



Bromures dans la Moselle. Une synergie d'acteurs réussie pour remonter à la source et passer à l'action

Miguel NICOLAÏ

Expert substances toxiques,

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE



Un cas d'école ?

- Surveillance prospective de l'Agence de l'eau sur les polluants émergents
- Alerte précoce ARS et PPRDE : accroissement de problèmes de potabilité sur certaines UDI
- Expertise collective AERM/ANSES/ARS/PPRDE : quelle est l'origine du problème ? Phénomène naturel ? Changement climatique ? Nouvelles émissions ?
- Contrôle d'enquête Agence de l'eau: zones d'émission, émetteurs potentiels, usages concernés
- Mobilisation conjointe (AERM/ARS/DREAL/ANSES/DDT)
- Réduction à la source mise en œuvre volontairement par le principal émetteur industriel (DREAL/AERM/DDT)
- Résultats : amélioration sensible de la situation



Alerte sur l'eau potable

Eté 2019

- Pré-alerte de l'ARS 54 : Limite de potabilité dépassée pour les THM (Trihalométhanes) à la nouvelle station de Toul puisant dans la Moselle.
- Parallèlement, l'Agence de l'eau observe depuis 2018 des pics estivaux de bromures sur la Moselle à l'amont du captage (maxi 410 µg/l). Lien ?
- 2 étés secs, étiage sévère et température élevée, récurrence attendue du fait du changement climatique

Janvier 2021

- Alerte au préfet 54 de plusieurs collectivités de ce secteur (Moselle amont) sur la présence de THM dans leurs eaux produites et distribuées
- Le préfet interroge les services (ARS, AERM, DREAL ...)

Question : d'où viennent les THM ?

- THM = sous produits des traitements de chloration
- Matière organique + Chlore = 1 THM (chloroforme)
- Matière organique + Chlore + Bromures = 3 THM bromés supplémentaires



Contrôle d'enquête sur les BROMURES
= expertise + surveillance renforcée des eaux

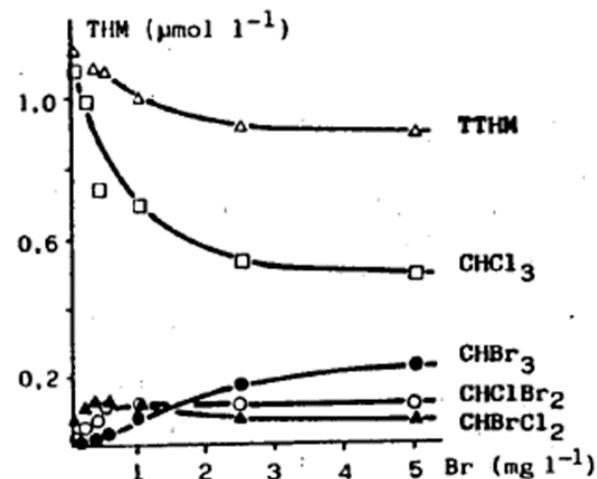


Incidence des bromures sur la concentration en THM

Norme « eau potable » et effet spéciation

- THM totaux : norme EDCH = 100 µg/l, mais « la valeur la plus faible possible inférieure à cette valeur doit être visée sans pour autant compromettre la désinfection »
- MO + Cl₂ = CHCl₃ (chloroforme)
- MO + Cl₂ + Br⁻ = CHCl₃ + CHCl₂Br + CHClBr₂ + CHBr₃ (bromoforme)
- Les THM bromés sont plus lourds (dépassements accrus de la norme de 100 µg/l en THM totaux) et plus toxiques

Nombre de Br	Nom du THM	M g/mol	CIRC	Eq limite UE de 100 µg/l (µmol/l)
0	Chloroforme	120		0,84
1	Dichloromonobromométhane	164	2B	0,61
2	Chlorodibromométhane	208	3	0,48
3	Bromoforme	253	3	0,40



Bromures ↗ => THM lourds bromés ↗



Incidence des bromures sur la concentration en THM

Majoration potentielle du nombre de THM formés

- Nombreux facteurs d'influence : CT en Cl_2 , pH, $t^\circ\text{C}$, concentration et nature MO (COT, abs UV254), NH_4 , ions, stockage (stripping), réseau de distribution (rechloration, biofilm...)
- Dans certaines conditions, les bromures peuvent également accroître le nombre de THM formés (Doré, 1989)
- Valeur critique en bromure ? $100 \mu\text{g/l}$? Moins ?

