



**Pôle d'expertises et d'analyses
radioactives Limousin**

83, Rue d'Isle
87000 LIMOGES
Tél : 05-55-43-69-95
Fax : 05-55-43-69-96
Email : contact@pearl-sas.eu

Etude pour l'optimisation des traitements sur les eaux de la station d'Augères

Rapport intermédiaire décembre 2009

Sommaire

PREAMBULE	p- 3
L'ETUDE	p- 4
ANALYSE DES RESULTATS	p- 7
ETUDE SUR PAILLASSE D'OPTIMISATION DU TRAITEMENT	p- 25
CONCLUSION – PERSPECTIVES	p- 33
ANNEXE :	
1- Proposition d'étude initiale	p- 35
2- Résultats d'analyses	p- 38
- pH	p- 39
- Conductivité	p- 40
- Température	p- 41
- Aluminium	p- 42
- Baryum	p- 43
- Fer	p- 44
- Manganèse	p- 45
- Sulfates	p- 46
- Potassium	p- 47
- Nitrates	p- 48
- Phosphates	p- 49
- Ammonium	p- 50
- Chlorures	p- 51
- Calcium	p- 52
- Sodium	p- 53
- Magnésium	p- 54
- TA	p- 55
- TAC	p- 56
- Fluor	p- 57

PREAMBULE

Ce rapport présente les premiers résultats de l'étude confiée à Pe@rL pour l'optimisation du traitement de l'uranium sur les eaux d'exhaure de la station d'Augères.

Cette étude a été lancée au vu des résultats de suivi des matières en suspension précurseurs des sédiments en formation du Lac de Saint Pardoux, à l'arrivée du Ritord. Celui-ci montre en effet que les activités en uranium 238 notamment, restent à des niveaux élevés malgré les efforts faits sur l'aménagement de la station de traitement d'Augères.

L'objectif de cette étude est donc de comprendre les phénomènes mis en jeu, au niveau de la station elle-même et en aval de celle-ci et à terme, d'améliorer l'efficacité du traitement de l'uranium des eaux d'exhaure.

La proposition initiale d'étude est donnée en annexe 1 de ce rapport. Certains points ont été abandonnés en cours d'étude ; les raisons en sont discutées dans ce document. A l'inverse, à l'analyse des premiers résultats, d'autres orientations ont été prises, en accord avec AREVA.

Ces évolutions de l'étude, ainsi que quelques difficultés techniques discutées plus loin, ont conduit à compléter le programme d'essais, et ne permettent pas, à ce jour, de rendre des conclusions définitives et, en particulier, de proposer une solution au traitement de l'uranium sur la station.

Ce rapport regroupe cependant les premiers résultats de l'étude et ouvre des perspectives vers une amélioration du rendement de la station. Certains résultats resteront à confirmer.

L'ETUDE

L'étude initialement prévue est décrite en annexe 1. L'étude effectivement réalisée a respecté ce projet à l'exception de deux points :

- ♦ L'analyse en taille des particules prévue dans le cadre de l'analyse de type 3 n'a pas pu être menée à bien dans les délais impartis ;
- ♦ La phase 4 de l'étude prévoyant la reprise du traitement et l'ajout d'un flocculant supplémentaire à l'entrée du bassin 3 ou 4 a été abandonnée au profit d'essai d'optimisation du traitement sur paillasse. En attendant l'aboutissement de ces essais, le traitement par sulfate d'alumine a été repris.

L'étude consiste donc à suivre différents paramètres en différents points de la station et dans le milieu naturel en amont et en aval de celle-ci. Les points de prélèvement de ce suivi sont décrits dans la figure 1 ci-dessous, ainsi que les paramètres qui y sont contrôlés. Les mesures de type 1, 2, 3 et 4 qui apparaissent dans cette figure correspondent aux paramètres suivants :

- Analyse type 1 : Analyse de l'uranium et du radium des eaux sur les phases particulaire, colloïdale (seuil 10kD) et dissoute
- Analyse type 2 : Analyse de l'uranium et du radium des eaux sur les phases particulaire et dissoute
- Analyse type 3 : Analyse des métaux et majeurs
- Analyse type 4 : Suivi de l'évolution des MES à l'entrée du Lac de Saint Pardoux – Pose d'un piège à particules sur la durée de l'étude, relevé tous les 15 jours (période adaptable selon évolution des traitements)

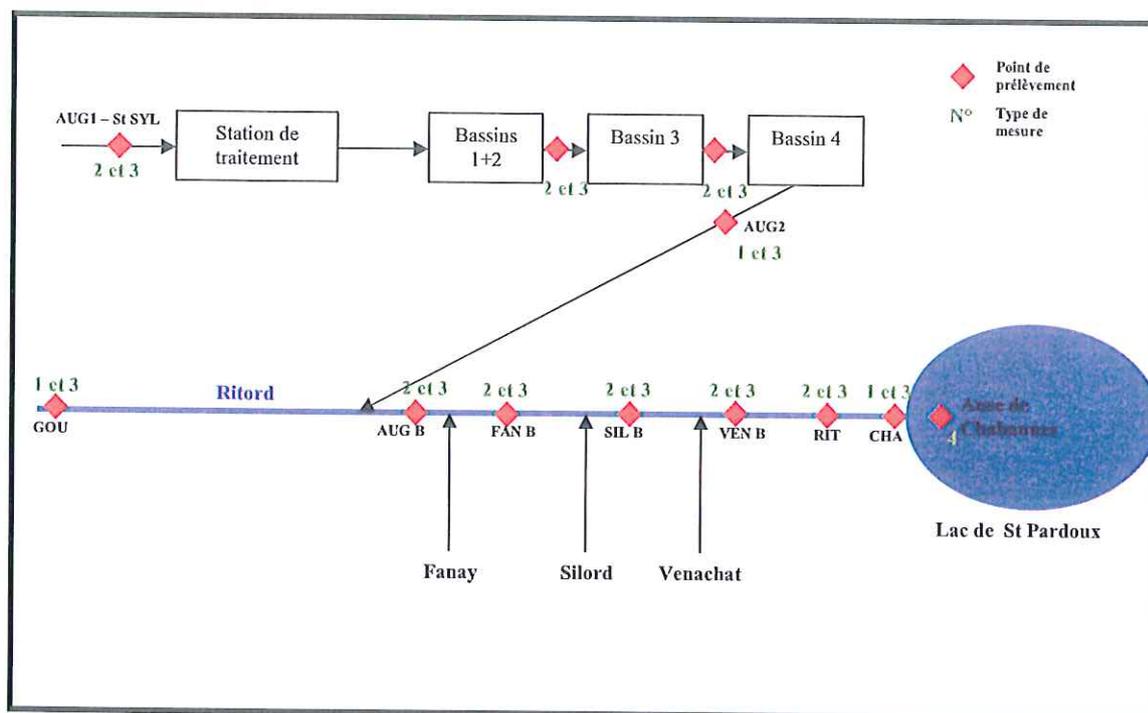


Figure 1 : Points de suivi et paramètres mesurés

L'acquisition des données nécessaires à cette étude s'est déroulée selon le planning suivant :

- **06 et 07 juillet 2009** : première série de prélèvements d'eau - bilan amont aval et station en fonctionnement habituel (Sulfate d'alumine + Klaraid PC324E) de la station d'Augères ;
→ *08 juillet 2009 : Arrêt du traitement par le Klaraid à la station d'Augères (maintien du traitement par sulfate d'alumine)*
- **10 et 11 août 2009** : seconde série de prélèvements - bilan amont aval et station en traitement réduit (Sulfate d'alumine seul) ;
→ *12 Août 2009 : Arrêt total du traitement pour l'uranium*
- **15 et 16 septembre 2009** : troisième série de prélèvements - bilan amont aval et station sans traitement ;
→ *6 octobre 2009 : Reprise du traitement par sulfate d'alumine*

Notes :

- ♦ *Le traitement évoqué ici (Sulfate d'alumine + Klaraid PC324E) est celui propre à l'uranium. Le traitement réalisé à Augères en vue d'abaisser les teneurs en radium n'a, à aucun moment, été modifié au cours de cette étude.*
- ♦ *Le délai entre les différents prélèvements a été fixé afin de s'assurer du rétablissement de l'équilibre dans les bassins de la station et en aval de celle-ci après chaque modification du traitement.*

En parallèle, des pièges à particules ont été posés à l'arrivée du Ritord dans le Lac de Saint Pardoux, à proximité du point de pose du piège du Conseil Général (suivi trimestriel du site – coordonnée GPS : 46°01-662N – 1°18-052E) ; les dates de pose et de relève sont les suivantes :

- *08/07/2009 : Arrêt du traitement par le Klaraid, maintien du sulfate d'alumine*
 - ♦ 10/07/2009 – 24/07/2009
 - ♦ 24/07/2009 – 12/08/2009
- *12/08/2009 : Arrêt total du traitement*
 - ♦ 12/08/2009 – 28/08/2009
 - ♦ 28/08/2009 – 14/09/2009
- *6 octobre 2009 : Reprise du traitement par sulfate d'alumine*
 - ♦ 14/09/2009 – 09/11/2009
(Ce piège aurait dû être relevé le 15 octobre, mais n'a pas été retrouvé sur site à cette date. Il est réapparu le 09 novembre...)
 - ♦ 09/11/2009 – pose en cours

Les prélèvements sont assurés par Pe@rL mais plusieurs laboratoires interviennent ensuite dans l'analyse des paramètres décrits ci-dessus :

- ♦ **Le SEPA** réalise les mesures d'uranium et radium soluble et insoluble du milieu naturel aux points AUG B, FANB, SIL B et RIT.
Le suivi du SEPA au point AUG2, réalisé dans le cadre du suivi d'AREVA sur ses rejets a également été exploité dans cette étude (prélèvement continu sur une semaine).
- ♦ **Le LSCE** de Gif-sur-Yvette réalise les mesures d'uranium et de radium particulaires aux points GOU, CHA, AUG 1, ST SYL, B1+B2, B3 et AUG 2. Le laboratoire a également participé activement aux prélèvements et traitements des échantillons (filtration et ultrafiltration).
- ♦ **Pe@rL** prend en charge les mesures d'uranium et radium dissous, ainsi que celles sur les fractions colloïdales et dissoutes obtenues à l'issue des ultrafiltrations aux points GOU, CHA, AUG 1, ST SYL, B1+B2, B3 et AUG 2. L'analyse des particules récoltées dans les pièges de l'anse de Chabannes est également réalisée à Pe@rL.
- ♦ Les analyses de métaux et majeurs ont été sous-traitées à deux laboratoires :
 - **Bio-Critt Limousin** pour les deux premières séries de prélèvements ;
 - **Le Laboratoire Régional de Contrôle des eaux de la Ville de Limoges** pour la troisième série de prélèvements.

Les résultats des analyses sont donnés dans l'annexe 2 ou le corps même de ce document. Ils sont discutés dans le paragraphe 'ANALYSE DES RESULTATS'.

La troisième évolution de traitement initialement prévue (reprise du traitement habituel et ajout d'un flocculant supplémentaire sur un bassin de décantation) a temporairement été abandonnée au profit d'une étude sur paillasse sur l'optimisation du traitement en place via l'ajout d'un réactif ou le changement de ceux-ci. Cette étude est décrite dans le paragraphe 'ETUDE SUR PAILLASSE D'OPTIMISATION DU TRAITEMENT'. Les raisons de ce changement sont explicitées dans le paragraphe 'ANALYSE DES RESULTATS'.

En attendant le résultat de cette étude, le traitement par sulfate d'alumine a été repris afin de limiter l'impact en aval de la station. On note d'ailleurs que le retour à des activités en uranium 'classiques' en sortie de station a été rapidement obtenu, après environ 15 jours.

ANALYSE DES RESULTATS D'ANALYSES

Remarques préalables :

- Les résultats des analyses des fractions particulières du radium et de l'uranium de la troisième série de prélèvements sont à confirmer : les délais de retour à l'équilibre des descendants de ^{238}U et ^{226}Ra sur lesquels sont réalisés les mesures n'étant pas atteints ;
- Pour les mêmes raisons (retour à l'équilibre), toutes les analyses de particules des pièges du Lac de Saint Pardoux ne sont pas disponibles à ce jour ;
- L'analyse des majeurs et métaux a été réalisée sur une eau filtrée pour les deux premières séries de prélèvements et sur une eau brute pour la troisième série ; quelques incohérences apparaissent sur les mesures des deux premières séries d'analyses...
- Dans les graphiques donnés en annexe et ci-dessous les différentes phases de traitement sont désignées sous les intitulés suivants :
 - Traitement 1: Traitement habituel de la station (Sulfate d'aluminium à 85ppm, associé à Klaraid PC 324 E à 2ppm)
 - Traitement 2 : Arrêt du traitement au Klaraid, maintien du sulfate d'alumine
 - Traitement 3 : Arrêt total du traitement pour l'uranium
 - Traitement 4 : Reprise du traitement par sulfate d'alumine (équivalent traitement 2)
- Les limites de détection et/ou les incertitudes élargies des résultats issus des analyses de Pe@rL sont évaluées avec un facteur d'élargissement $k = 2$.

1- Suivi des paramètres physico chimiques, métaux et majeurs

Tous les résultats d'analyses des paramètres ci-après sont regroupés en annexe 2 : pH, Conductivité, Température, Aluminium, Baryum, Fer, Manganèse, Sulfates, Potassium, Nitrates, Phosphates, Ammonium, Chlorures, Calcium, Sodium, Magnésium, TA, TAC, Fluor.

pH : De façon générale, le pH semble légèrement évoluer le long des bassins de traitement de la station. Il est un peu plus acide en sortie d'exhaure que lors du rejet en milieu naturel. Cette évolution du pH semble un peu plus rapide lorsque le traitement pour l'uranium est arrêté ce qui est normal car les réactifs utilisés pour l'uranium ont tendance à maintenir un pH légèrement acide. Cependant, les pH en sortie de site sont tout à fait comparables aux pH en amont de celui-ci (proche de 7). Ils restent ensuite stables en aval.

Conductivité : Les eaux d'exhaures, en particulier celles d'AUG1, sont assez chargées en espèces ioniques et conduisent à une augmentation de la conductivité en aval de la station. Cette augmentation est encore sensible à l'entrée du Lac de Saint Pardoux. Le traitement de l'uranium n'influence cependant pas cette conductivité qui reste, au niveau du rejet dans le milieu naturel, équivalente à celle en sortie de mine.

Température : La température des eaux a tendance à légèrement augmenter en aval de la station. Cette remarque est essentiellement liée à la saison puisque les eaux froides en sortie de mine vont avoir tendance à se réchauffer dans les bassins en période estivale. L'inverse serait sans doute vrai en période hivernale...

Métaux (Aluminium, Baryum, Fer et Manganèse) : Ces métaux sont intéressants à étudier car ils ont tous une affinité particulière soit avec l'uranium soit avec le radium. Certains d'entre eux entrent à ce titre dans la composition des réactifs utilisés.

