée à partir d'un mélange des eaux provenant du forage de la Gronde et de l'Orne.



Les dépassements constatés sur des prélèvements réalisés le 22 et le 29 mars 2018 en différents points sont consécutifs à la remise en service du forage de la Gronde qui a entraîné une augmentation des concentrations en thallium dans l'eau brute et l'eau produite. Depuis, les suivis ont montré des concentrations en thallium dans l'eau brute de 0.4 µg/L. De plus, la chloration a été déplacée au niveau du forage. Ainsi, les valeurs mesurées dans l'eau distribuée depuis sont

inférieures à la VGE à l'exception d'un dépassement en juillet 2021. Une purge a été réalisée et le recontrôle a montré un résultat inférieur à 0,1 µg/L.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Depuis la découverte du problème en 2011, de nombreuses actions ont été entreprises par les services de l'ARS Normandie, l'exploitant SAUR et les collectivités concernées du sud Calvados. Les mesures engagées ont porté sur l'investigation des ressources potentiellement impactées, la mise en place de suivis analytiques des concentrations en thallium dans l'eau produite et distribuée, ciblés sur les secteurs alimentés par des ressources contaminées, la réalisation d'actions visant à réduire la concentration en thallium dans l'eau distribuée au niveau de la production, et de l'exploitation des réseaux grâce à une meilleure compréhension du comportement du thallium dans les réseaux.

Ce bilan des données acquises sur une période importante de 10 ans (2011-2021) montre globalement un effet positif des actions correctives mises en œuvre dans les secteurs les plus impactés du Calvados, puisque les concentrations moyennes en thallium dans les unités de distribution du secteur sont inférieures à la valeur guide exploratoire proposée par l'agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES). Il a également été constaté une diminution dans le temps, de la proportion de pics de concentrations mesurés dans ces secteurs. En revanche, dans l'Orne, où la prise en compte de la problématique est plus récente, et les actions correctives pas encore mises en place, les concentrations moyennes en thallium sont plus élevées.

L'analyse globale des résultats des analyses dans l'eau distribuée sur 2011-2021 dans les secteurs concernés des départements du Calvados et de l'Orne montre que 87% des résultats sont inférieurs à la valeur guide exploratoire. Des concentrations supérieures à la valeur guide exploratoire sont néanmoins observées et représentent 13% des résultats. Les pics supérieurs à la valeur limite de 2µg/L fixée par l'agence américaine US EPA représentent quant à eux 2% des résultats sur cette période de 10 ans.

Tous ces résultats montrent que l'exposition des abonnés au thallium est ponctuelle et limitée à certains secteurs. Une exploitation plus fine des résultats à l'échelle de la commune pour les unités de distribution dans lesquelles des concentrations supérieures à la valeur guide ont été mises en évidence, est nécessaire pour rendre compte des variabilités des concentrations en thallium dans l'eau distribuée aux abonnés.

La géographie et l'hydraulicité des réseaux sont des critères à prendre en compte pour expliquer pourquoi certaines communes enregistrent plus de pics. L'éloignement par rapport au point de mise en distribution serait ainsi un facteur favorable à des concentrations moins élevées au robinet, en raison de dépôts de thallium moins importants dans les canalisations : les phénomènes de précipitation intervenant préférentiellement dans les réseaux situés plus en amont. Inversement, des réseaux plus proches du point de chloration et soumis à des perturbations hydrauliques seraient à l'origine de phénomènes de relargage du thallium particulaire plus fréquents.

L'expérience acquise montre ainsi que le comportement du thallium dans les réseaux est complexe et que des pics de concentrations peuvent survenir. Les manœuvres fortes sur le réseau (purges fortes sur poteau incendie) ou les incidents type casse se traduisent par la mise en suspension de

particules incluant du thallium. Les analyses réalisées du captage à la distribution ont en effet montré une décroissance des concentrations en thallium dans l'eau (oxydation du thallium avec fixation sur les conduites sous forme colloïdale et particulaire, décantation le long du réseau et réservoir, action du chlore, etc.). Le thallium sous forme particulaire se dépose le long des canalisations et dans les réservoirs.