THM ↗

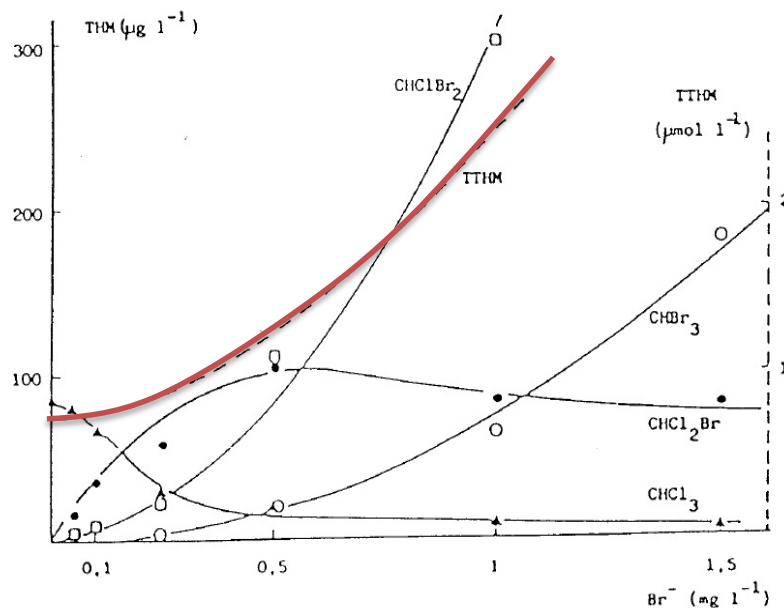


Figure 9
Chloration d'un acide fulvique naturel ("Les Landes")

Dans certaines eaux :
Bromures ↗ = THM totaux ↗

Bromures ↗

Diagnostic issu de l'expertise et de la surveillance des eaux



Surveillance des bromures dans les eaux du bassin (Agence de l'eau)

- Surveillance prospective réglementaire des eaux souterraines depuis 2017
- Surveillance prospective volontaire des eaux de surface depuis 2018
- Suite à l'alerte de 2019, surveillance renforcée (contrôle d'enquête) mise en place en 2020 sur les eaux de surface avec un focus
 - sur les zones d'apport potentiel de Moselle amont
 - sur les points de surveillance couvrant un enjeu d'alimentation en eau potable
 - sur l'ensemble du Réseau de Contrôle de Surveillance qui permet un suivi représentatif de tout le bassin



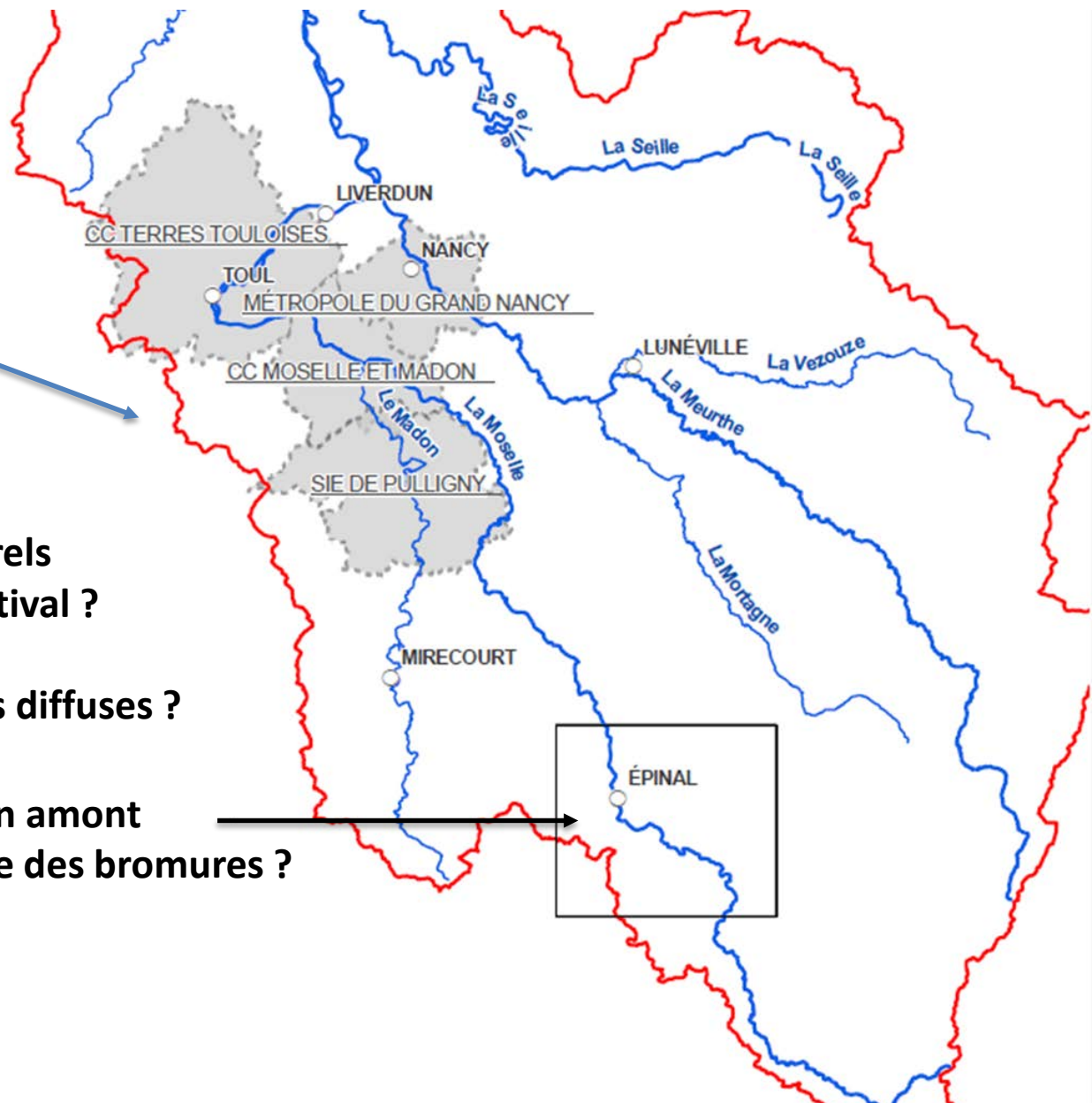
Le secteur de Moselle amont : où apparaissent les bromures ?