- Un apport important en **aluminium** est observable en sortie de mine. Cet apport a tendance à s'estomper le long des bassins de décantation pour atteindre au rejet dans le milieu naturel des concentrations équivalentes à celle du Ritord en amont. L'apport d'aluminium dû au traitement de l'uranium ne semble pas perceptible, les teneurs étant équivalentes avec et sans ajout de sulfate d'alumine. Il faut cependant noter que la différence d'analyse entre les deux premières campagnes et la dernière (respectivement sur eaux filtrées et sur eaux brutes), peut biaiser l'interprétation ; l'aluminium particulaire n'étant pas mesuré dans les deux premières campagnes.
- Le **baryum** entre dans la composition des réactifs utilisés dans le cadre du traitement du radium sur la station d'Augères. On observe cette fois que l'apport est essentiellement dû à celui-ci. Les concentrations en amont du site et en sortie de mine sont en effet assez comparables alors que celles au rejet sont beaucoup plus importantes. L'augmentation des concentrations en baryum en aval du site est alors perceptible, y compris à l'entrée dans le Lac de Saint Pardoux.
- Le **fer** qui a une grande affinité avec l'uranium est essentiellement apporté dans le Ritord par l'Etang du Gouillet et dans une bien moindre mesure par l'exhaure AUG1. Les bassins de décantation ont en plus tendance à diminuer ce dernier apport si bien que les concentrations en sortie du site d'Augères sont très inférieures à celle du Ritord en amont. Le rejet joue alors un rôle de dilution et les concentrations en fer diminuent ensuite lentement le long du Ritord.
- L'apport majeur de **manganèse** est dû à l'eau d'exhaure AUG1, avec cependant un apport remarquable du Gouillet au mois de septembre. L'abaissement des concentrations le long des bassins de décantation semble bien plus net lorsque le traitement pour l'uranium est stoppé. Il n'est cependant pas certain que les deux événements soient corrélables, il faut sans doute plutôt y voir un biais induit par la différence d'analyse entre les deux premières campagnes et la dernière.

Les majeurs : Ces éléments entrent généralement dans la caractérisation des eaux d'exhaures des mines. Leur suivi dans le cadre de cette étude n'offre cependant pas d'informations très pertinentes. On notera cependant :

- Le léger apport de **sulfates** par les eaux d'exhaure. Aucun effet du traitement n'est observable. Il est possible cependant que l'apport du traitement soit essentiellement sous forme particulaire et que le dosage sur des eaux filtrées masque celui-ci...

- Les teneurs en **chlorures** des eaux en amont de station et des eaux d'exhaures sont similaires. Les apports de la station semblent cependant provoquer un léger enrichissement sans toutefois que le milieu naturel en aval en soit très perturbé. L'apport majeur, observable dans le cadre de la seconde série de mesure à lieu entre le point Rit et l'entrée du Lac.
- Le léger apport en **magnésium** et **fluor** par les eaux d'exhaures.

2- Suivi des activités de l'uranium

Rappel : Les résultats des analyses des fractions particulières de l'uranium de la 3^{ème} série de prélèvements sont à confirmer : les délais de retour à l'équilibre des descendants de l'²³⁸U sur lesquels sont réalisés les mesures n'étant pas atteints.

Les résultats des suivis des activités de l'uranium en amont / aval de la station d'Augères et au fil des traitements dans la station elle-même sont regroupés dans les trois graphiques suivants. Ceux-ci donnent respectivement les activités (en mBq/l) de l'uranium dissous (<0,45µm), de l'uranium particulaire (>0,45µm) et de l'uranium total.

Des ultrafiltrations ont été réalisées en amont du rejet (GOU), au rejet (AUG2) et en entrée dans le Lac de Saint Pardoux (CHA) afin de vérifier la répartition de la fraction dite dissoute (<0,45µm). Le seuil de coupure utilisé est de 10kD. La fraction comprise entre 0,45µm et 10kD est alors appelée fraction colloïdale, celle inférieure à 10kD est appelée soluble. Les résultats de ces ultrafiltrations sont donnés dans le tableau 1 ci-dessous.

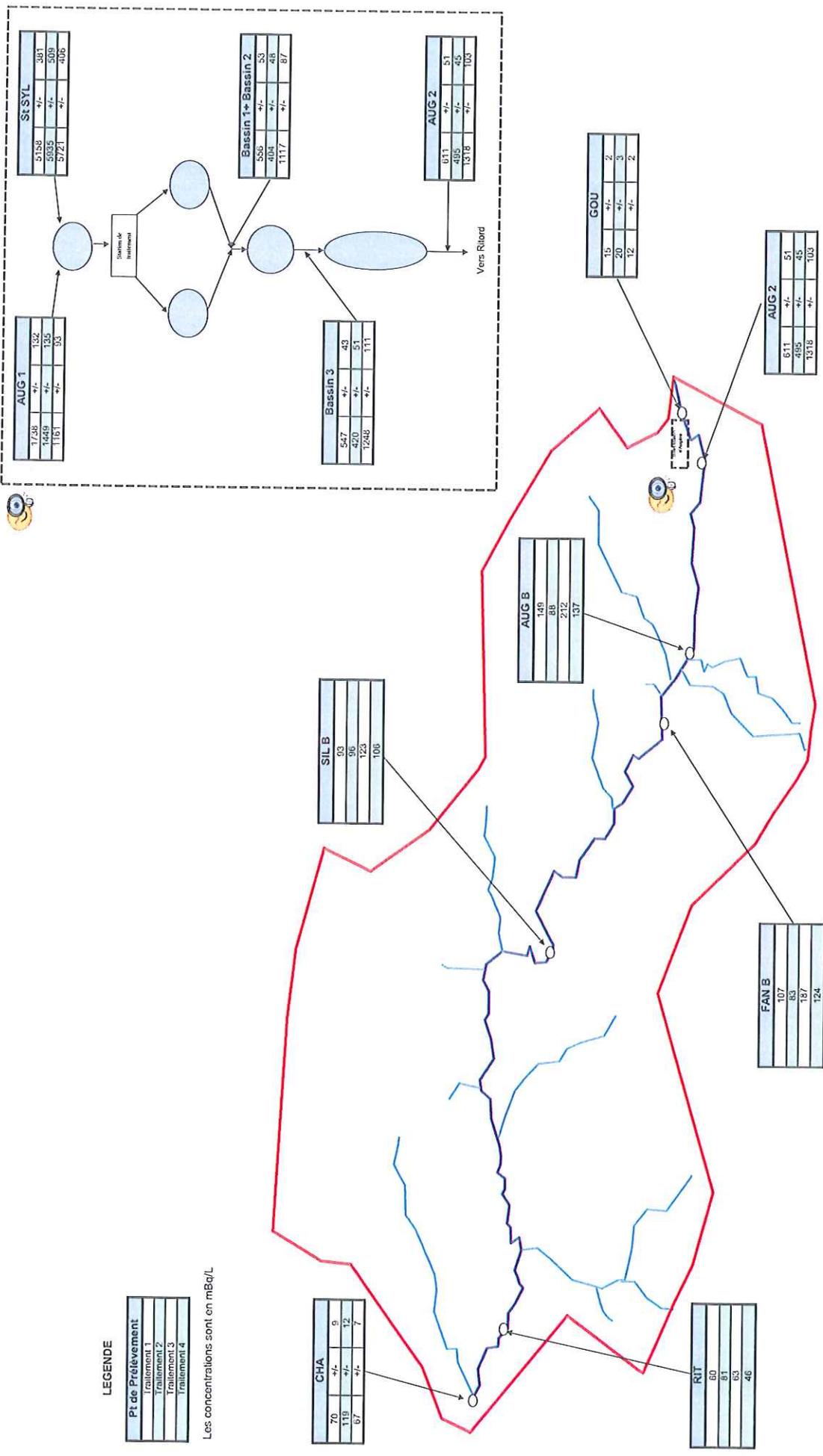
	Répartition du ²³⁸ U dissous (%)				Répartition du ²³⁸ U (%)			
	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Moyenne	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Moyenne
GOU								
Particulaire >0,45 µm					32	20	50	34
Colloïdale 0,45µm - 10kD	59,8	91,7	45,5	65,6	41	73	23	46
Soluble <10 kD	10,1	22,2	31,8	21,4	7	18	16	14
AUG 2								
Particulaire >0,45 µm					12	10	7	10
Colloïdale 0,45µm - 10kD	17,2	8,6	17,2	14,3	15	8	16	13
Soluble <10 kD	66,7	81,0	77,0	74,9	59	73	72	68
CHA								
Particulaire >0,45 µm					44	43	26	38
Colloïdale 0,45µm - 10kD	74,7	56,3	37,5	56,2	42	32	28	34
Soluble <10 kD	24,5	18,4	23,3	22,1	14	10	17	14

Remarque : Quelques pertes ont lieu lors des ultrafiltrations ; ceci explique, avec les incertitudes liées aux mesures, que les bilans en % ne soient pas toujours bouclés !

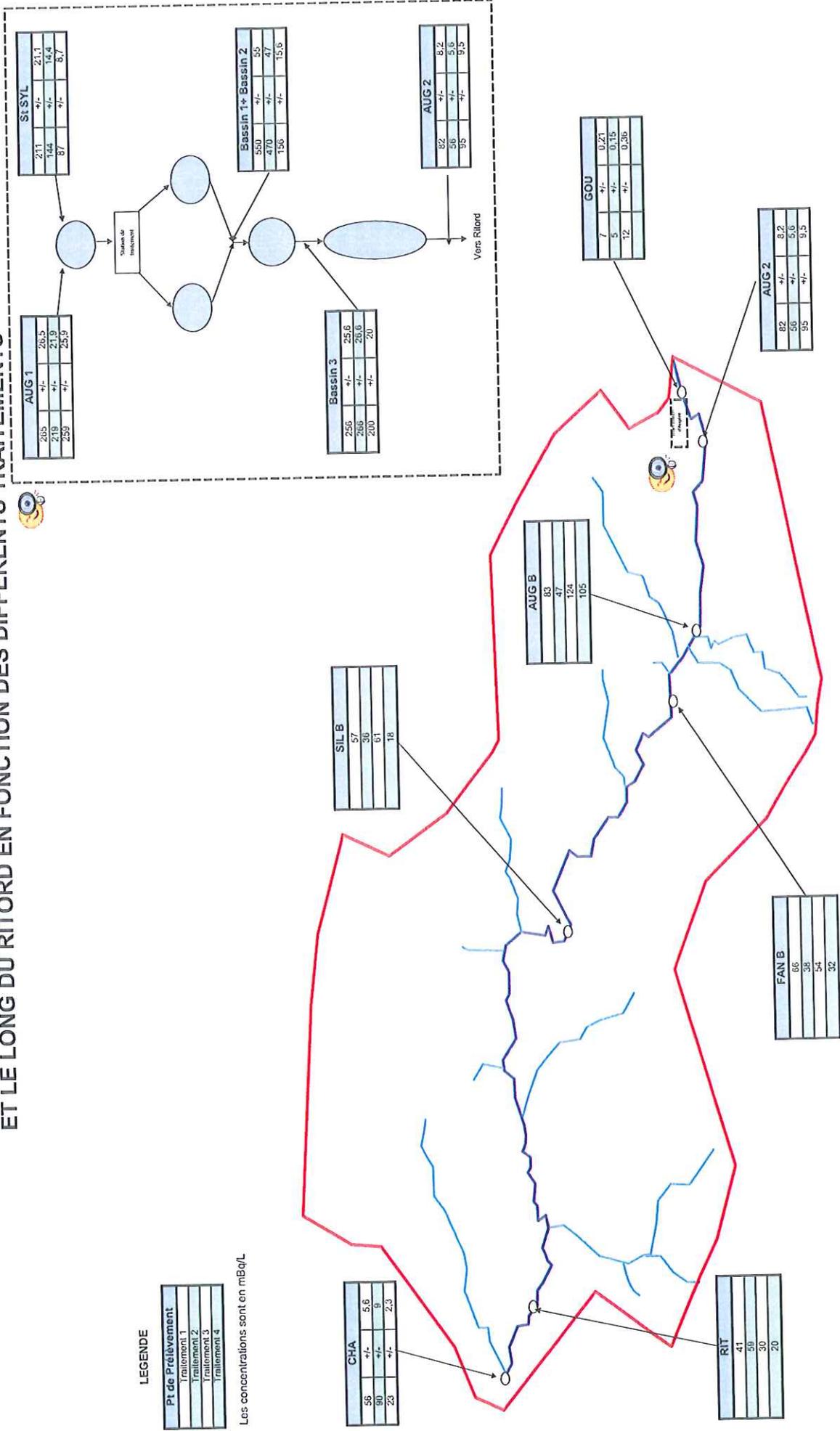
Tableau 1 : Répartition de l'uranium sur les fractions particulaire, colloïdale et soluble

Une représentation graphique du suivi des activités de l'uranium au point AUG2 réalisé par le SEPA est également donnée ci-dessous.

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN URANIUM DISSOUS DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN URANIUM PARTICULAIRE DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

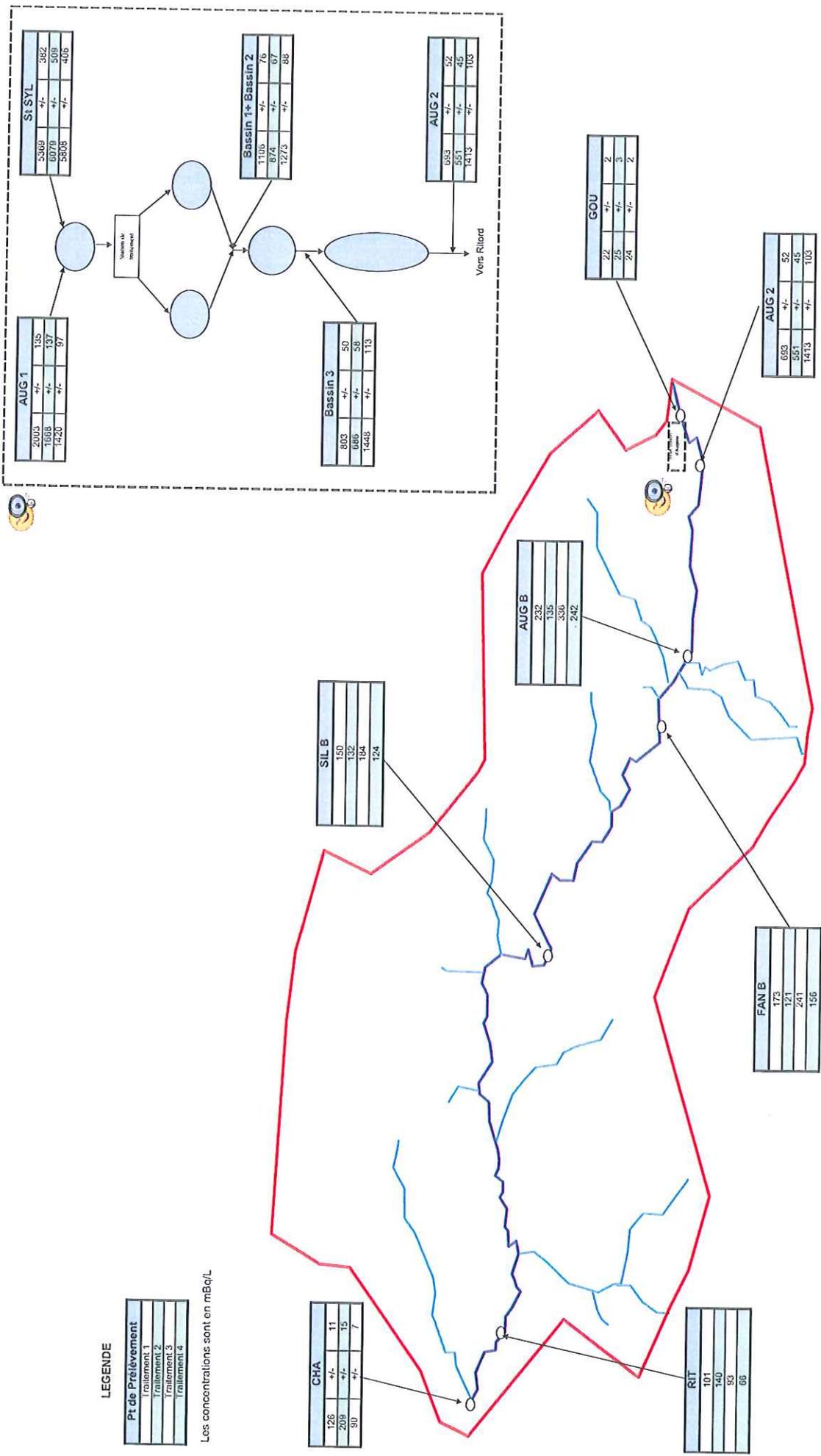


LEGENDE

Pt de Prélèvement
Traitement 1
Traitement 2
Traitement 3
Traitement 4

Les concentrations sont en mBq/L

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN URANIUM TOTAL DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