Les actions visant à réduire la teneur en thallium dans l'eau distribuée sont menées de la ressource au robinet, *via* la diminution de l'apport du métal dans les réseaux en agissant quand c'est possible sur la qualité de la ressource utilisée, mais aussi par une conception, exploitation et maintenance adaptées des réseaux. On citera les actions suivantes :

- à la ressource : recours à d'autres ressources exemptes de thallium ou moins impactées pour des actions de dilution, adaptation des modalités d'exploitation des forages concernés, adéquation entre les cycles de pompes et le contexte hydrogéologique des nappes, etc. ;
- en production : chloration en aval du pompage, le plus en amont possible, mise en place de bâches de décantation, protocoles de nettoyage des installations, recherche des vitesses d'écoulement optimales pour faciliter la décantation et éviter les remises en suspension du thallium particulaire et/ou colloïdal, etc. ;
- en distribution : suppression ou limitations d'usage des points de prélèvement pouvant créer des perturbations hydrauliques importantes, sensibilisation des usagers professionnels, encadrement de l'usage des bornes à incendie, etc..

Des solutions plus radicales sont également à étudier : mise en place de traitement afin d'abattre les concentrations en thallium dès la production (une étude pilote avait été initiée par la SAUR), couplé au renouvellement des canalisations présentant des dépôts de thallium importants.

Les perspectives en terme d'actions et d'amélioration des connaissances sont les suivantes :

- Demander une saisine de l'ANSES par la Direction générale de la santé, pour réévaluation de l'expertise sur les risques liés à l'ingestion d'eau contenant du thallium, au vu d'éventuelles nouvelles données internationales ;
- Poursuivre les actions engagées dans le Calvados, visant à réduire les concentrations en thallium dans l'eau distribuée (en exploitation) et les étendre aux secteurs de l'Orne également impactés ;
- Poursuivre les suivis analytiques des concentrations en thallium dans les ressources, en production et en distribution, dans les secteurs impactés ;
- Améliorer les connaissances sur l'exposition des abonnés dans les secteurs où des dépassements de la VGE sont encore constatés en mettant en place des protocoles de prélèvement adaptés pour s'affranchir des biais liés aux modalités de prélèvements (mesures en écoulement continu).

Concernant plus spécifiquement le département de l'Orne, la recherche du thallium en distribution a été intégré au contrôle sanitaire des eaux en novembre 2022, et les investigations concernant le comportement du thallium entre le point de prélèvement et le point de distribution se poursuivent.

Dans la région d'Argentan, la mise en œuvre de mesures correctives simples telles que le mélange de plusieurs ressources ou la modification des débits de pompage a été étudiée mais n'est pas possible. Deux autres possibilités sont en cours d'études par l'exploitant :

- la réalisation d'essais de pompage dans le forage, visant à déterminer si un niveau du forage pourrait être moins chargé en thallium, afin de modifier les conditions d'exploitation en conséquence ;
- la mise en œuvre d'un traitement. Il est toutefois à noter que la mise en œuvre d'un traitement nécessite une refonte des stations existantes et n'est donc pas une solution de court terme.

S'agissant de la région d'Alençon, la mise en œuvre d'une étude similaire à celle réalisée dans la région d'Argentan, destinée à appréhender la cinétique du thallium entre le point de prélèvement et le point de distribution pour *in fine* déterminer les mesures correctives à mettre en œuvre, va être proposée à la Communauté urbaine d'Alençon.

ANNEXES

- Liste des captages (ou mélanges) où du thallium a été quantifié
- Tableau des résultats jugés non représentatifs de la qualité de l'eau distribuée et écartés de l'analyse des données en distribution
- Résultats des analyses de thallium par communes de l'UDI Eaux Sud Calvados
- Résultats des analyses de thallium réalisées à la ressource et aux différentes étapes du traitement dans le cadre du suivi mensuel 2021-2022 dans le secteur d'Argentan
- Résultats des analyses de thallium en distribution réalisées dans le cadre du suivi mensuel 2021-2022 dans le secteur d'Argentan

Liste des captages (ou mélanges) où du thallium a été quantifié
(limite de quantification de 0,1 µg/l)