**Des UDI à problème THM
dont les captages en Moselle
sont potentiellement impactés
par les bromures**

**Des apports géochimiques naturels
renforcés en période d'étiage estival ?**

Des sources diffuses ?

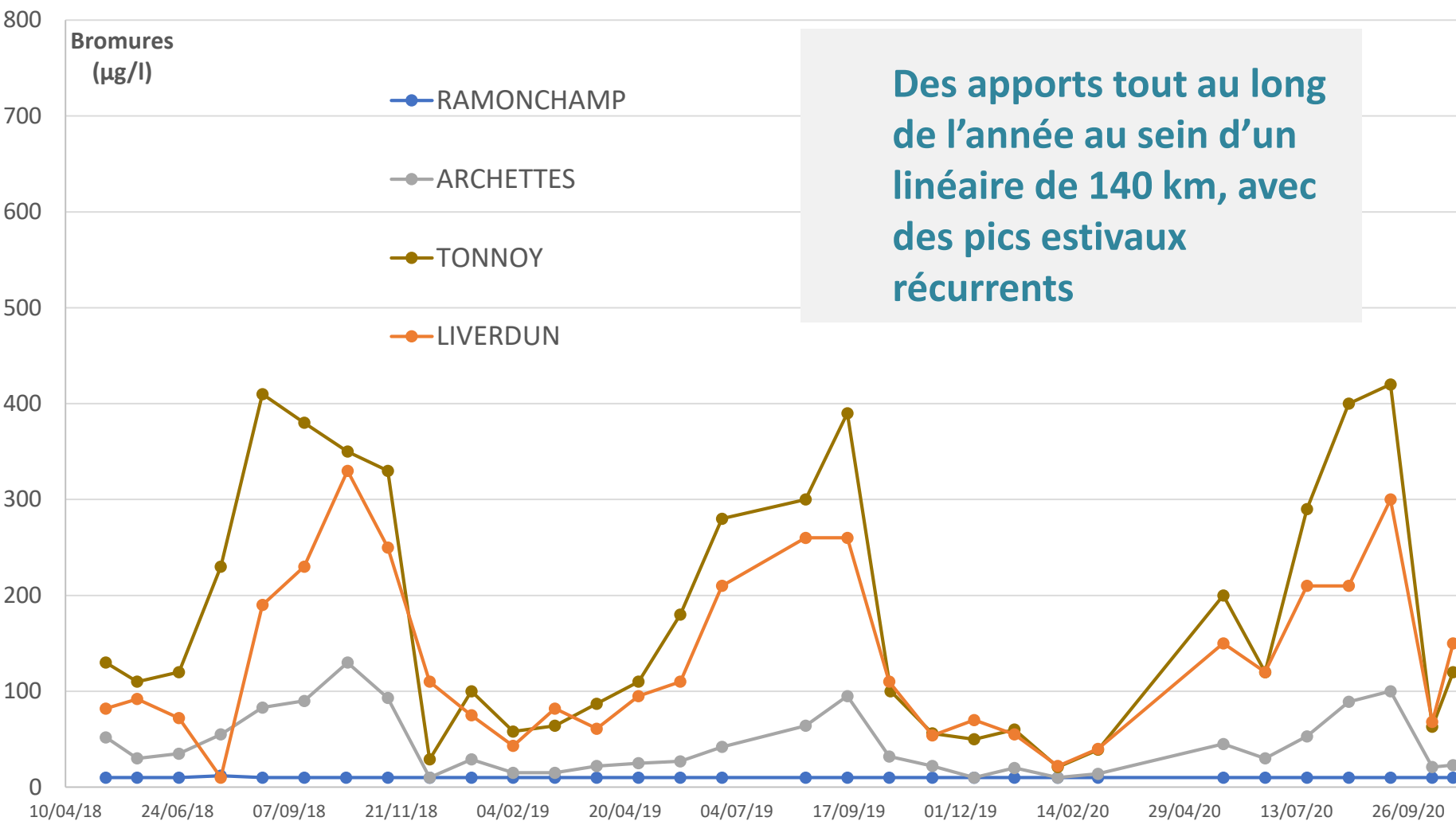
**Des zones d'activité en amont
susceptibles d'émettre des bromures ?**