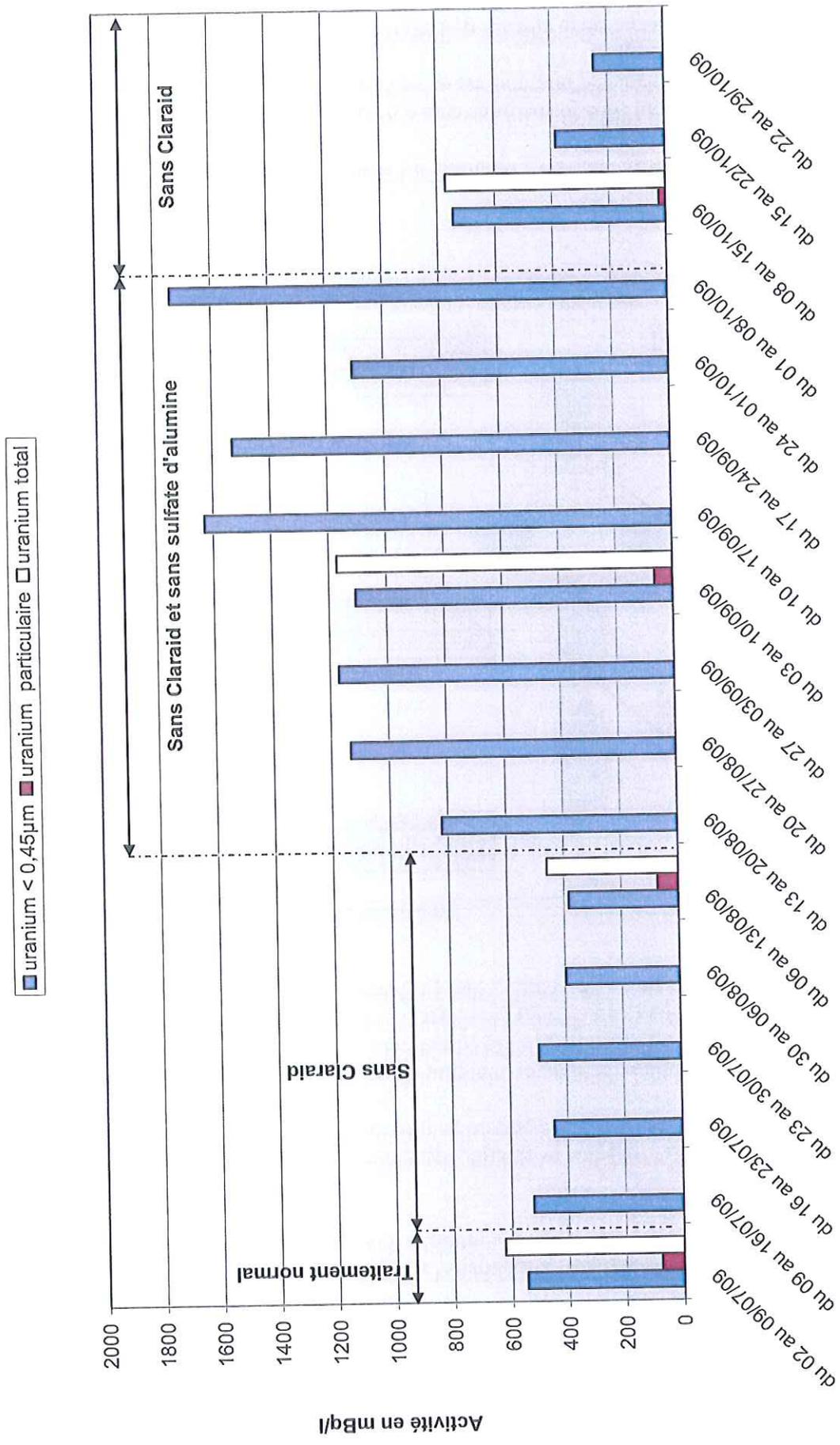


LEGENDE

Pt de Prélèvement	
Traitement 1	
Traitement 2	
Traitement 3	
Traitement 4	

Les concentrations sont en mBq/L

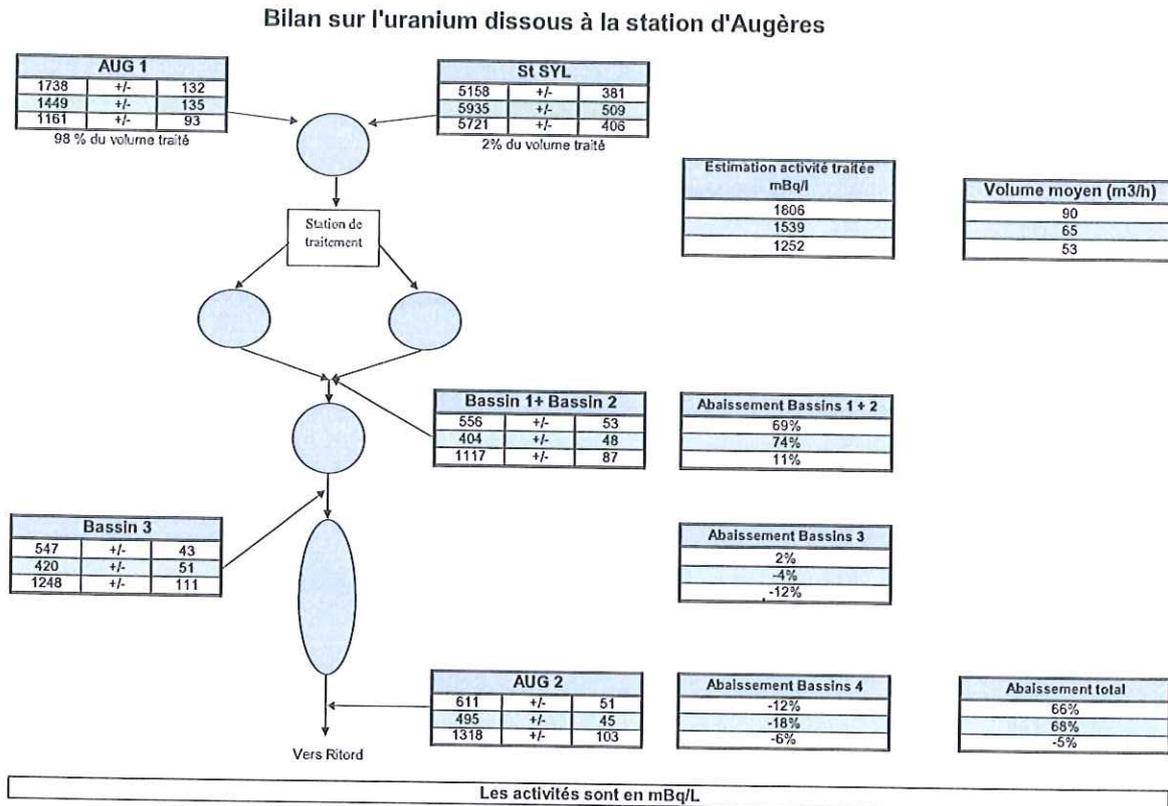
Uranium à AUG 2 - Données SEPA



2-1 Au niveau de la station d'Augères :

L'essentiel de l'apport en uranium est dû, du fait de son débit, à l'exhaure AUG1. Il est alors très majoritairement sous forme inférieure à $0,45\mu\text{m}$.

L'efficacité du traitement de l'uranium est schématisée dans les bilans des graphiques ci-dessous.

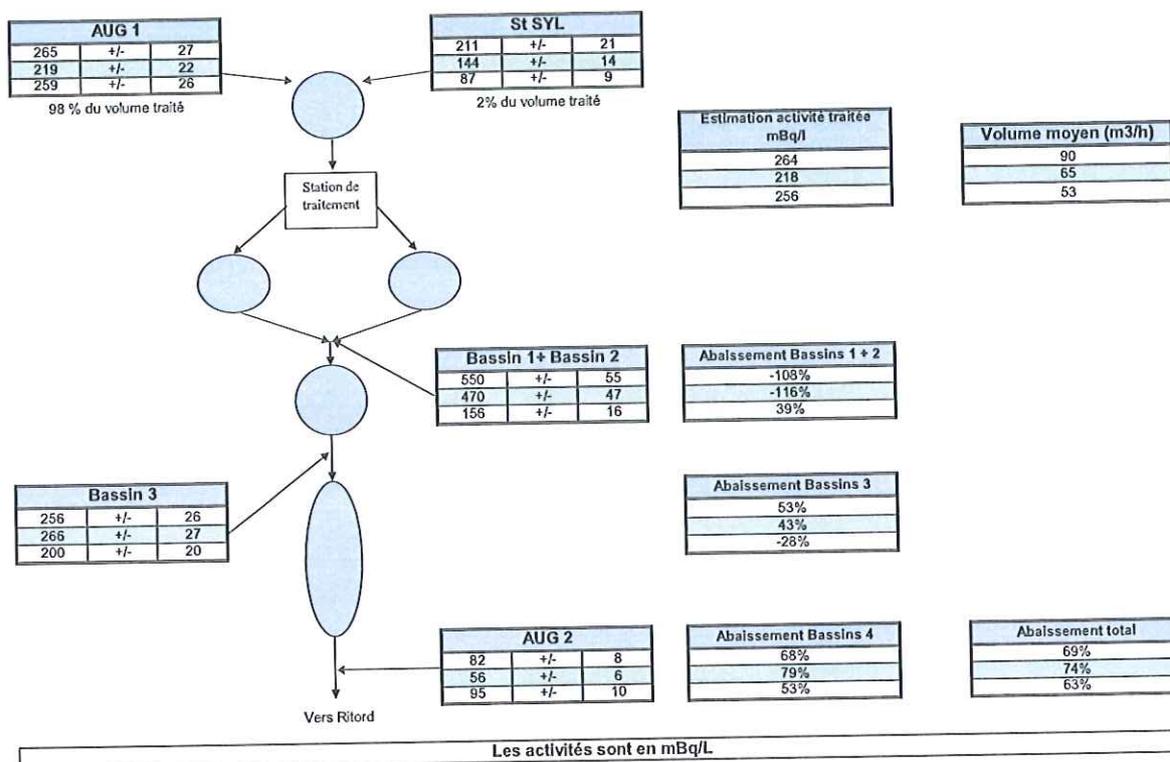


On y observe un bilan très correct sur l'uranium dissous, puisqu'en période de traitement l'abaissement est de l'ordre de 70 %. L'effet est essentiellement dû au traitement par le sulfate d'alumine puisque l'arrêt du Klaraid (traitement 1) n'influe pas sur celui-ci. Hors traitement, aucun abaissement de l'activité en uranium dissous ne se produit dans les bassins.

On peut noter, qu'en ce qui concerne la fraction dissoute, les bassins 3 et 4 ont plutôt une influence négative, puisque la fraction dissoute a tendance à légèrement augmenter à leur passage.

L'effet du traitement par sulfate d'alumine dont le but est de transférer l'uranium de sa fraction soluble à sa fraction particulaire, n'a plus aucun effet à l'arrière des deux premiers bassins.

Bilan sur l'uranium particulaire à la station d'Augères



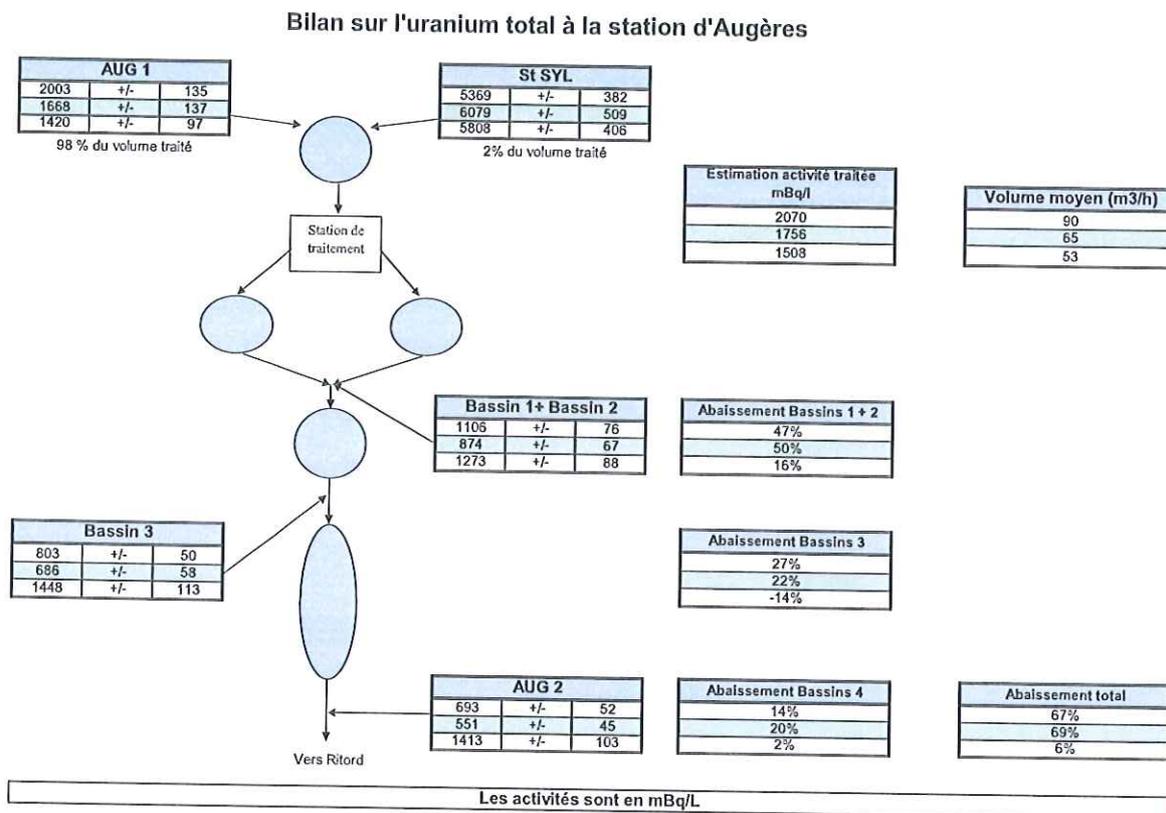
L'uranium sous sa forme particulaire arrive à la station de traitement avec des activités bien moindres que celles de l'uranium dissous. On observe les effets du traitement en sortie des bassins 1+2, puisque la fraction portée par les particules augmente, ce qui est bien l'objectif du traitement.