Dépt	UNITE DE GESTION	Code	Nom captage	Commune	Masse d'eau	Nombre d'analyses de thallium	concentration maximale en thallium (µg/L)	concentration moyenne en thallium (µg/L)
14	EAUX SUD CALVADOS	14001636	CHEMIN VERT FE4	VENDEVRE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	56	4,3	3,2
61	COMMUNAUTE URBAINE D'ALENCON	61000147	MARAIS	ECOUVES		2	3,1	3,0
61	SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61003583	FERME DU BOUT DE BAS F1	JUVIGNY-SUR-ORNE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	7	2,8	2,4
61	SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61000882	GENTERIE	SAI	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	9	2,1	1,8
14	EAUX SUD CALVADOS	14002134	BAS GUERET FE5	SAINT-PIERRE-EN-AUGE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	56	1,4	1,2
14	EAUX SUD PAYS D'AUGE- SAUR	14000284	OUEZY F2	OUEZY	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	66	2,7	1,2
14	EAUX SUD CALVADOS	14000283	OUEZY F1	OUEZY	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	59	3,0	1,1
50	LES MAITRES LAITIERS DU COTENTIN	50002479	MAITRES LAITIERS F4	SOTTEVAST	Socle du bassin versant de la Douve et de la Vire	1	1	1
14	EAUX SUD CALVADOS	14001637	MAGNY FE3	MEZIDON VALLEE D'AUGE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	52	1,3	1,0
61	COMMUNAUTE URBAINE D'ALENCON	61000892	PEUPLERAIE	CERISE		3	1,0	0,9
14	EAUX SUD CALVADOS	14002224	MARAI FE8	MEZIDON VALLEE D'AUGE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	56	1,1	0,9
61	SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61000668	SAINT ROCH F4	ARGENTAN	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	1,1	0,8
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000286	INGOUVILLE F2B A MOULT	MOULT-CHICHEBOVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	37	0,9	0,7
14	EAUX SUD CALVADOS	14001638	CANGELIQUES FE1	MEZIDON VALLEE D'AUGE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	56	26,0	0,7
61	SIAEP DU PERCHE SUD 3	61001554	CHERPERRINE F2	ORIGNY-LE-ROUX		1	0,7	0,7
61	SIAEP DU PERCHE SUD 3	61001553	CHERPERRINE F1	ORIGNY-LE-ROUX		5	0,7	0,7
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14002751	LONGUES ACRES F2	EVRECY	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,6	0,6
61	SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61000665	ZONE NORD F1 "LOCAL"	ARGENTAN	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,6	0,6
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000138	CHEMIN DE BIEVILLE F7	HEROUVILLE-SAINT-CLAIR	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,6	0,6
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000145	CHEMIN DE BIEVILLE F8	BIEVILLE-BEUVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,5	0,5
61	COMMUNAUTE URBAINE D'ALENCON	61000150	USINE COURTEILLE	ALENCON		4	0,7	0,5
61	SIAEP DE NOCE	61000179	PROCHE CHATEAU D'EAU DOR	REMALARD EN PERCHE		1	0,5	0,5
61	SMAEP DU MERLEAULT	61000642	FRESTINIERE F1	SAINT-GERMAIN-DE-CLAIR	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,6	0,5
14	SUBDESSIN PREBOCAGE	14000090	MAISON BLEUE F2.2	AURSEUILLES	Trias du Cotentin est et Bessin	2	0,5	0,5
14	CDC SOURCES DE L'ORNE 1	61000697	LUZERNE	SEES	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,6	0,5
61	CDC SOURCES DE L'ORNE 1	61003560	ROUTE DE ROUEN F2	SEES	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,6	0,5
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000160	RONCHEVILLE F9 A TROARN	TROARN	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,5	0,5
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000285	PUNAY F3 A MOULT	MOULT-CHICHEBOVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	38	0,7	0,5
61	SIAEP DE LA VALLEE DE L'ORNE	61001031	PRE CLOS F2	JUVIGNY-SUR-ORNE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,4	0,4
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000137	CHEMIN DE BIEVILLE F6	HEROUVILLE-SAINT-CLAIR	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,4	0,4
14	STEFANO TOSELLI	14002089	STEFANO TOSELLI F1	MEZIDON VALLEE D'AUGE		59	1,2	0,4