Diagnostic issu de l'expertise et de la surveillance des eaux

Surveillance prospective des bromures : Moselle amont 2018-2020

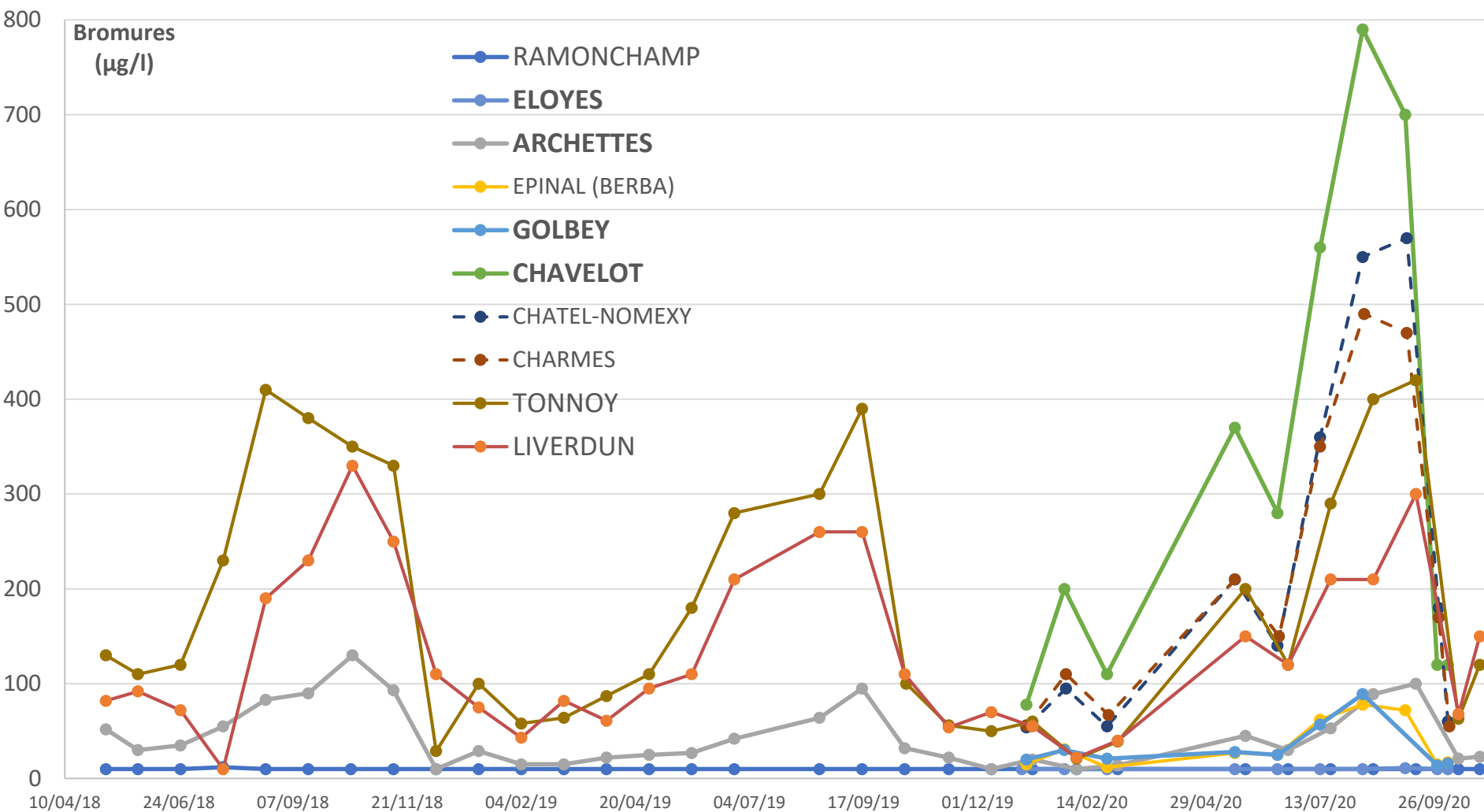




Diagnostic issu de l'expertise et de la surveillance des eaux

➤ Surveillance renforcée des bromures : Moselle amont 2018-2020

- Première croissance entre Eloyes et Archettes puis apport majeur entre Golbey et Chavelot, impact cumulé visible jusqu'à Liverdun





D'où viennent les bromures ?

Des origines naturelles ?

- Les bromures sont naturellement présents dans l'eau de mer, les roches et les saumures avec un rapport $\text{Br/Cl} < 5\text{‰}$
- Dans les eaux du bassin Br/Cl moyen de 3,4 ‰ vs Moselle à Chavelot 20,6 ‰ (10 x plus de Br vs Cl) => signature anthropique ?

Composante station de traitement des eaux usées ?

- Les bromures sont sans doute présents dans les rejets de station d'épuration, mais en quelle proportion ?

Des usages biocides autorisés notamment en industrie ?