Globalement, là encore, l'effet du Klaraid n'est pas perceptible.

L'abaissement des activités a lieu tout au long des bassins, le bassin 4 en particulier joue bien son rôle de décanteur sur la fraction particulaire. Ceci indique, que si l'uranium était plus sous forme insoluble, il serait effectivement déposé dans les bassins avant son rejet en milieu naturel (dans les conditions de débits de l'étude).

Cette efficacité de décantation peut cependant évoluer en période de fort débit...

La très grande partie de l'uranium étant sous forme dissoute, le bilan sur l'uranium total est assez similaire à celui de cette fraction. Il confirme donc l'efficacité du traitement par le sulfate d'alumine.



Le manque d'efficacité du traitement par le Klaraid mis en évidence ici est également très net sur le suivi du SEPA au point AUG 2 donné précédemment. Il n'y a en effet aucune évolution des teneurs en uranium en sortie de station lorsqu'on stoppe l'ajout de ce réactif. A contrario, l'arrêt du traitement par sulfate d'alumine, puis dans un second temps sa reprise, impacte très nettement et très rapidement la qualité du rejet.

Lorsqu'on regarde maintenant la répartition de la phase inférieure à $0,45\mu\text{m}$ en sortie de station, on note que l'uranium est à environ 70% sous la forme soluble ($<10\text{kD}$), et ce, quel que soit le traitement en cours. On confirme une fois de plus la bonne décantation des particules formées lors du traitement.

Malgré un abaissement de l'uranium correct dans les conditions climatiques et d'exhaure de notre étude, la difficulté à insolubiliser l'uranium, dans les bassins 3 et 4 notamment, semble être à l'origine du manque d'efficacité du traitement.

A l'issue de la seconde série de prélèvements et au vu du suivi au point AUG 2 du SEPA, on a pu observer que l'ajout du Klaraid (PC324E) utilisé sur la station d'Augères n'apportait pas de gain significatif au traitement. Les activités en uranium avec et sans ce réactif sont assez similaires en aval de la station. L'hypothèse selon laquelle l'efficacité de ce traitement pourrait être augmentée en jouant sur le pH (ajout de soude dans le traitement) a alors été avancée. Le passage à une troisième phase de traitement initialement prévue (reprise du

traitement habituel et ajout d'un réactif supplémentaire sur un bassin de décantation) a ainsi temporairement été abandonné au profit d'une étude sur paillasse sur l'optimisation du traitement en place via l'ajout d'un réactif ou le changement de ceux-ci. Cette étude est décrite dans le paragraphe 'ETUDE SUR PAILLASSE D'OPTIMISATION DU TRAITEMENT'.

2-2 Le long du Ritord :

Les activités de l'uranium évoluent le long du Ritord. L'apport du rejet d'Augères est très nettement visible puisque entre la sortie du Gouillet et le point AUGB, en aval direct de la station, les concentrations en uranium augmentent d'un facteur 4 à 18 sur la fraction inférieure à 0,45µm et d'un facteur 9 à 12 sur la fraction particulaire.

Les activités en uranium décroissent ensuite lentement le long du ruisseau jusqu'à l'arrivée dans le Lac.

De manière générale, l'uranium dans le Ritord un peu plus porté par la fraction inférieure à 0,45µm.

L'apport plus important en septembre, dû à l'arrêt total du traitement de l'uranium dans la station, est visible en aval direct du rejet mais n'est pas noté à l'arrivée au point CHA. Des dépôts ont donc dû se faire le long du Ritord.

L'analyse du fractionnement montre qu'avant le rejet (GOU), comme à l'entrée dans le Lac, l'uranium est en moyenne à environ 65 % sous forme inférieure à 0,45µm. Mais cette fraction est majoritairement sous forme colloïdale. L'uranium, à environ 70 % sous forme soluble (<10kD) en sortie d'Augères, se fixe donc, lors de son parcours dans le Ritord, sur les particules et les colloïdes, facilitant, en aval direct du rejet la fixation de l'uranium et à l'entrée dans le Lac, la décantation de celui-ci...

3- Suivi des activités du radium

Rappel : Les résultats des analyses des fractions particulières du radium de la 3^{ème} série de prélèvements sont à confirmer : les délais de retour à l'équilibre des descendants du ²²⁶Ra sur lesquels sont réalisées les mesures n'étant pas atteints.

Le suivi réalisé sur le radium a pour but de vérifier que les évolutions du traitement de l'uranium n'ont pas d'impact sur l'efficacité de celui du radium qui a été maintenu tout au long de l'étude.

Les résultats des suivis des activités du radium en amont / aval de la station d'Augères et au fil des traitements dans la station elle-même sont regroupés dans les trois graphiques suivants. Ceux-ci donnent respectivement les activités (en mBq/l) du radium dissous (<0,45µm), du radium particulaire (>0,45µm) et du radium total.

Comme pour l'uranium, des ultrafiltrations ont été réalisées en amont du rejet (GOU), au rejet (AUG2) et en entrée dans le Lac de Saint Pardoux (CHA) afin de vérifier la répartition de la

fraction dite inférieure à 0,45µm. Les résultats de ces ultrafiltrations sont donnés dans le tableau 2 ci-dessous.

		Répartition du ²²⁶ Ra dissous (%)				Répartition du ²²⁶ Ra (%)			
		Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Moyenne	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Moyenne
GOU									
Particulaire	>0,45 µm					2	3	7	4
Colloïdale	0,45µm - 10kD	34,5	30,8	22,7	29,4	34	30	21	28
Soluble	<10 kD	83,0	85,9	95,5	88,1	81	83	89	84
AUG 2									
Particulaire	>0,45 µm					4	4	17	9
Colloïdale	0,45µm - 10kD	17,3	9,0	7,7	11,4	17	9	6	11
Soluble	<10 kD	68,8	73,8	92,2	78,2	66	71	76	71
CHA									
Particulaire	>0,45 µm					4	7	3	4
Colloïdale	0,45µm - 10kD	15,3	11,1	12,3	12,9	15	10	12	12
Soluble	<10 kD	73,8	55,3	51,6	60,2	71	51	50	58

Remarque : Quelques pertes ont lieu lors des ultrafiltrations ; ceci explique, avec les incertitudes liées aux mesures, que les bilans en % ne soient pas toujours bouclés !

Tableau 2 : Répartition du radium sur les fractions particulaire, colloïdale et soluble

Une représentation graphique du suivi des activités du radium 226 au point AUG2 réalisé par le SEPA est également donnée ci-après.

3-1 Au niveau de la station d'Augères :

Comme pour l'uranium, et pour les mêmes raisons, l'essentiel de l'apport en radium est dû à l'exhaure AUG1. Il est alors presque exclusivement sous forme dissoute.

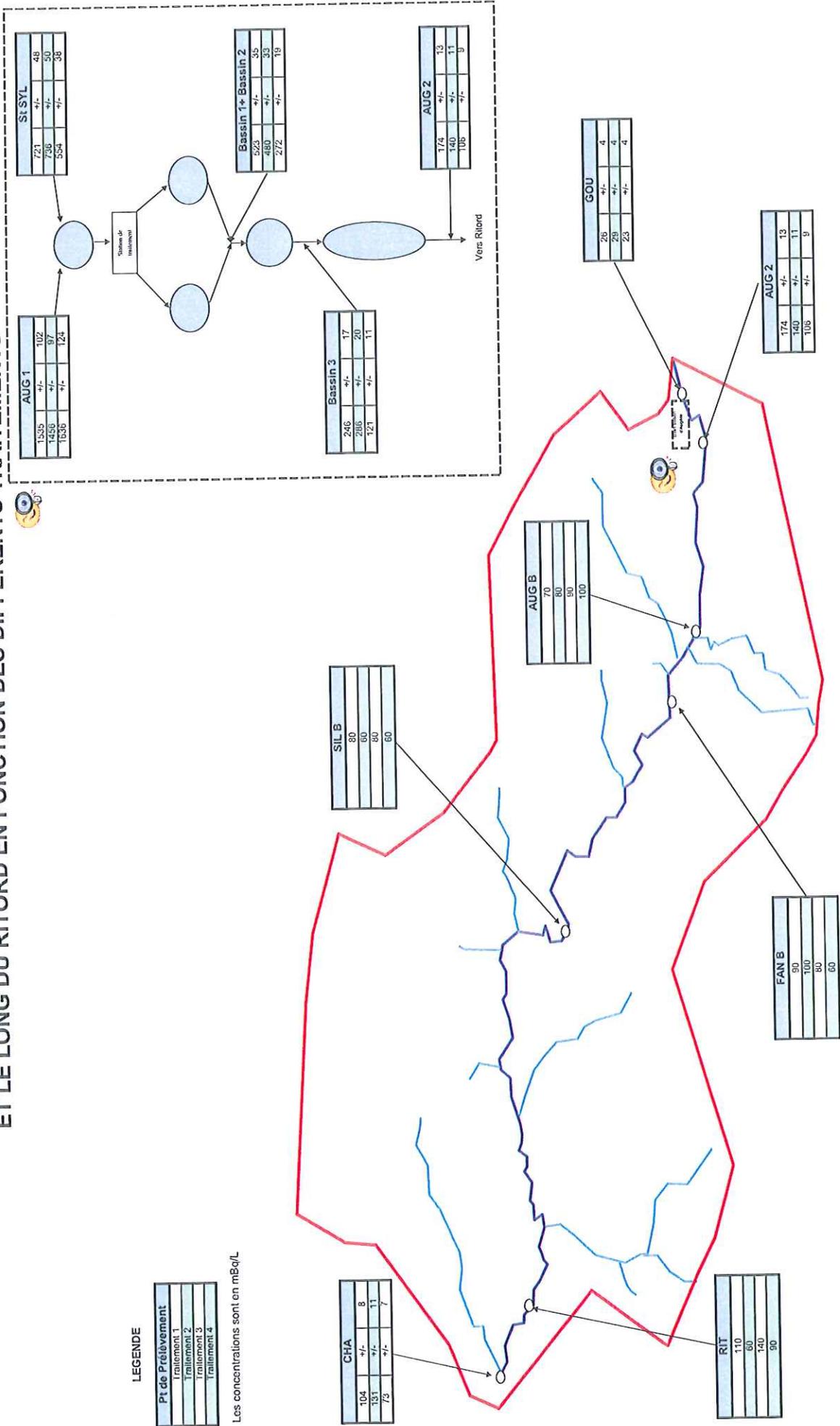
L'efficacité du traitement du radium, dans la durée et les conditions climatiques de l'étude, est excellente, de l'ordre de 90 %. Le bilan sur le radium sous forme inférieure à 0,45µm est donné ci-après. Il montre que l'abaissement se fait régulièrement tout au long des bassins de décantation, contrairement à ce qu'on a pu voir pour l'uranium.

L'activité portée par la fraction particulaire, sous l'action du traitement, augmente très nettement derrière la station de traitement, puis décroît dans les bassins de décantation jusqu'à revenir à une activité comparable à celles des eaux d'exhaures avant rejet dans le milieu naturel. On observe donc encore une fois l'efficacité du système de décantation mis en place et celle du traitement sur le radium.

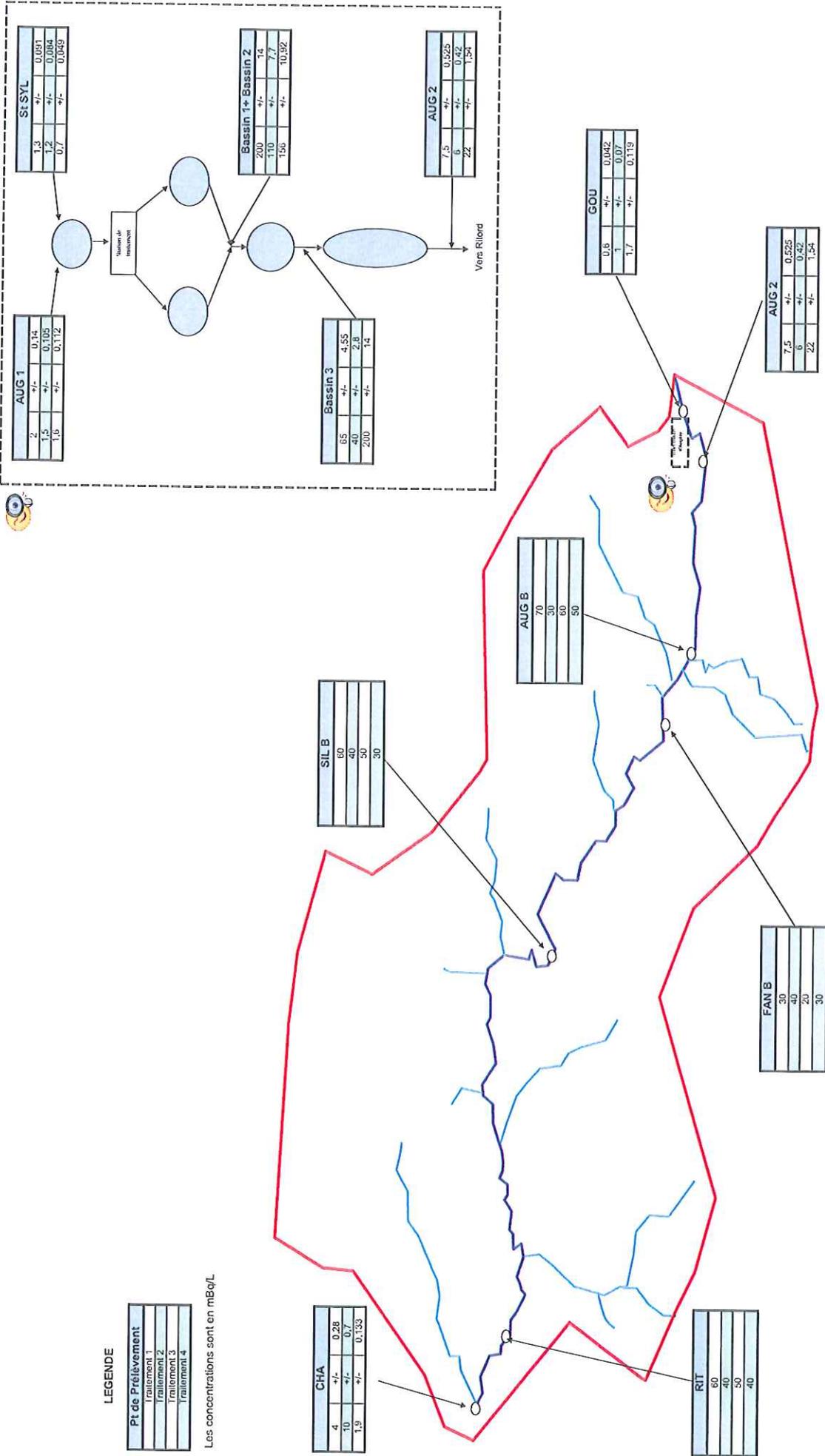
L'efficacité globale de ce traitement n'est pas influencée par le traitement propre à l'uranium et les activités en sortie de site restent faibles pendant l'étude. Il se peut cependant que la présence du traitement par sulfates d'alumine ralentisse l'effet du traitement sur le radium ; en effet, l'abaissement des activités en radium est encore sensible dans le bassin 4 pour les deux premières phases de traitement, alors qu'il semble presque terminé dès la sortie du bassin 3 à l'arrêt du traitement de l'uranium.