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000157	CANAL OURSIN F1	JANVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	23	0,5	0,4
61	REGIE EAU ASSAINISSEMENT BAGNOLES	61000129	SAINT URSIN P1	BAGNOLES DE L'ORNE NORMANDIE		1	0,4	0,4
61	REGIE EAU ASSAINISSEMENT BAGNOLES	61003557	SAINT URSIN F1	BAGNOLES DE L'ORNE NORMANDIE		1	0,4	0,4
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000156	RONCHEVILLE F7	BAVENT	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,4	0,4
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000013	FONTAINE AUX MALADES F1	COURSEULLES-SUR-MER	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,4	0,4
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000134	BEAUREGARD F4	HEROUVILLE-SAINT-CLAIR	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,4	0,4
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000154	RONCHEVILLE F5	BAVENT	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,5	0,4
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000142	GRONDE F1	GIBERVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,4	0,4
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000158	CANAL OURSIN F3	JANVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	23	0,5	0,4
61	CDC SOURCES DE L'ORNE 1	61000092	ECHASSEY	SEES	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,4	0,4
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000135	BONNES FEMMES F4	HEROUVILLE-SAINT-CLAIR	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,3	0,3
61	SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61000666	ZONE NORD F2 "CHAMP"	ARGENTAN	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,3	0,3
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000159	RONCHEVILLE F8	BAVENT	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,3	0,3
50	CA DU COTENTIN - LES PIEUX	50000376	LA MOTTERIE F6	SOTTEVILLE	Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers	1	0,3	0,3
50	CA DU COTENTIN - VAL DE SAIRE	50002022	FANOVILLE F1	PERNELLE (LA)	Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers	1	0,3	0,3
50	LES MAITRES LAITIERS DU COTENTIN	50001836	MAITRES LAITIERS F2	SOTTEVAST	Socle du bassin versant de la Douve et de la Vire	1	0,3	0,3
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000278	MINES DE MAY (ABA)	FONTENAY-LE-MARMION	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,3	0,3
14	NOB REGIE	14000044	COLOMBIERES	COLOMBIERES	Trias du Cotentin est et Bessin	2	0,3	0,3
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000151	PRES DU RESERVOIR SANNEF	SANNERVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,3	0,3
61	SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61000667	VINGT ACRES (Z.I)	SARCEAUX	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	4	0,4	0,3
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000155	RONCHEVILLE F5	BAVENT	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,3	0,3
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000120	PLAINE F2	BLAINVILLE-SUR-ORNE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,2	0,2
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000127	HAUTE ECARDE	AMFREVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,3	0,2
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000148	CLOS MORANT	FRENOUVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,2	0,2
50	CA DU COTENTIN-COEUR COTENTIN-	50000048	BELLEFONTAINE F1	BRIX	Socle du bassin versant de la Douve et de la Vire	1	0,2	0,2
50	CA DU COTENTIN-COEUR COTENTIN-	50001872	BELLEFONTAINE F2	BRIX	Socle du bassin versant de la Douve et de la Vire	1	0,2	0,2
50	CA DU COTENTIN - VAL DE SAIRE	50000392	MONT ETOLAN F1	THEVILLE	Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers	1	0,2	0,2
14	VIEUX COLOMBIER	14001283	VILLAGE DE JUAYE	JUAYE-MONDAYE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,2	0,2
61	SIAEP D'ESSAY	61001357	GUE (ESSAY)	ESSAY		3	0,2	0,2