- L'eau de Javel contient également des bromures et des bromates
- Les bromures sont un sous-produit de l'usage biocide du brome, notamment en piscine (TP02), dans l'industrie pour la désinfection des TAR (TP11) et en « slimicide » (= antibiofilm) dans les papeteries (TP12)

La piste des usages industriels apparaît à privilégier

Quels leviers d'action porter collectivement ?



Le Secrétariat Technique de Bassin (STB) acte la proposition des services concernés d'agir concomitamment et conjointement sur 3 axes :

- Poursuivre l'optimisation des traitements par les PPRDE, pour limiter la formation de THM, là où c'est possible (ARS)
- Identification des émetteurs industriels (DREAL) et de l'impact éventuel des stations d'épuration (DDT)
- Sensibilisation des industriels/Incitation à réduire les rejets à la source (programme Agence de l'eau)

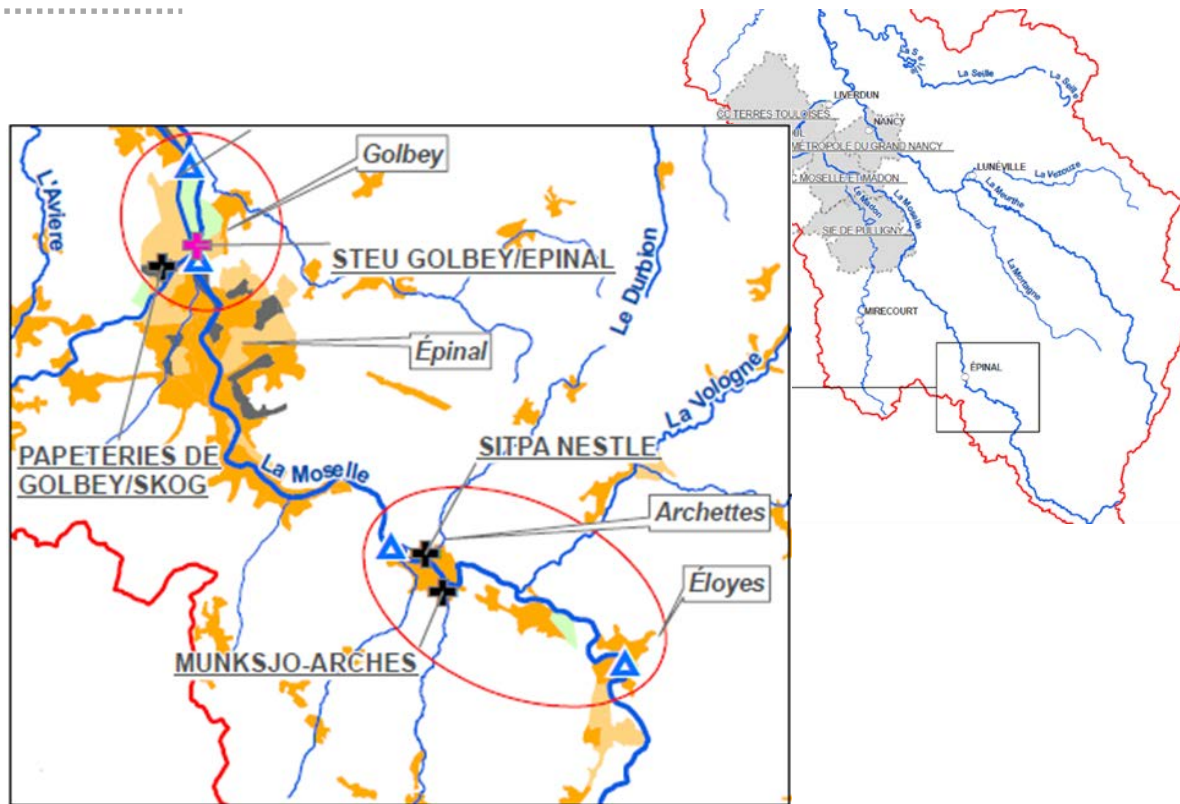
Le STB mandate son « groupe substances » Rhin-Meuse pour