Le radium est rejeté dans le Ritord sous forme inférieure à 0,45µm et même, à 90 %, sous forme soluble.

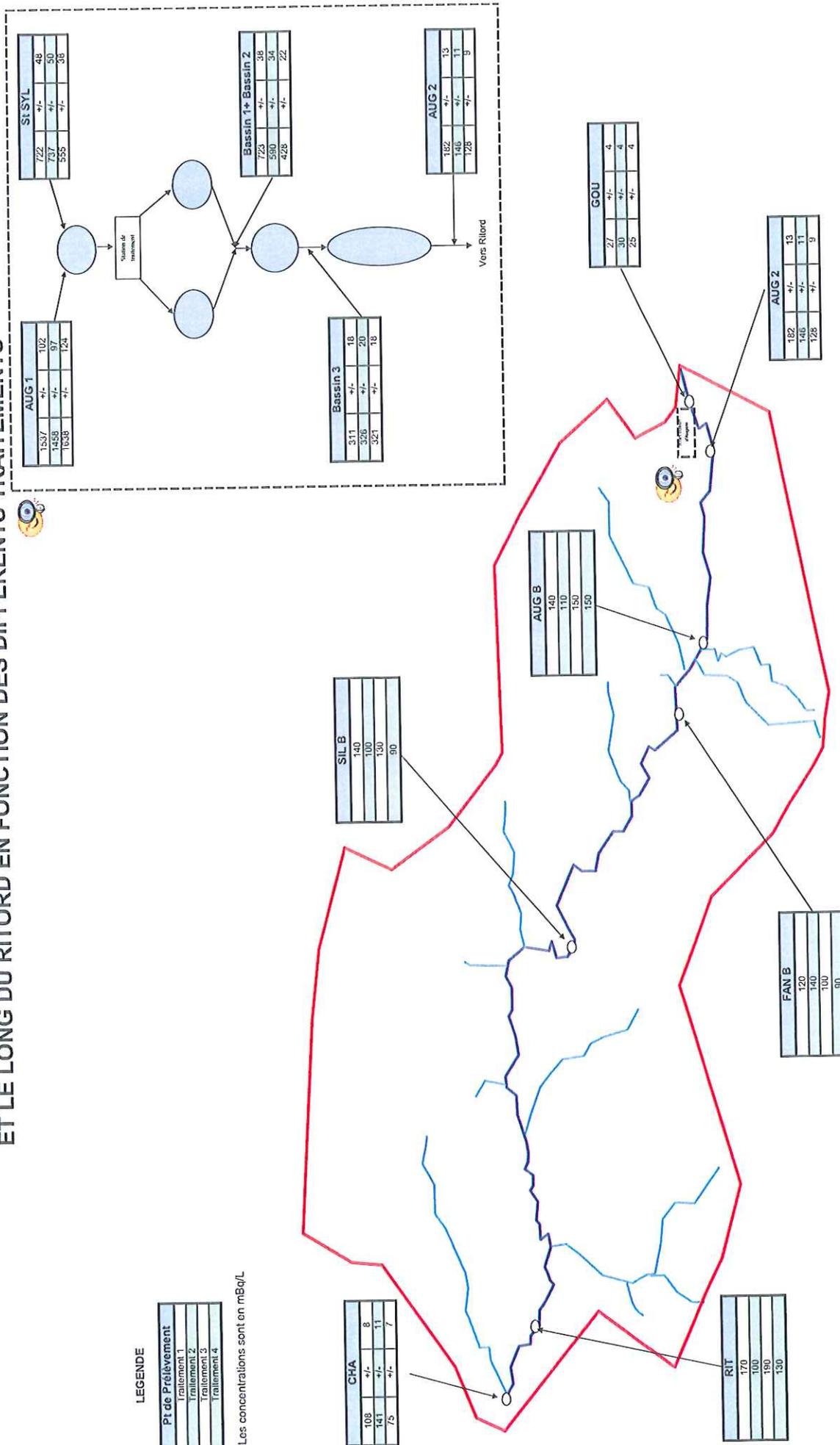
EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN RADIUM DISSOUS DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN RADIUM PARTICULAIRE DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN RADIUM TOTAL DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



LEGENDE

Pt de Prélèvement	
	Traitement 1
	Traitement 2
	Traitement 3
	Traitement 4

Les concentrations sont en mBq/L

CHA	
108	+/-
141	+/-
75	+/-
8	
11	
7	

RIT	
170	
100	
190	
130	

FAN B	
120	
140	
100	
90	

SIL B	
140	
100	
130	
90	

AUG B	
140	
110	
150	
150	

AUG 1	
1537	+/-
1458	+/-
1638	+/-
102	
97	
124	

Bassin 3	
311	+/-
326	+/-
321	+/-
18	
20	
18	

S1 SYL	
722	+/-
737	+/-
555	+/-
48	
38	
30	
38	

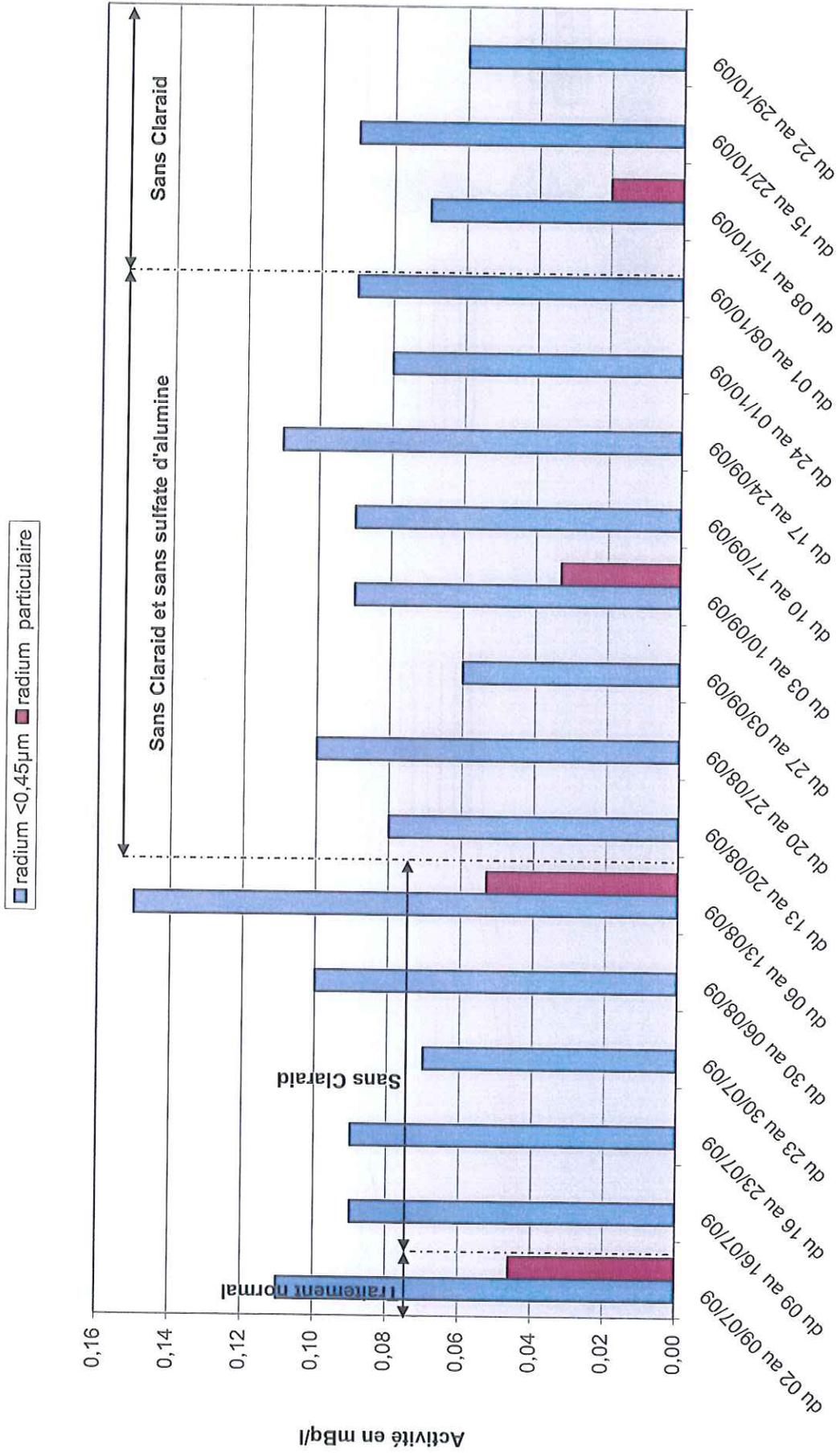
Bassin 1 + Bassin 2	
723	+/-
580	+/-
428	+/-
38	
30	
22	

AUG 2	
182	+/-
146	+/-
128	+/-
13	
11	
9	

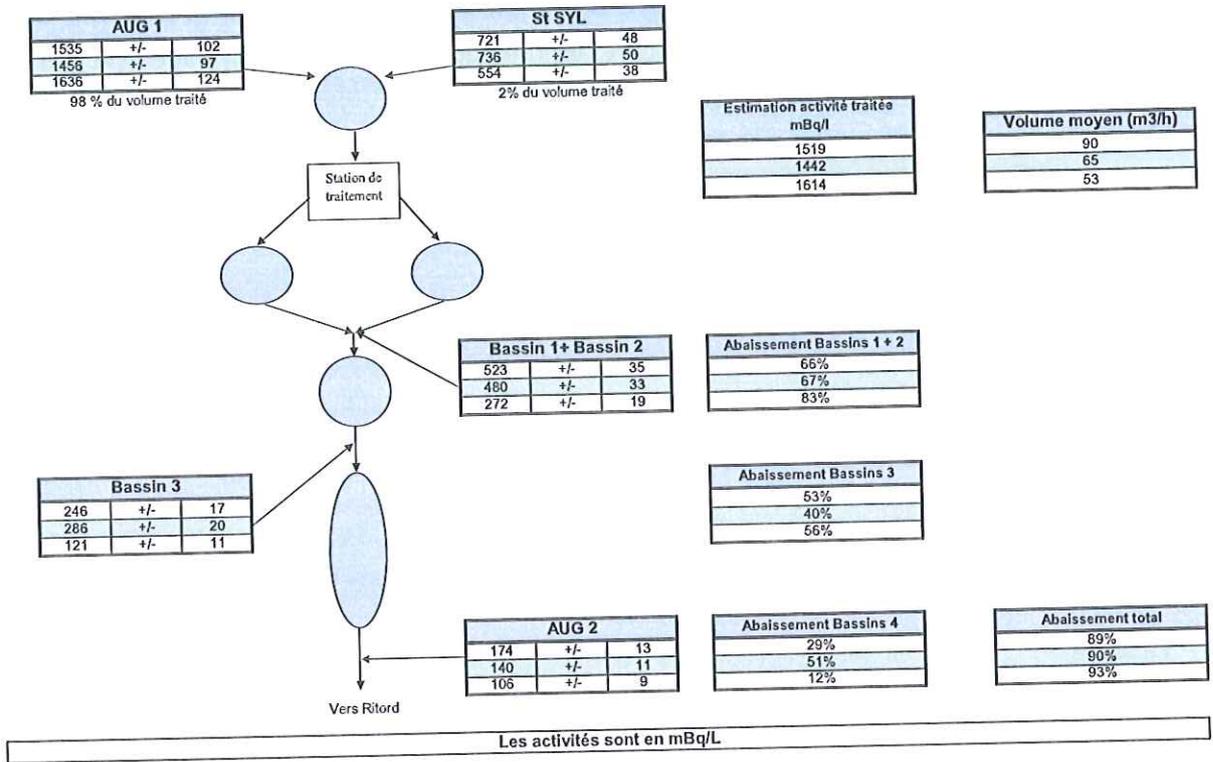
GOU	
27	+/-
30	+/-
25	+/-
4	
4	
4	

AUG 2	
182	+/-
146	+/-
128	+/-
13	
11	
9	

Radium 226 à AUG 2 - Données SEPA



Bilan sur le radium dissous à la station d'Augères



3-2 Le long du Ritord :

Le rejet, même s'il est faiblement marqué, entraîne une augmentation des concentrations en radium 226 en aval, jusqu'à 6 fois sur l'activité totale. Le radium passe alors en partie (AUG B) de la fraction dissoute à la fraction particulaire. Ces activités évoluent ensuite peu jusqu'au point SILB. On observe alors un léger apport en radium dissous, et entre RIT et l'entrée du Lac, une diminution des activités en radium particulaires.

Dans le Ritord comme dans le rejet, aussi bien en amont qu'en aval de celui-ci, le radium est presque totalement sous forme inférieure à 0,45µm. Les incertitudes de mesure sur les activités faibles du Gouillet ne permettent pas d'être très sûr de la répartition entre colloïdes et forme soluble du radium. Il est cependant net, au point GOU comme au point CHA, que le radium est essentiellement soluble et non colloïdale, contrairement à l'uranium qui est plus réactif.

4- Suivi des activités des sédiments en formation à l'entrée du Lac de Saint Pardoux

Les activités mesurées dans les particules recueillies dans les pièges déposés à l'entrée du Ritord dans le Lac de Saint Pardoux au cours de l'étude sont regroupées dans le tableau 3 ci-dessous. L'objectif de ces pièges était de surveiller l'impact des évolutions du traitement de la station d'Augères sur la qualité des sédiments du Moulin de Chabannes.

	Date de relève du piège			
	Traitement 2		Traitement 3	
	24/07/2009	12/08/2009	28/08/2009	14/09/2009
Pb 210	1630 +/- 283	1566 +/- 276	1583 +/- 276	1749 +/- 325
U 238	4968 +/- 915	4845 +/- 906	4787 +/- 890	4730 +/- 873
Ra 226	1167 +/- 85	1061 +/- 79	1297 +/- 94	1127 +/- 88
Ra 228	138 +/- 30	177 +/- 36	140 +/- 31	155 +/- 41
Th 228	158 +/- 34	178 +/- 38	163 +/- 35	196 +/- 49
K 40	599 +/- 117	641 +/- 128	594 +/- 120	586 +/- 151
U 235	281 +/- 55	228 +/- 51	212 +/- 49	285 +/- 69

Tableau 3 : Activité en Bq/kg_{mat sèche} des MES à l'arrivée du Ritord dans le Lac de Saint Pardoux

Les résultats des pièges posés du 14/09 au 09/11 et actuellement en pose seront donnés dans le rapport final.

On n'observe pas d'évolution sur les activités des sédiments lors des modifications du traitement.

Les résultats obtenus sont même plutôt meilleurs que ceux des mois précédents, déterminés pour le compte du Conseil Général de la Haute Vienne dans le cadre du suivi radiologique du Lac et qui sont à l'origine de cette étude. Cette évolution favorable est sans doute à lier à la période de l'étude et aux conditions climatiques favorables (faibles précipitations).

ETUDE SUR PAILLASSE D'OPTIMISATION DU TRAITEMENT

1- Rappel du contexte et premières conclusions

Au moment du lancement de cette étude sur paillasse, les premières conclusions sont les suivantes :

- L'ajout du Klaraid PC 324 n'apporte aucune amélioration sur l'abaissement de l'uranium.
- Le traitement actuel au sulfate d'aluminium permet d'insolubiliser partiellement l'uranium présent en solution.
- L'activité minimale mesurée en sortie de la station de traitement est de l'ordre de 500 mBq/L pour un abaissement proche de 70 %.
- Les résultats d'ultrafiltration tendent à démontrer que la majorité de l'uranium rejeté est sous forme soluble (de l'ordre de 70 %) en sortie du site de traitement d'Augères.