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14002234	CHEMIN AUX ANES F2	LUC-SUR-MER	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,2	0,2
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-VEOLIA	14000066	MUE: AMBLIE F8	PONTS SUR SEULLES	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,2	0,2
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000152	ROUTE DE CUVERVILLE F3	DEMOUVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,2	0,2
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000119	CHEMIN AUX ANES F1	LUC-SUR-MER	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,2	0,2
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-VEOLIA	14000121	GRANDE EPINE	HERMANVILLE-SUR-MER	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,2	0,2
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000149	RONCHEVILLE F6	BAVENT	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,2	0,2
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000016	FONTAINE AUX MALADES F2	COURSEULLES-SUR-MER	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,1	0,1
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-VEOLIA	14000065	MUE: MARAIS F6	FONTAINE-HENRY	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,1	0,1
14	SOCADIS	14002691	FORAGE SOCADIS	PLUMETOT		1	0,1	0,1
50	SMPEP DE L' ISTHME DU COTENTIN	50000009	LE RIVAGE F1	AUVERS	Trias du Cotentin est et Bessin	3	0,2	0,1
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-EDN	14000077	DELLE AU MONT F1	LANGRUNE-SUR-MER	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,2	0,1
61	COMMUNAUTE URBAINE D'ALENCON	61000144	MOULIN DE LAUNAY	COLOMBIERS		2	0,2	0,1
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000100	VAUCULEY	ROTS	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,1	0,1
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000114	RESERVOIR F1 BLAINVILLE	BLAINVILLE-SUR-ORNE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,1	0,1
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-VEOLIA	14000073	MUE: MOULIN F5	FONTAINE-HENRY	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,1	0,1
14	SUBDESSIN PREBOCAGE	14000085	MAISON BLEUE F1	AURSEUILLES	Trias du Cotentin est et Bessin	2	0,1	0,1
14	VIEUX COLOMBIER	14000063	BANVILLE	BANVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,1	0,1
50	CAC - CHERBOURG EN COTENTIN	50000403	MAFFREE S1	CHERBOURG-EN-COTENTIN	Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers	1	0,1	0,1
50	CAC - CHERBOURG EN COTENTIN	50000406	LES CHARMETTES F1	CHERBOURG-EN-COTENTIN	Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers	1	0,1	0,1
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-EDN	14001361	DELLE AU MONT F2	LANGRUNE-SUR-MER	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	1	0,1	0,1
61	COMMUNAUTE URBAINE D'ALENCON	61000148	ETANG	ECOUVES		1	0,1	0,1
61	REGIE EAU ASSAINISSEMENT BAGNOLES	61000123	SAINT URSIN S1	BAGNOLES DE L'ORNE NORMANDIE		1	0,1	0,1
61	REGIE EAU ASSAINISSEMENT BAGNOLES	61000130	SAINT URSIN P2	BAGNOLES DE L'ORNE NORMANDIE		1	0,1	0,1
61	SIAEP DE LA REGION D'ARGENTAN	61001629	PORT D'AUNOU	AUNOU-LE-FAUCON	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	3	0,1	0,1
14	CLECY DRUANCE	14000390	HEQUET F2	TERRES DE DRUANCE	Socle du bassin versant de la Seulles et de l'Orne	2	0,2	0,1
14	RIVE DROITE DE L'ORNE	14000153	MARIQUET F1B	RANVILLE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	2	0,2	0,1
14	SUBDESSIN PREBOCAGE	14000091	BEYROLLES F2	AURSEUILLES	Trias du Cotentin est et Bessin	2	0,1	0,1
50	CA DU COTENTIN-COEUR COTENTIN-	50000038	HAMEAUX ES JEANNE F1	BREUVILLE	Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers	2	0,1	0,1
50	CA DU COTENTIN-COEUR COTENTIN-	50000040	PONT D'ANELET C1	BRICQUEBEC-EN-COTENTIN	Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers	2	0,1	0,1
14	EAU DU BASSIN CAENNAIS-SAUR	14000112	ORNE	LOUVIGNY	L'Orne du ruisseau de la Grande Vallée (exclu) à l	19	0,2	0
14	EAUX SUD CALVADOS	14002190	MOULIN FE7	SAINT-PIERRE-EN-AUGE	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bess	54	0,2	0