- définir et suivre un plan d'action pour les bromures partagé par l'ensemble des services intégrant les 3 axes
- servir d'espace d'échange interservices sur ces sujets



Les usages biocides industriels confirmés comme source principale d'émission

- Rapidement l'utilisation du Bromure d'ammonium en tant que « slimicide » par l'importante papeterie de Golbey (NSG) s'avère être la source principale d'émission à l'origine des pics mesurés à Chavelot

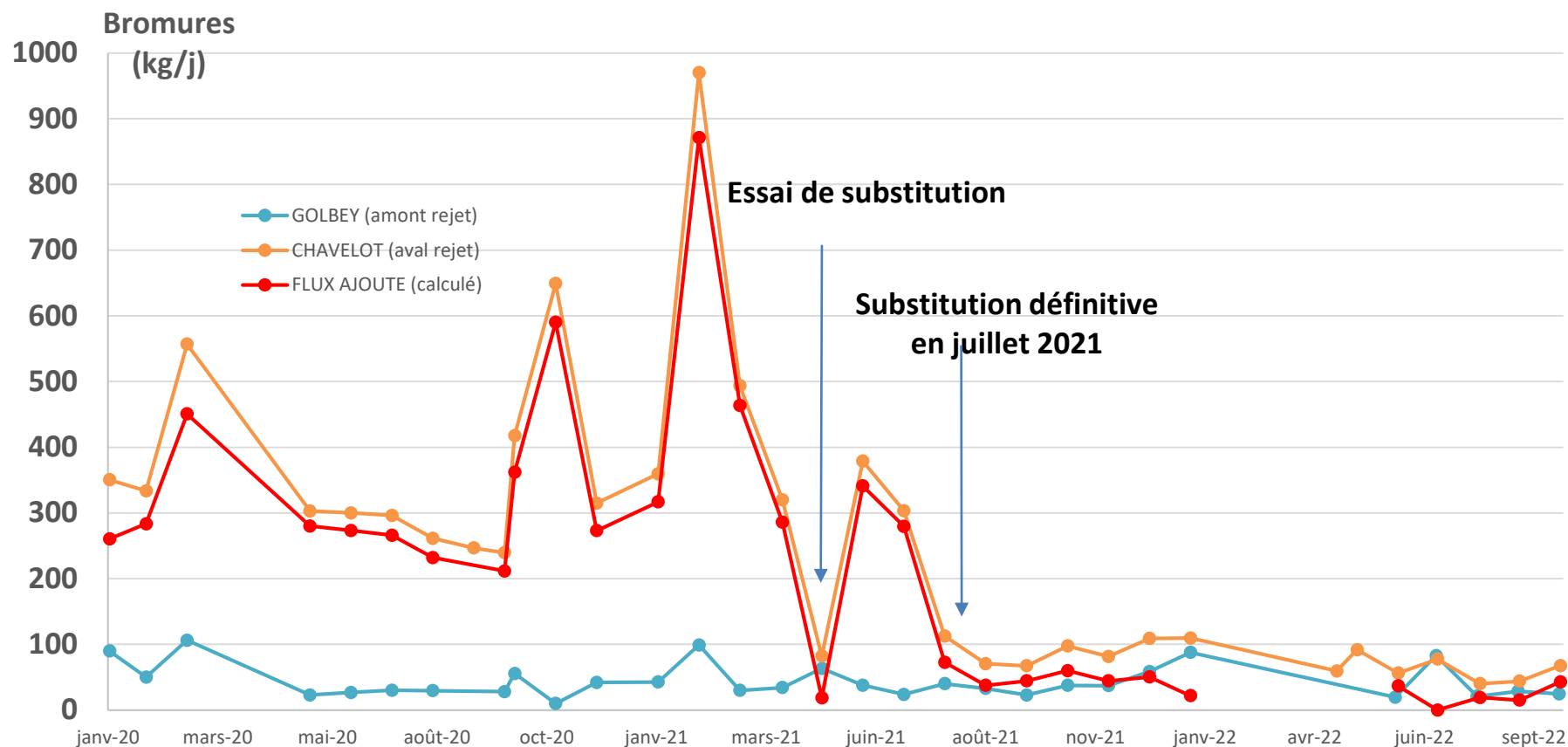