Une première hypothèse pour expliquer le manque d'efficacité du Klaraid d'une part et de la fixation de l'uranium d'autre part est basée sur le fait que la précipitation de celui-ci se fait plus favorablement à pH basique.

Les premiers tests sur paillasse ont donc conduit à simuler le traitement réalisé dans la station (mêmes réactifs, mêmes dosages) et à vérifier la fixation de l'uranium en ajoutant plus ou moins de soude. Ces essais n'ont pas été concluants, aucune amélioration nette de l'efficacité du traitement n'a pu être mise en évidence. Par contre, ils ont permis d'observer que la floculation n'était pas efficace : les floes sont très fins et décantent très mal.

Cette observation a ainsi réorienté nos recherches vers d'autres réactifs dont l'étude est décrite ci-après.

2- Coagulation-floculation

2-1 Quelques définitions :

Coagulation : Permet de supprimer les répulsions colloïdales, on utilise généralement des sels métalliques. Les cations se lient aux colloïdes et les neutralisent. Les colloïdes peuvent alors se « rencontrer ».

Floculation : Permet l'agglomération des particules colloïdales, la masse du floc formé devient suffisante pour décanter. En général, on utilise des polymères naturels ou synthétiques, qui vont jouer le rôle de « colle » à colloïdes.

Jar Test : Permet d'apprécier d'une manière visuelle le comportement des différents coagulants et floculants en solution. Il consiste en une rangée de béciers alignés sous un appareillage permettant de les agiter tous à la même vitesse. En fin d'expérience, on détermine visuellement le couple « coagulant-floculant » qui permet d'obtenir l'eau la plus limpide, les floes les plus gros et les mieux décantés.

2-2 Présentation des Tests :

Les tests ont été réalisés en présence de Mme LINON (GE WATER & Process Technologies), lors des journées du 7 et 22 octobre 2009. A partir de l'eau prélevée au point AUG 1, des séries de Jar test ont été menées.

Plusieurs coagulants ou couples de coagulants en présence de flocculants ont été testés. Les différents échantillons ont été filtrés à 0,45µm puis analysés par méthode rapide pour évaluer l'abaissement en uranium.

Coagulants

Les différents coagulants testés sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Nom commercial	Alias	Fournisseur
Klaraid PC 324	PC 324	GE
Klaraid IC 1170	IC 1170	GE
Klaraid CDP 1326	CDP 1326	GE
Klaraid PC 1192	PC 1192	GE
MetClear MR2405	Metclear	GE
Sulfate d'aluminium	Sulfate d'aluminium	Areva
Chlorure ferrique	Chlorure ferrique	Pe@rL

Les concentrations des différents coagulants introduits en solution (comme coagulants de base) varient de 85 à 150 ppm pour les produits de commodité (sulfate d'aluminium, chlorure ferrique) et de 10 à 40 ppm pour les produits de la société Ge water (Klaraid et MetClear).

Flocculants

Les différents flocculants testés sont regroupés dans le tableau ci-après.

Nom commercial	Alias	Fournisseur
Flocculant Cationique CE2680	FC	GE
Flocculant Anionique BD AP1120	FA s	GE
Flocculant Anionique BD AS1002	FA l	GE

Le FA s nécessite une préparation avant utilisation. Il se présente sous forme de poudre à mélanger avec de l'eau. Le flocculant une fois préparé ne se conserve pas plus d'une journée. Dans le cas d'une application industrielle, il est nécessaire d'avoir une machine de préparation de flocculant.

Les concentrations introduites en solution lors des tests sont les suivantes :

- 5 ppm pour le FC et le FA s,
- 20 ppm pour le FA l.

3- Résultats des tests

La concentration de l'eau initiale prélevée au point AUG 1 est en moyenne de l'ordre de 103µg/L.

On rappelle que la solution actuellement utilisée sur la station d'Augères est la suivante : Sulfate d'aluminium à 85ppm, associé à Klaraid PC 324 E à 2ppm.

Sulfate d'aluminium

Coagulant de base	Concentration du coagulant de base (ppm)	Autre Coagulant (5ppm)	Floculant	Concentration U (µg/L)	Abaissement %
Sulfate d'alumine	85	PC 324 E	FA s	10	90%
		PC 324 E	FC	20	81%
		PC 1192	FA s	22	79%
			FA s	26	75%
			FC	33	68%
	100		FA l	25	76%
			FA s	23	78%
	150		FA l	40	61%
			FA s	37	64%

Le sulfate d'alumine a été testé en présence d'autres coagulants (5 ppm). Les concentrations ont été adaptées au cours des tests.

Le meilleur abaissement est de 90 % obtenu en présence du coagulant PC 324 E. Ce couple de coagulant est actuellement utilisé sur la station d'Augères, sans floculant.

Des rendements de l'ordre de 75 % sont obtenus lorsque l'on utilise le sulfate d'aluminium seul, pour des concentrations comprises entre 85 et 100 ppm. L'augmentation de celles-ci a l'effet contraire de celui attendu puisque l'abaissement en uranium est moins important lorsque la concentration augmente. Le pH de la solution joue un rôle sur la précipitation des uraniums or, plus on ajoute de sulfate d'aluminium, plus le pH de la solution devient acide...

L'ajout du PC 1192 n'a un effet que très limité sur l'abaissement de l'uranium puisqu'on obtient des concentrations similaires lorsque l'on utilise seulement le sel d'aluminium.

Remarques :

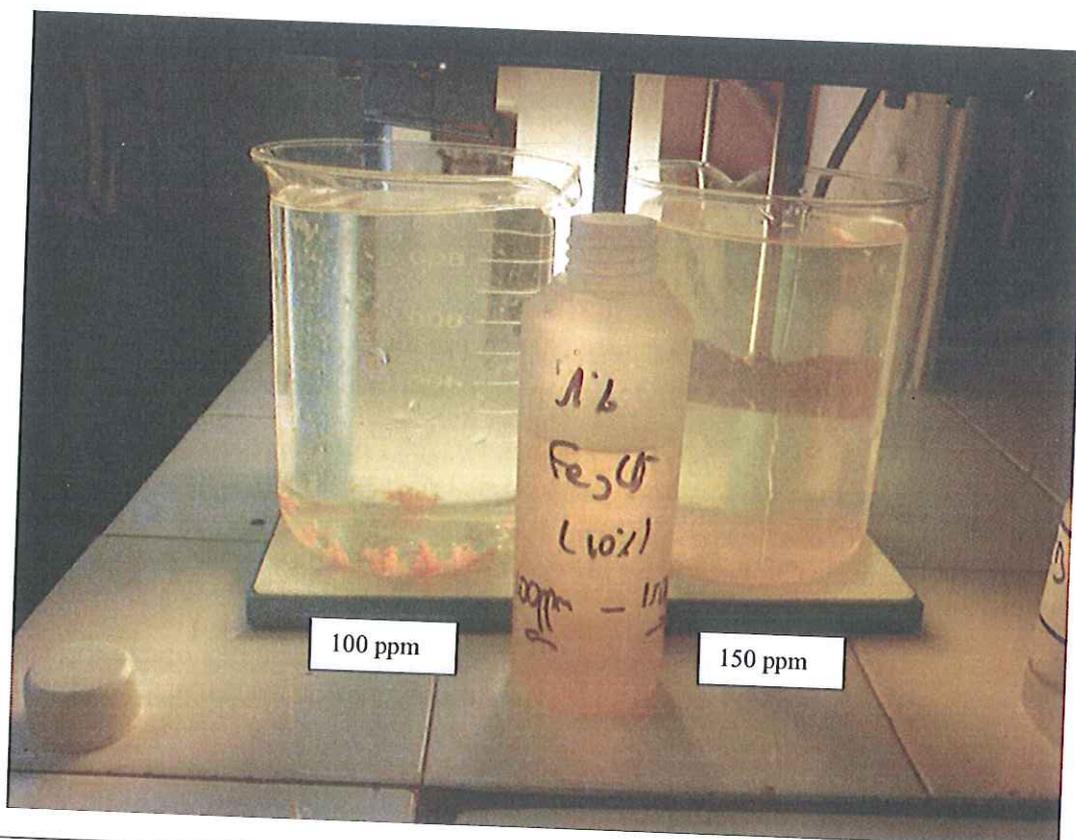
- ♦ Les floccs obtenus avec ce coagulant sont d'une couleur blanche, très fins et difficilement perceptibles à l'œil. Les temps de décantations ont toujours été relativement longs pour ce type de coagulant, et encore plus en présence du PC 324 E.
- ♦ Le type de flocculant, liquide ou solide, n'a pas d'effet sur l'abaissement.

Chlorure ferrique

Coagulant de base	Concentration du coagulant de base (ppm)	Autre Coagulant (5ppm)	Flocculant	Concentration U ($\mu\text{g/L}$)	Abaissement %
Chlorure ferrique	100	PC 324 E	FA s	20	81%
			FA s	21	80%
			FC	39	62%
			FA s*	43*	58%*
			FA I	28	73%
	150		FA s	95	8%
			FA I	94	9%

*Un problème de mesure est intervenu sur l'échantillon 100 ppm + FA s (58%).

Le chlorure ferrique permet de réduire la concentration en uranium d'environ 80 %. Ce rendement n'évolue pas avec l'ajout d'un coagulant.



Lorsque l'on augmente la concentration en chlorure ferrique, le pH de la solution diminue très nettement (de l'ordre de 2 unités pH). La précipitation des uraniums devient presque inexistante (#10 %).

Remarques :

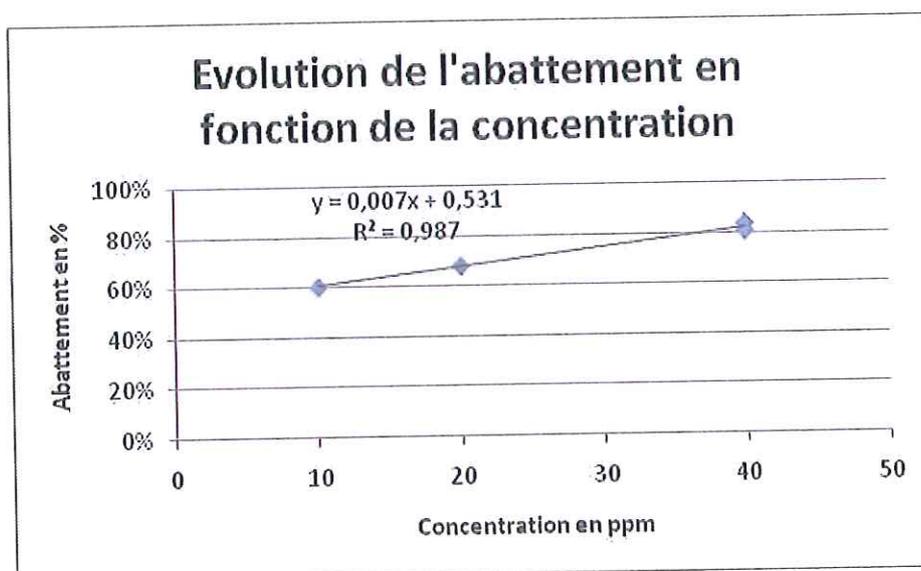
- ♦ L'efficacité du flocculant est la même, qu'il soit sous forme liquide ou solide. Les deux peuvent être utilisés.
- ♦ Le chlorure ferrique en solution colore très nettement l'effluent. La quantité de floccs décantés est très abondante.

Klaraid IC 1170

Coagulant de base	Concentration du coagulant de base (ppm)	Autre Coagulant	Flocculant	Concentration U (µg/L)	Abaissement %
IC 1170	10		FA s	41	60%
	20		FA s	33	68%
	40		FA s	20	81%
				FA l	17

Il s'agit d'un coagulant cationique à base de sulfate d'hydroxychlorure d'aluminium, utilisé dans la coagulation des eaux douces et/ou usées. Il est quasi incolore aux concentrations utilisées.

Les résultats sont relativement satisfaisants avec ce coagulant. Plus on augmente la concentration, meilleur est l'abaissement (voir graphique ci-dessous). Les floccs décantent très bien ; au bout de trois heures ils ne sont, en majorité, plus en suspension.



Remarque : L'efficacité du flocculant est la même qu'il soit sous forme liquide ou solide. Les deux peuvent être utilisés.

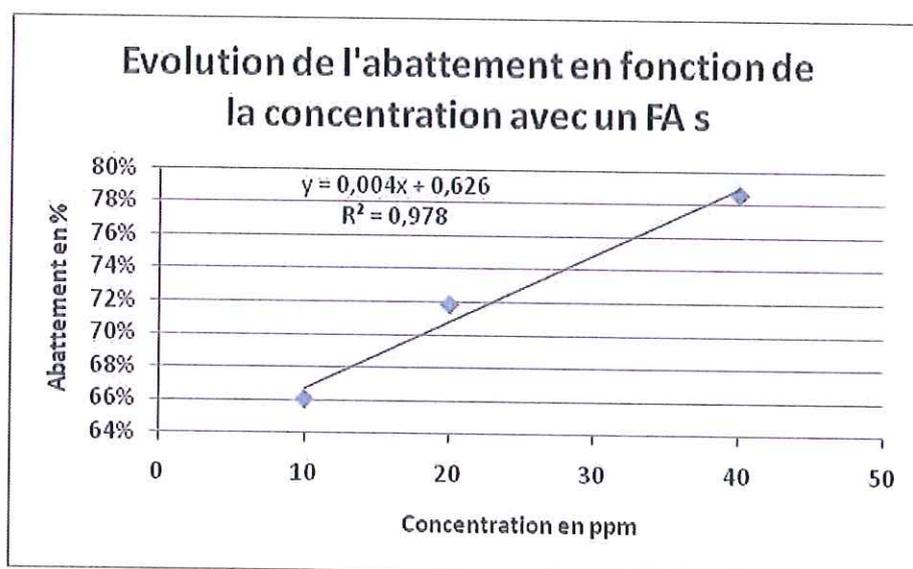
Klaraid CDP 1326

Coagulant de base	Concentration du coagulant de base (ppm)	Autre Coagulant	Flocculant	Concentration U (µg/L)	Abaissement %
CDP 1326	10		FA s	35	66%
	20		FA s	29	72%
	40		FA s	22	79%
				FA l	6

Il s'agit d'un coagulant cationique à base de Sulfate ferrique, utilisé dans la coagulation des eaux douces et/ou usées. Il est de couleur brune.

Les remarques sont identiques à celles du Klaraid IC 1170. Les résultats sont relativement satisfaisants avec ce coagulant. Plus on augmente la concentration, meilleur est l'abaissement (voir graphique ci-dessous). Au bout de trois heures les floccs sont décantés.

On obtient un rendement assez exceptionnel de 94%, avec le flocculant anionique liquide. Cependant, l'eau utilisée pour ce test était très chargée en matière en suspension ; cet apport supplémentaire en particules a très certainement eu un effet sur la coagulation-floculation. L'échantillon obtenu a très rapidement formé de gros floccs très visibles, décantant facilement. Le surnageant ainsi obtenu était totalement translucide.



Remarque : Malgré le résultat obtenu avec le flocculant solide, l'abaissement aurait sans doute été identique avec un flocculant anionique liquide.