Tableau des résultats jugés non représentatifs de la qualité de l'eau distribuée aux usagers et écartés de l'analyse des données en distribution

UDI	PSV NOM	COMMUNE PLV	LOCALISATION EXACTE PLV	DATE	Thallium (µg/L)	cause non représentativité
MAGNY LE FREULE	RESERVOIR DE MAGNY LE FREULE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	RESERVOIR MAGNY	23/04/2012	1,1	robinet peu utilisé
MAGNY LE FREULIF	PC BIEVILLE QUETIEVILLE	BELLE VIE EN AUGE	MAIRIE ROBINET EXTERIEUR	30/07/2013	1,1	robinet extre de mairie
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	RESERVOIR DE MEZIDON	03/06/2014	0,7	robinet de réservoir
MAGNY LE FREULE	PC BIEVILLE QUETIEVILLE	BELLE VIE EN AUGE	MAIRIE ROB EXT	22/07/2014	1,3	robinet peu utilisé
SUD CALVADOS	PC MEZIDON	MEZIDON VALLEE D'AUGE	MAIRIE ANNEXE DE CANON RUE J.JAURES A MEZIDON CANON	29/07/2014	3,2	robinet peu utilisé
SUD CALVADOS	PC MEZIDON	MEZIDON VALLEE D'AUGE	MAIRIE ANNEXE DE CANON AV J.JAURES A MEZIDON CANON	08/08/2014	10,5	robinet peu utilisé
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	SORTIE RESERVOIR DE MEZIDON AU ROBINET SUR COLONNE	08/08/2014	1,2	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	RESERVOIR DE MEZIDON	26/08/2014	0,8	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
BARBERY	PC BARBERY	BARBERY	MAIRIE BARBERY	29/08/2014	5,7	robinet peu utilisé
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	RESERVOIR DU STADE	21/10/2014	0,5	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
EX USSY	EX USSY-1	USSY	RESERVOIR D'USSY (CONDUITE ROUGE)	13/10/2015	1,1	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
EX SOUMONT	EX SOUMONT	SOUMONT-SAINT-QUENTIN	RESERVOIR DES CITES MINIERES - ROBINET SUR CONDUITE	13/10/2015	0,7	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
EX MAIZIERES	EX VENDEUVRE	VENDEUVRE	MAIRIE ROBINET EXTERIEUR	21/01/2016	0,9	robinet peu utilisé
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	COLONNE DE DISTRIBUTION	05/07/2016	2,7	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	COLONNE DE DISTRIBUTION	08/07/2016	10,6	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	COLONNE DESCENDANTE CHATEAU D'EAU DE MEZIDON CANON - 5L	09/08/2016	2,2	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
SUD CALVADOS	RESERVOIR DU STADE	MEZIDON VALLEE D'AUGE	COLONNE DESCANDANTE CHATEAU DE MEZIDON CANON - 1ER JET	09/08/2016	0,6	robinet peu utilisé de colonne de réservoir
EX SOUMONT	EX OUILY	OUILLY-LE-TESSON	MAIRIE	17/08/2016	14,5	robinet de mairie peu utilisé
ECOUVES (MARAIS)	LE PLE RADON	ECOUVES	ROBINET SORTIE RESERVOIR	20/12/2016	4	robinet peu utilisé de réservoir
ECOUVES (MARAIS)	LE PLE RADON	ECOUVES	ROBINET ENTREE RESERVOIR	20/12/2016	3,6	robinet peu utilisé de réservoir
VIEUX FUME	PC CESNY AUX VIGNES	CESNY-AUX-VIGNES	BAR SALLE DES FETES	24/01/2017	10,3	robinet peu utilisé
ECOUVES (MARAIS)	LE PLE RADON	ECOUVES	ROBINET SORTIE RESERVOIR	18/05/2017	2,8	robinet peu utilisé de réservoir
ECOUVES (MARAIS)	LE PLE RADON	ECOUVES	SORTIE RESERVOIR LE PLE RADON	27/07/2017	1,6	robinet peu utilisé de réservoir
SUD CALVADOS	SAINT PIERRE SUR DIVES	SAINT-PIERRE-EN-AUGE	ROBINET EXTERIEUR CASERNE POMPIERS SAINT PIERRE SUR DIVES	23/11/2017	0,8	robinet peu utilisé
SUD CALVADOS	PC JORT	JORT	MAIRIE ROBINET EXTERIEUR	08/12/2017	0,7	robinet peu utilisé
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	PC1 FONTENAI SUR ORNE	ECOUCHE-LES-VALLEES	particulier Bourg	01/04/2019	8,2	doute sur le prélèvement
ZD JUVIGNY F1	PC1 UROU ET CRENNES	GOUFFERN EN AUGE	particulier rue des haras	20/05/2019	8,7	doute sur le prélèvement
SUD CALVADOS	PC LE BU SUR ROUVRES	BU-SUR-ROUVRES (LE)	ROBINET EXTERIEUR ÉGLISE	13/09/2019	3,0	robinet peu utilisé
ZD JUVIGNY F1	PC1	CERCUEIL (LE)	LA MONNERIE - particulier	13/11/2019	7,9	doute sur le prélèvement
SUD CALVADOS	PC MEZIDON	MEZIDON VALLEE D'AUGE	ROBINET EXTÉRIEUR CASERNE POMPIER	20/07/2020	2,2	robinet peu utilisé
ZD JUVIGNY F1	PC1	TANVILLE	bourg cimetière	18/08/2021	19,3	doute sur le prélèvement