- Un contact immédiat est pris en vue d'aller vers une réduction à la source
- La papeterie dispose d'une solution biocide alternative de substitution qu'elle parvient à tester et mettre en œuvre en quelques mois
- Au fil des investigations d'autres émetteurs industriels seront identifiés et leurs rejets mis sous surveillance par la DREAL



Réduction de 90 % du flux de bromures de NSG

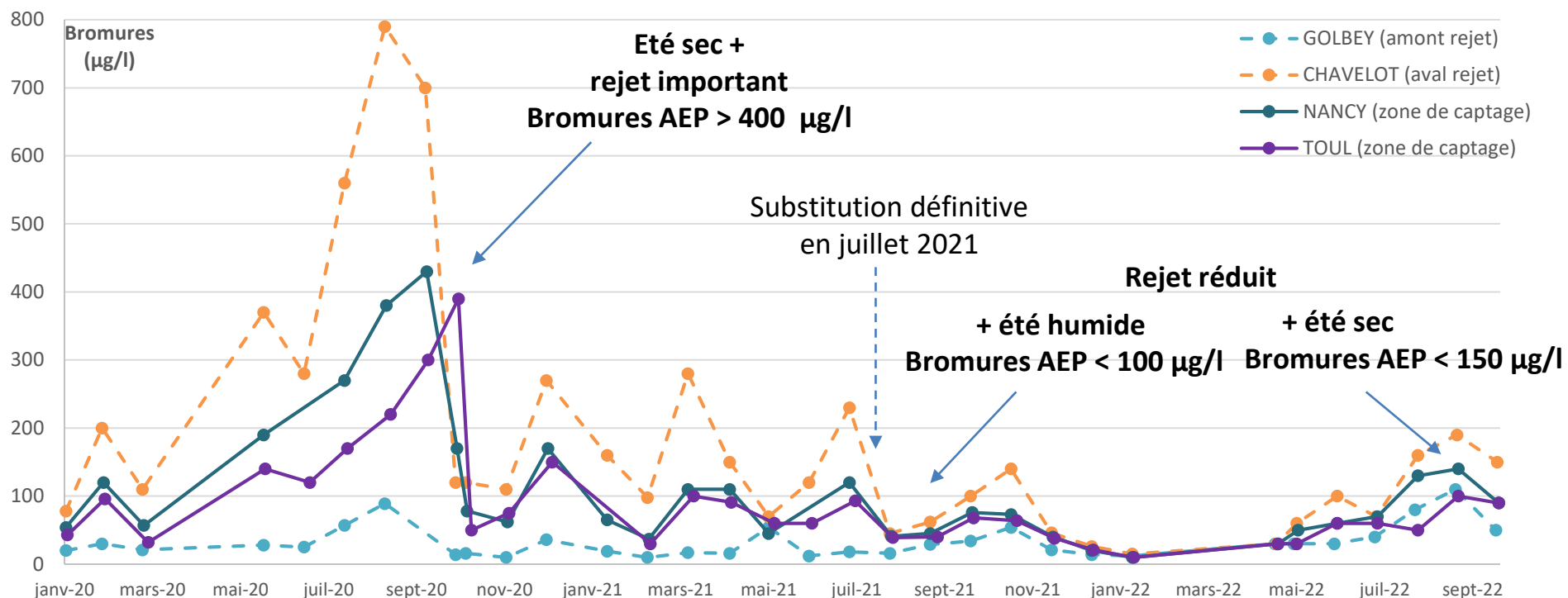
- Le flux moyen dans la Moselle à Chavelot passe de 400 à 80 kg/j post-substitution des bromures (juillet 2021)