Klaraid PC 1192 et MetClear

Coagulant de base	Concentration du coagulant de base (ppm)	Autre Coagulant	Floculant	Concentration U ($\mu\text{g/L}$)	Abaissement %
PC 1192	10		FA s	53	49%
MetClear	10		FA s	38	63%

Les tests avec le PC 1192, n'ont pas été poursuivis, les premiers résultats n'étant pas satisfaisants. Le MetClear a également été rapidement abandonné. Les résultats étant identiques au CDP 1326 et à l'IC 1170, qui ont des coûts moins importants.

Tableau de synthèse

Coagulant de base	Concentration du coagulant de base (ppm)	Autre Coagulant (5ppm)	Floculant	Concentration U ($\mu\text{g/L}$)	Abaissement %
Sulfate d'alumine	85	PC 324 E	FA s	10	90%
		PC 324 E	FC	20	81%
		PC 1192	FA s	22	79%
			FA s	26	75%
	100		FC	33	68%
			FA l	25	76%
	150		FA s	23	78%
			FA l	40	61%
Chlorure ferrique	100	PC 324 E	FA s	20	81%
			FA s	21	80%
			FC	39	62%
			FA s	43	58%
	150		FA l	28	73%
			FA s	95	8%
IC 1170	10		FA s	41	60%
	20		FA s	33	68%
	40		FA s	20	81%
			FA l	17	83%
CDP 1326	10		FA s	35	66%
	20		FA s	29	72%
	40		FA s	22	79%
			FA l	6	94%
PC 1192	10		FA s	53	49%
MetClear	10		FA s	38	63%

Les résultats présentés ci-dessus sont des tests réalisés sur paillasse qui nécessiteront certainement une adaptation in-situ.

4- Conclusion :

La solution actuellement utilisée sur la station d'Augères est la suivante : Sulfate d'aluminium à 85ppm, associé à Klaraid PC 324 E à 2ppm.

Les résultats montrent qu'une partie de l'uranium est insolubilisée, pas suffisamment cependant, puisque la majeure partie de l'uranium mesuré en sortie de station de traitement est encore sous forme soluble (<10kD).

Afin d'augmenter la précipitation de l'uranium, différents réactifs ont été testés, trois solutions potentielles sont envisageables :

Solution 1 : Le traitement avec les réactifs actuels est conservé, la concentration en PC 324 E passe de 2 à 5 ppm. Dans le cas où plus d'une pompe est en fonctionnement, un flocculant est ajouté pour améliorer la décantation des flocs formés.

Remarque : Il serait intéressant d'effectuer un bilan sur le volume de réactifs introduits et de vérifier les quantités consommées...

Solution 2 : Le coagulant est changé, on utilise IC 1170 ou le CDP 1326, en présence d'un flocculant toujours dans le but d'améliorer la décantation des flocs formés.

Solution 3 : On introduit 100 ppm de chlorure de fer (à 10%) et un flocculant anionique. Cependant la manipulation du chlorure de fer est délicate car un léger excès fait très rapidement baisser le pH de la solution limitant ainsi la précipitation des uraniums. Il a également tendance à colorer l'eau.

Il est préférable d'utiliser le flocculant anionique AS 1002 (FAI). Celui-ci est prêt à l'emploi, contrairement à l'AP 1120 (FAs) qui nécessite une machine pour sa préparation.

Ces observations sont issues de tests sur paillasse ; le résultat ne sera sans doute pas totalement identique en application sur site. Quelle que soit la solution choisie, une adaptation in situ sera nécessaire.

CONCLUSION – PERSPECTIVES

Les premiers résultats de l'étude décrits dans ce rapport permettent de mettre en évidence certains points :

- ♦ Le traitement de l'uranium actuellement en place est efficace (environ 70% d'abaissement) mais reste insuffisant pour éviter les impacts en amont de la station. Le problème vient essentiellement du fait que l'uranium est mal fixé par les floes créés lors du traitement ou que ceux-ci sont insuffisamment générés pour traiter l'ensemble de l'uranium ;
- ♦ Le traitement du radium sur la station est très efficace (90 % d'abaissement). Globalement, il n'a pas été perturbé par les évolutions du traitement sur l'uranium au cours de l'étude ;
- ♦ L'efficacité des bassins de décantation est confirmée puisque les rejets d'uranium et de radium se font essentiellement sous forme soluble (<10kD) ;
- ♦ Les évolutions des traitements au cours de cette étude ont peu impacté le milieu naturel. En particulier, la qualité des eaux et des sédiments à l'arrivée dans le Lac de Saint Pardoux n'a pas été détériorée ;
- ♦ On confirme l'hypothèse souvent avancée selon laquelle l'uranium rejeté sous forme soluble à Augères, se fixe dans le Ritord aux particules et colloïdes véhiculés par celui-ci, facilitant ainsi sa fixation dans les sédiments dans le Lac de Saint Pardoux.

Bien sur, ces résultats ne sont représentatifs que de la période au cours de laquelle ils ont été acquis, c'est-à-dire une période estivale, de faible précipitation et donc de faibles débits d'exhaure et de traitement.

L'étude a également mis en doute l'efficacité d'un des réactifs utilisés dans le traitement de l'uranium. Pourtant, les essais qui ont suivis sur plusieurs réactifs utilisables pour ce traitement ont mis en évidence que le traitement actuel était sans doute le plus performant. Trois solutions pour tenter d'améliorer l'efficacité du traitement ont été proposées. La plus efficace sur paillasse et celle qui semble la plus simple à adapter au site, puisqu'elle est déjà en partie en place, est la solution 1.

L'optimisation du traitement pourrait donc être poursuivie en testant sur site de nouveaux dosages des réactifs actuellement utilisés. Les essais pourraient se dérouler selon le planning suivant :

- ♦ Remise en place du traitement habituel à Augères aux concentrations suivantes : 85 ppm de sulfate d'alumine + 2 ppm de PC324E – La consommation des réactifs est suivie et régulièrement contrôlée ;
- ♦ Augmentation de la concentration en PC324E : passage à 5 ppm (sulfate d'aluminium inchangé) ;
- ♦ Ajout d'un coagulant complémentaire en amont du bassin 3 (mélange des bassins 1 et 2), par exemple 50 ppm de sulfate d'alumine ;
- ♦ Si ce traitement est encore insuffisant et en particulier si la charge en particules augmente en sortie du bassin 4, on envisagera un ajout complémentaire de PC324E et / ou d'un flocculant du type FA1...

A chaque étape, lorsque l'équilibre dans les bassins sera atteint, un bilan sera réalisé sur la station. Il portera sur les concentrations en uranium dissous et particulaire aux points suivants : entrée de station (terme source), sortie de bassins 1+2, sortie de bassin 3 et AUG2 (sortie de bassin 4). Un suivi des concentrations des métaux, sulfates et chlorures sera également fait.

L'adaptation du traitement va intervenir dans des conditions climatiques très différentes de celles du début de l'étude. Les résultats connus à ce jour sont le reflet des conditions de traitement estivales. Les débits de traitements ont variés de 90 à 53 m³/h soit à peine le tiers des conditions de traitements maximales possibles sur la station (environ 330 m³/h). Le temps de séjour moyen pour un débit de 110 m³/h est d'environ 96h. Celui-ci est divisé par trois lorsque les trois pompes sont en fonctionnement. La réduction de ce temps de séjour peut avoir une influence sur la qualité du rejet surtout pour la forme particulaire de l'uranium. La décantation se faisant le long de tous les bassins en période calme, celle-ci peut éventuellement être détériorée en période de hautes eaux. A ce titre il paraît intéressant de suivre l'activité particulaire et le rendement du traitement de la station dans les différentes conditions de pompage.

Ces conditions, beaucoup plus contraignantes, en particulier lorsque les trois pompes alimentent la station, permettront d'optimiser les concentrations des réactifs de façon plus certaine qu'en période estivale.

La confirmation du traitement choisi se concrétisera par une étude ponctuelle qui portera sur l'uranium et le radium particulaire, colloïdale et dissous, toujours au niveau de la station. Elle permettra de confirmer la répartition des radioéléments et la compatibilité du nouveau dosage avec le traitement du radium.

Le suivi des sédiments de Saint Pardoux est maintenu pour vérifier l'impact sur le milieu naturel. De même, les résultats d'analyse le long du Ritord, obtenus par le SEPA dans le cadre de l'autocontrôle d'AREVA, permettront de contrôler les répercussions sur les eaux en aval du site.

Annexe 1 : Proposition initiale d'étude

Proposition d'étude pour l'optimisation des traitements sur les eaux de la station d'Augères

Les propositions ci-dessous tiennent compte des remarques qui ont été faites lors de la visite de site réalisée le 12 juin dernier et des études préalables qui ont été menées sur la station et sur le Ritord. En particulier :

- L'exploitation du suivi de site de l'autocontrôle AREVA corrélé à de nombreux paramètres et présenté par Christian ANDRES;
- L'étude CEMRAD d'octobre 1999 (Analyse spectrométrique des radioéléments présents sur le site du Lac de Saint Pardoux – Compte rendu des réunions du comité technique pour le Lac de Saint Pardoux - Rapport final)
- Le rapport de synthèse CEMRAD de janvier - juin 2001, issu de l'étude commune CEMRAD / CREGU et intitulé : Intervention du CEMRAD pour l'étude du Ritord et du Lac de Saint Pardoux – Mesures sur les eaux – Mesures sur les MES et sédiments.

De ces documents, on peut extraire et rappeler les données suivantes :

- La détérioration des sédiments du Lac à l'arrivée du Ritord coïncide avec des évolutions de traitements réalisés dans la station d'Augères : ajout de sulfate d'alumine (fin 2005) puis de floculant Klaraid (juin 2006) dans le but d'augmenter le rendement de traitement de l'uranium et la mise en service d'un 4^{ème} bassin de décantation.
- L'activité en uranium des eaux en sortie de mine (avant traitement) augmente en moyenne depuis 2007. Cette augmentation est liée à des pics d'activité consécutifs à des longues périodes de fortes pluviométries. Ces variations ne sont cependant pas observées sur les activités en radium.
- L'apport majoritaire de l'uranium dans le Ritord est dû au rejet d'Augères. La part des rejets de Fanay, Silord et Venachat étant de l'ordre de 20%.
- A l'entrée dans le Ritord l'uranium est essentiellement (80%) porté par la phase particulaire et colloïdale (>10 kD). Le radium arrive pour sa part plus sous forme soluble (entre 30 et 60%).

Le terme source étant difficilement contrôlable, l'étude porte sur l'optimisation du traitement de la station de Fanay. Les différentes étapes envisagées sont les suivantes :

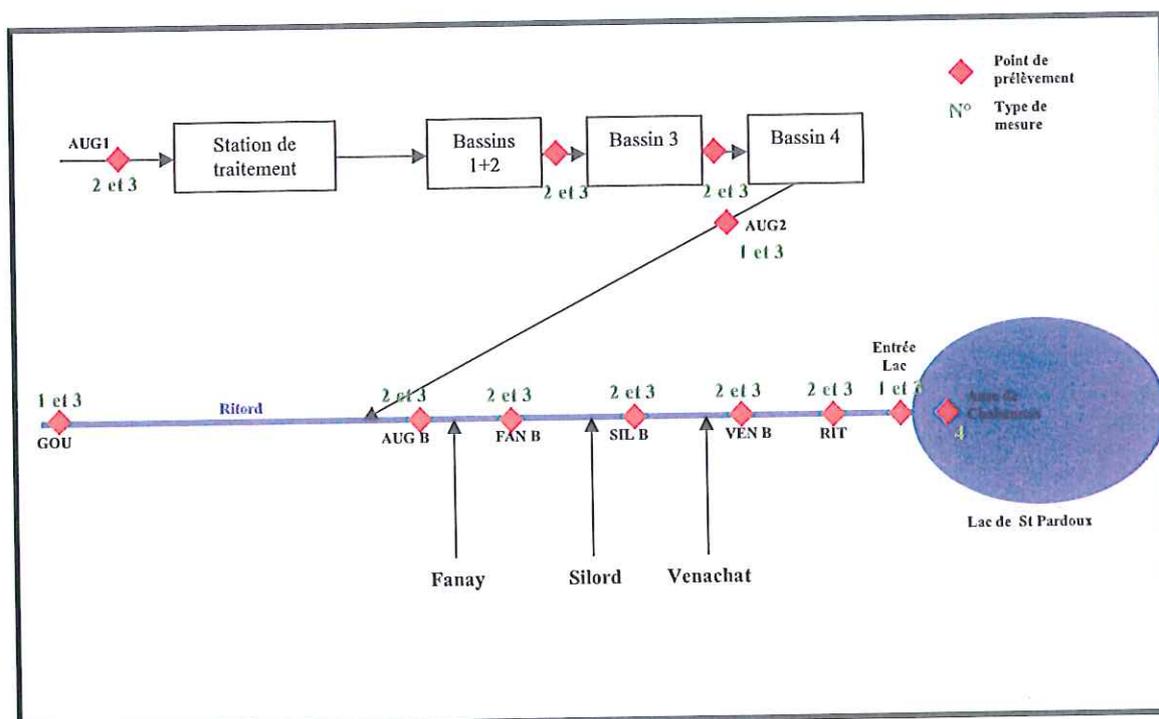
- Bilan amont aval et station en fonctionnement actuel de la station – Juillet 2009
- Arrêt de l'ajout de floculant - Bilan amont aval et station au retour à l'équilibre – Août 2009
- Arrêt de l'ajout de sulfate d'aluminium - Bilan amont aval et station au retour à l'équilibre – Septembre 2009
- Reprise du traitement actuel et ajout de floculant à l'entrée du bassin 3 ou 4 - Bilan amont aval et station au retour à l'équilibre – Octobre 2009

Si ces échéances sont respectées, il reste la possibilité d'exploiter une autre configuration de traitement (ou un autre scénario) qui pourrait apparaître aux résultats des premiers essais.