Résultats des analyses de thallium par communes de l'UDI Eau Sud Calvados

Commune	nombre d'analyses de Thallium	nombre de résultats > VGE	% de résultats > VGE
ST PIERRE EN AUGÉ	190	29	15%
MEZDON	160	31	19%
FALAISE	78	10	13%
MAIZIERES	55	10	18%
VENDEUVRE	54	3	6%
POTIGNY	36	3	8%
CESNY	28	6	21%
USSY	27	5	19%
VALAMBRAY	22	2	9%
BU SUR ROUVRES	20	12	60%
BONS TASSILLY	20	2	10%
OUILLY	18	2	11%
VILLERS CANIVET	16	2	13%
SOUMONT	16	1	6%
ERAINES	14	0	0%
AUBIGNY	11	0	0%
SASSY	10	1	10%
ST SYLVAIN	10	1	10%
MORTEAUX	10	0	0%
BERNIERES D'AILLY	9	1	11%
EPANEY	9	1	11%
VERSAINVILLE	9	0	0%
ST PIERRE CANIVET	8	1	13%
FONTAINE LE PIN	8	0	0%
FRESNE LA MERE	8	0	0%
CROCY	7	1	14%
FOURCHES	7	0	0%
PERRIERES	7	0	0%
VIGNATS	7	0	0%
ROUVRES	6	1	17%
DAMBLAINVILLE	6	0	0%
SOULANGY	6	0	0%
LA HOGUETTE	5	0	0%
VICQUES	5	0	0%
JORT	4	1	25%
OLENDON	4	0	0%
BAROU	3	0	0%
BEAUMAIS	3	0	0%
VILLY LEZ FALAISE	3	0	0%
LOUVAGNY	2	0	0%
MARAI LA CHAPELLE	2	0	0%
NORREY	2	0	0%
PERTHEVILLE NERS	2	0	0%
COURCY	1	0	0%

Résultats des analyses de thallium réalisées à la ressource et aux différentes étapes du traitement dans le cadre du suivi mensuel de 2021 à 2022 dans le secteur d'Argentan

1- Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en thallium total mesurées dans le forage ferme du bout du bas et aux différentes étapes de traitement de la station Juvigny 1

Dates	Forage	Eau brute avant déferrisation	Après déferrisation Avant chloration	Après chloration	Sortie traitement
23/09/2021	2,2	2	2,4	2,7	1,9
20/10/2021	2,5	2,5	2,5	3,1	1,8
18/11/2021	2,5	2,5	2,5	2,6	1,3
14/12/2021	2,4	2,4	2,4	2,5	1,5
13/01/2022	2,4	2,4	2,4	2,4	1,5
21/02/2022	2,5	2,4	2,4	2,6	1,8
23/03/2022	2,3	2,4	2,4	2,7	1,9
21/04/2022	2,5	2,5	2,5	2,8	1,9
30/05/2022	2,3	2,6	2,6	2,6	1,8
22/06/2022	2,4	2,4	2,3	2,6	1
22/07/2022	3	2,9	3,1	2,9	1,4
26/08/2022	2,7	2,6	2,5	2,9	1,2

2- Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en thallium total mesurées dans le forage Genterie et aux différentes étapes de traitement de la station Genterie - Juvigny 1

Date	Forage	Eau brute avant déferrisation	Après déferrisation Avant chloration	Après chloration	Sortie traitement
23/09/2021	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7
20/10/2021	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
18/11/2021	1,7	1,7	1,7	1,7	1,3
14/12/2021	1,7	1,7	1,8	1,7	1,2
13/01/2022	1,6	1,7	1,7	1,8	1,3
21/02/2022	1,7	1,8	1,7	1,9	1,2
23/03/2022	1,9	1,9	1,8	1,9	1,5
21/04/2022	1,8	1,8	1,8	1,9	1,5
30/05	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8
22/06	1,8	1,3	1,7	1,7	1,8
22/07	2,1	1,4	2,1	1,8	2,1
26/08	1,9	1,7	1,8	1,6	2,8

Résultats des analyses de thallium en distribution réalisées dans le cadre du suivi mensuel de 2021 à 2022 dans le secteur d'Argentan

1- Concentrations ($\mu\text{g/L}$) en thallium total mesurées dans l'UDI ZD Juvigny.