Réduction des bromures des AEP de Moselle amont

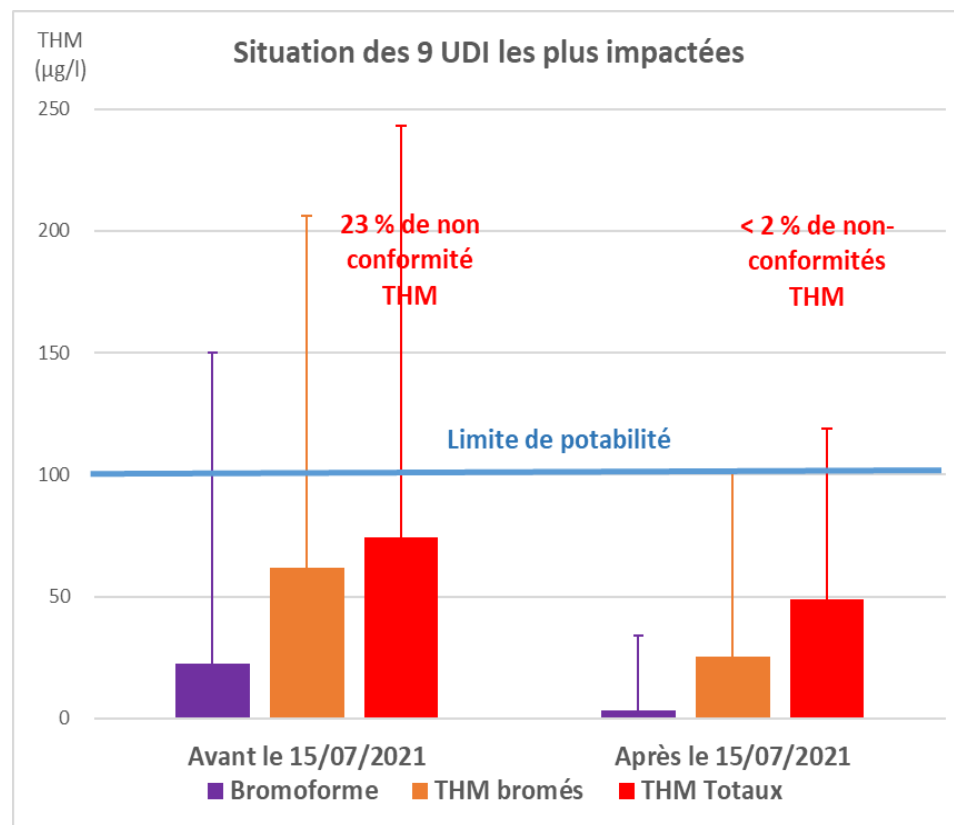
- La réduction de 90 % du flux émis par NSG permet de revenir à une concentration en bromures au niveau des zones AEP de Nancy et Toul :
 - < 100 µg/l en été humide (objectif atteint !)
 - mais pouvant atteindre encore quasiment 150 µg/l en été sec
 - vigilance à maintenir sur les émissions malgré les énormes progrès accomplis





THM des UDI de Moselle amont : problème résolu ?

- Le retour à des concentrations en bromures de la Moselle à $< 150 \mu\text{g/l}$, a permis une large résolution des problèmes de THM se traduisant :
 - par une quasi-disparition des dépassement de limite de potabilité (23 % NC => < 2 % NC)
 - permise par une diminution générale des concentrations en THM (- 34 %) portée par la baisse des THM bromés (-60 %) dont le bromoforme (-85 %)
 - et par une disparition des résultats $> 120 \mu\text{g/l}$ (maximum précédent 243 $\mu\text{g/l}$).
- 2 cas de dépassement résiduels en THM ont toutefois été observés en août 2022 témoignant de la sensibilité persistante de la ressource en période de sécheresse estivale



Une synergie d'acteurs réussie pour remonter à la source, passer à l'action et obtenir des résultats

- **Surveillance prospective des bromures (Agence de l'eau)**
- **Alerte ARS et PPRDE : dépassement de la limite de potabilité THM des AEP de Moselle amont (dont station neuve de Toul)**
- **Expertise AERM/ANSES/ARS/PPRDE : quel lien potentiel entre THM AEP et Bromures de la Moselle ?**
- **Enquête Agence de l'eau : D'où viennent les bromures de la Moselle ?**
- **Mobilisation collective (AERM/ARS/DREAL/ANSES/DDT)**
- **Réduction à la source mise en œuvre par le principal émetteur industriel (DREAL/AERM/DDT)**
- **Résultats :**
 - baisse des concentrations en bromures dans la Moselle
 - forte diminution des THM bromés et quasi-disparition des dépassements de THM des AEP des 9 UDI les plus impactées