ZD JUVIGNY F1	13/09/2021	PC1 MARCEI	BOISCHAMPRE	0,7
ZD JUVIGNY F1	16/09/2021	PC1 MARCEI	BOISCHAMPRE	4,5
ZD JUVIGNY F1	14/10/2021	PC1 VRIGNY	BOISCHAMPRE	0
ZD JUVIGNY F1	05/11/2021	PC1	FLEURE	0
ZD JUVIGNY F1	07/12/2021	PC3 SILLY	GOUFFERN EN AUGÉ	0,1
ZD JUVIGNY F1	04/01/2022	PC1 ST HILAIRE LA GERARD	MORTREE	0,1
ZD JUVIGNY F1	26/01/2022	PC1	JUVIGNY-SUR-ORNE	0,1
ZD JUVIGNY F1	21/02/2022	PC1 VRIGNY	BOISCHAMPRE	0
ZD JUVIGNY F1	18/03/2022	PC1 MARCEI	BOISCHAMPRE	3,6
ZD JUVIGNY F1	13/04/2022	PC1	AUNOU-LE-FAUCON	0,1
ZD JUVIGNY F1	26/04/2022	PC3 SILLY	GOUFFERN EN AUGÉ	0
ZD JUVIGNY F1	20/05/2022	PC1	TANVILLE	0,3
ZD JUVIGNY F1	13/06/2022	PC1 ST CHRISTOPHE	BOISCHAMPRE	11,2
ZD JUVIGNY F1	05/07/2022	PC1	CERCUEIL (LE)	0,6
ZD JUVIGNY F1	08/07/2022	PC1 ST CHRISTOPHE	BOISCHAMPRE	0,4
ZD JUVIGNY F1	22/07/2022	PC1	CERCUEIL (LE)	0,4
ZD JUVIGNY F1	02/08/2022	PC1	FLEURE	1,2
ZD JUVIGNY F1	29/08/2022	PC1	FERRIERE-BECHET (LA)	2,3
ZD JUVIGNY F1	05/09/2022	PC1 UROU ET CRENNES	GOUFFERN EN AUGÉ	0

2- Concentrations ($\mu\text{g/L}$) en thallium total mesurées dans l'UDI Argentan SO Sarceaux Fontenai

ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	16/09/2021	PC3	ARGENTAN	0,4
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	14/10/2021	PC1 FONTENAI SUR ORNE	ECOUCHE-LES-VALLEES	0
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	05/11/2021	PC1	SARCEAUX	0,5
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	14/12/2021	PC3	ARGENTAN	0,2
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	13/01/2022	PC1 FONTENAI SUR ORNE	ECOUCHE-LES-VALLEES	1,1
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	01/02/2022	PC1	SARCEAUX	0
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	03/03/2022	PC3	ARGENTAN	0,1
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	04/04/2022	PC1 FONTENAI SUR ORNE	ECOUCHE-LES-VALLEES	0
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	18/05/2022	PC1	SARCEAUX	0
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	30/05/2022	PC3	ARGENTAN	0,1
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	02/08/2022	PC1	SARCEAUX	2,6
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	17/08/2022	PC1 FONTENAI SUR ORNE	ECOUCHE-LES-VALLEES	3,9
ARGENTAN SO-SARCEAUX-FONTENAI	15/09/2022	PC3	ARGENTAN	0,3

3- Concentrations ($\mu\text{g/L}$) en thallium total mesurées dans l'UDI centre de détention

CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	29/09/2021	ROB. E.T MESS	ARGENTAN	1,6
CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	24/11/2021	ROB. E.T MESS	ARGENTAN	0,1
CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	01/02/2022	ROB. E.T MESS	ARGENTAN	0,3
CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	04/04/2022	ROB. E.T MESS	ARGENTAN	0,3
CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	30/05/2022	ROB. E.T MESS	ARGENTAN	0,5
CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	08/08/2022	rob cuisine	ARGENTAN	1,9
CENTRE DE DETENTION ARGENTAN	15/09/2022	ROB. E.T MESS	ARGENTAN	0,4