Sous réserve de l'accord du Conseil Général (mesure type 4) et de la faisabilité (technique et coût) des mesures de taille de particules sur filtre (mesure type 3), les analyses proposées sont les suivantes :

- Analyse type 1 : Analyse de l'uranium et du radium des eaux sur les phases particulaire, colloïdale (seuil 10kD) et dissoute
- Analyse type 2 : Analyse de l'uranium et du radium des eaux sur les phases particulaire et dissoute
- Analyse type 3 : Analyse des tailles de particules et des majeurs
- Analyse type 4 : Suivi de l'évolution des MES à l'entrée du Lac de Saint Pardoux – Pose d'un piège à particules sur la durée de l'étude, relevé tous les 15 jours (période adaptable selon évolution des traitements)
- Les mesures de débits, pH, conductivité, température et oxygène dissous (?), seront réalisées sur site à chaque point de prélèvement

Les analyses de type 1, 2 et 3 seront réalisées dans le cadre des bilans décrits ci-dessus aux points suivants :

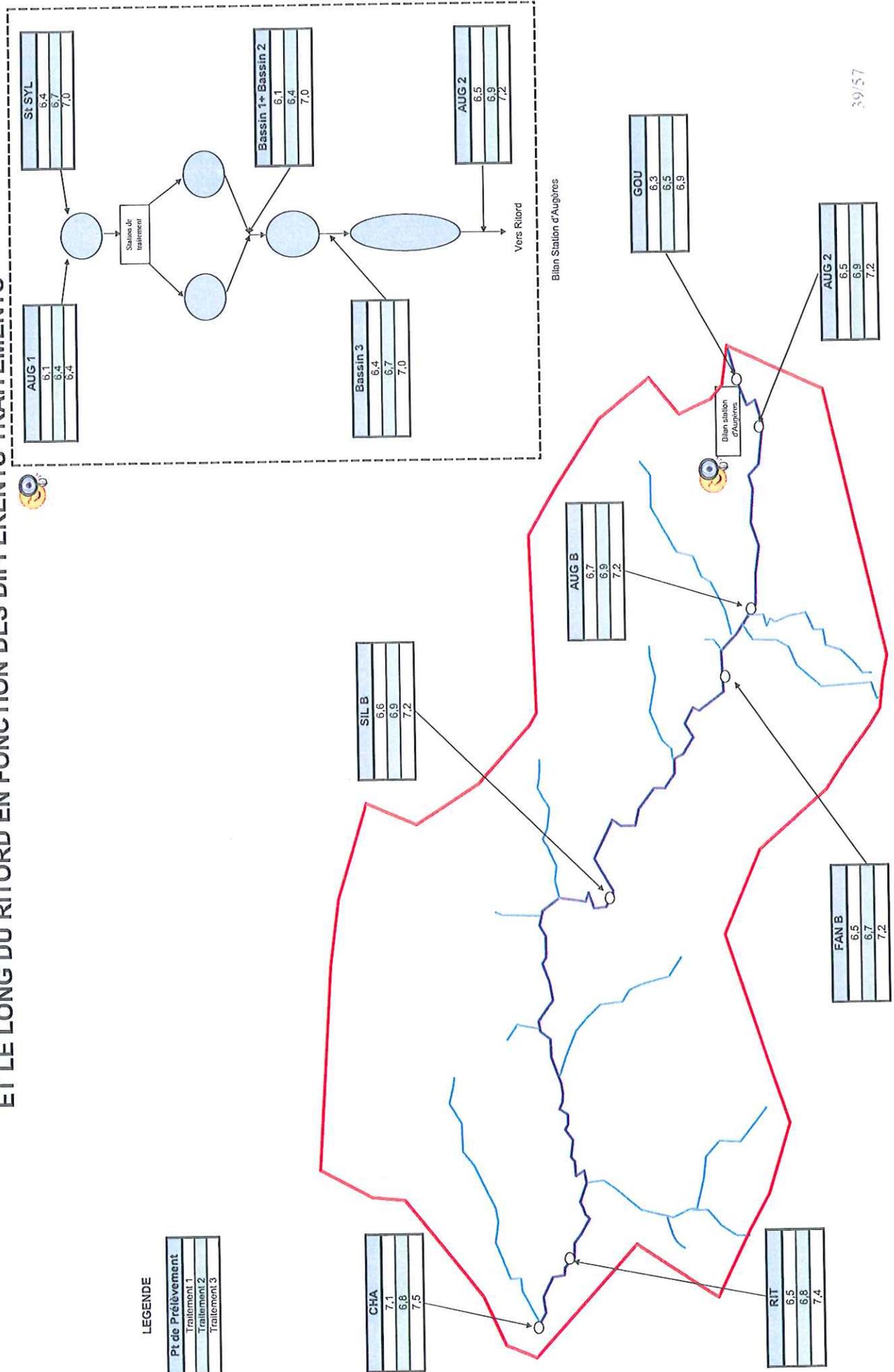


Les premiers résultats d'analyses, notamment les analyses de taille de particules le long du Ritord, amèneront peut être à compléter ce dispositif (ajout d'analyses de radioéléments simple ou par ultrafiltration entre AUG B et RIT en cas d'apport de particules intermédiaire par exemple) ou au contraire à l'alléger.

Il serait également judicieux de faire coïncider les prélèvements de cette étude avec ceux réalisés par AREVA dans le cadre de son autocontrôle afin de profiter des mesures réalisées le long du Ritord notamment. Ainsi, seules les mesures complémentaires seront à la charge de Pe@rL.

Annexe 2 : Résultats d'analyses

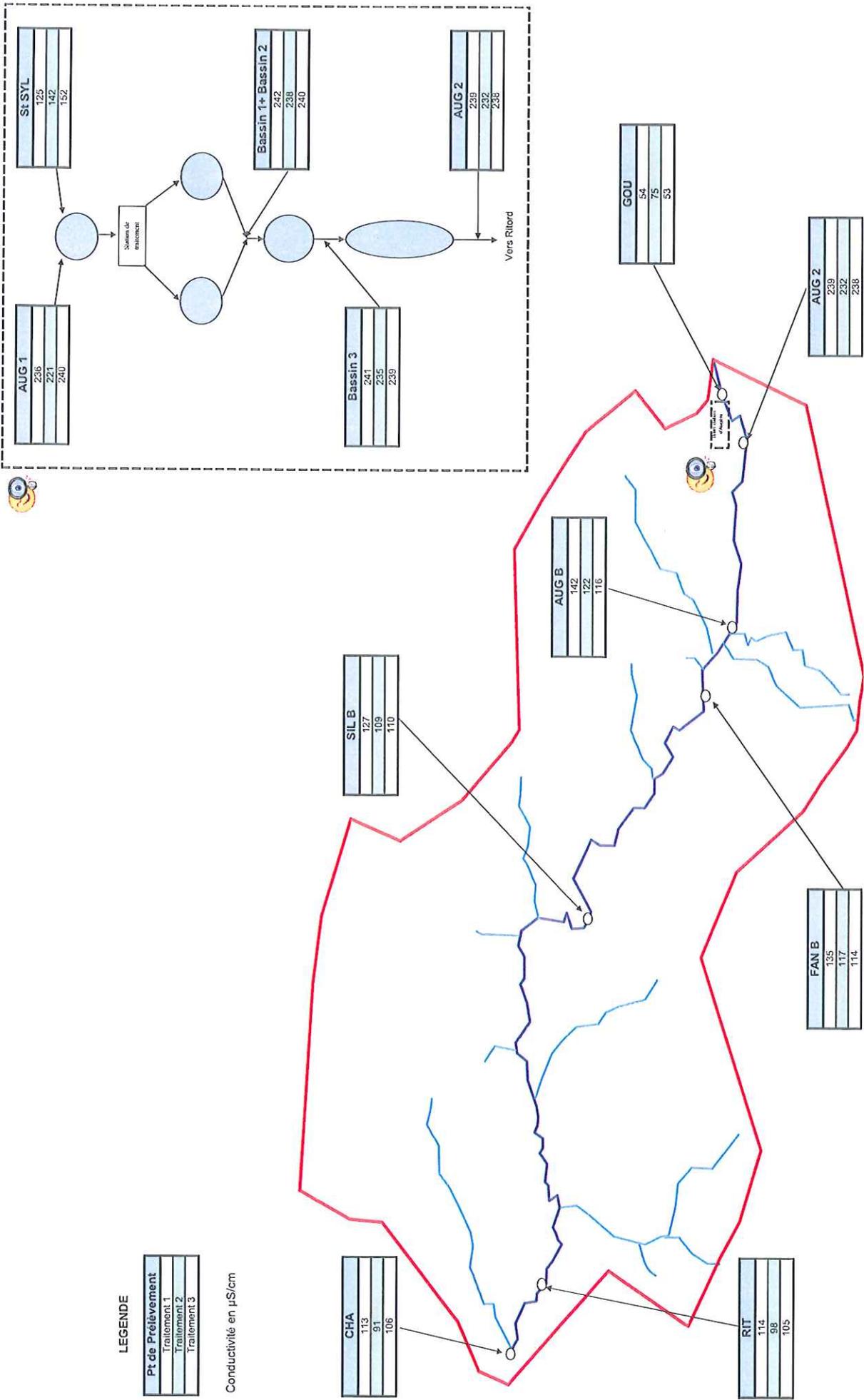
EVOLUTION DU PH DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



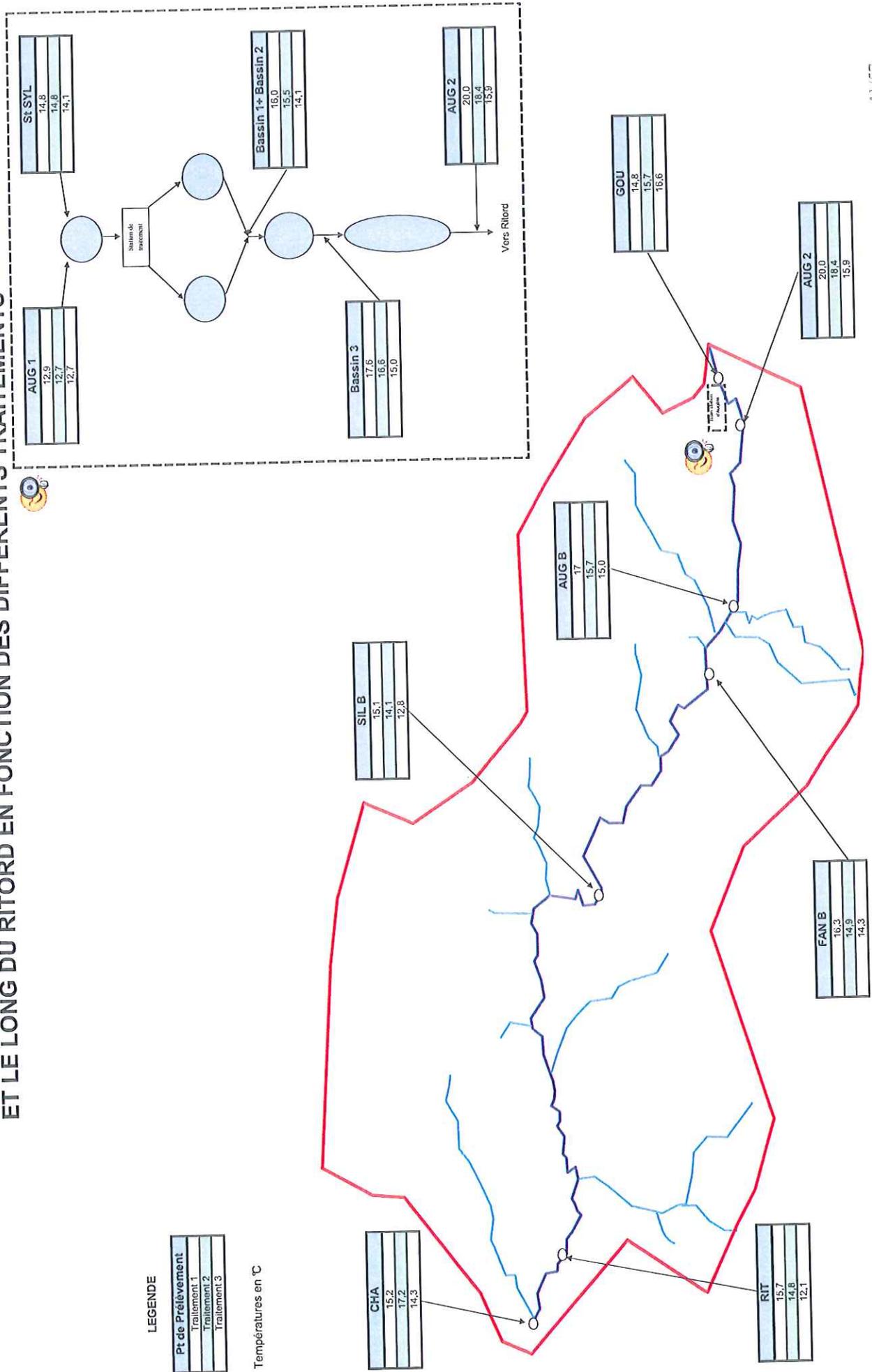
LEGENDE

Pt de Prélèvement
Traitement 1
Traitement 2
Traitement 3

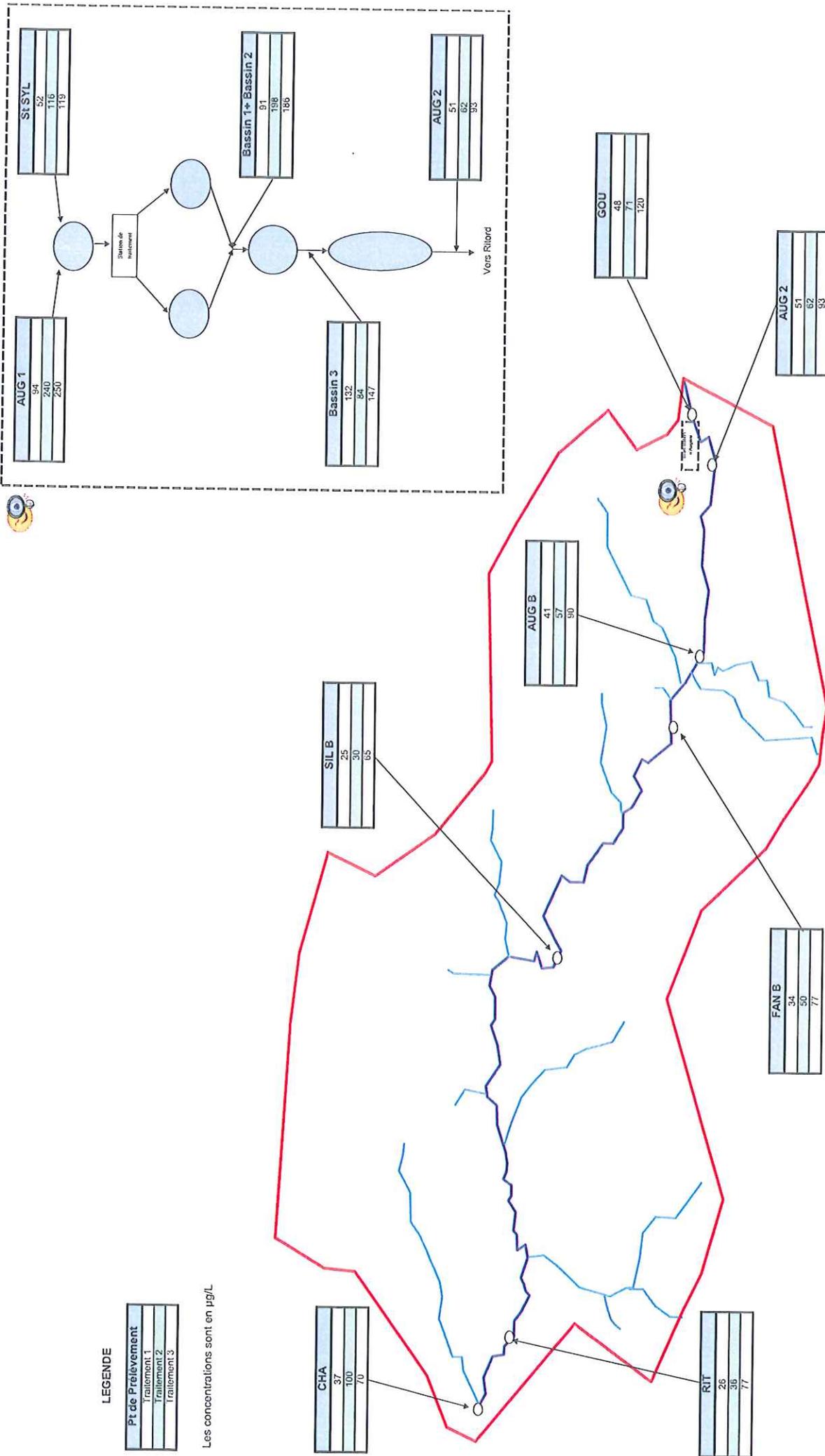
EVOLUTION DE LA CONDUCTIVITE DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



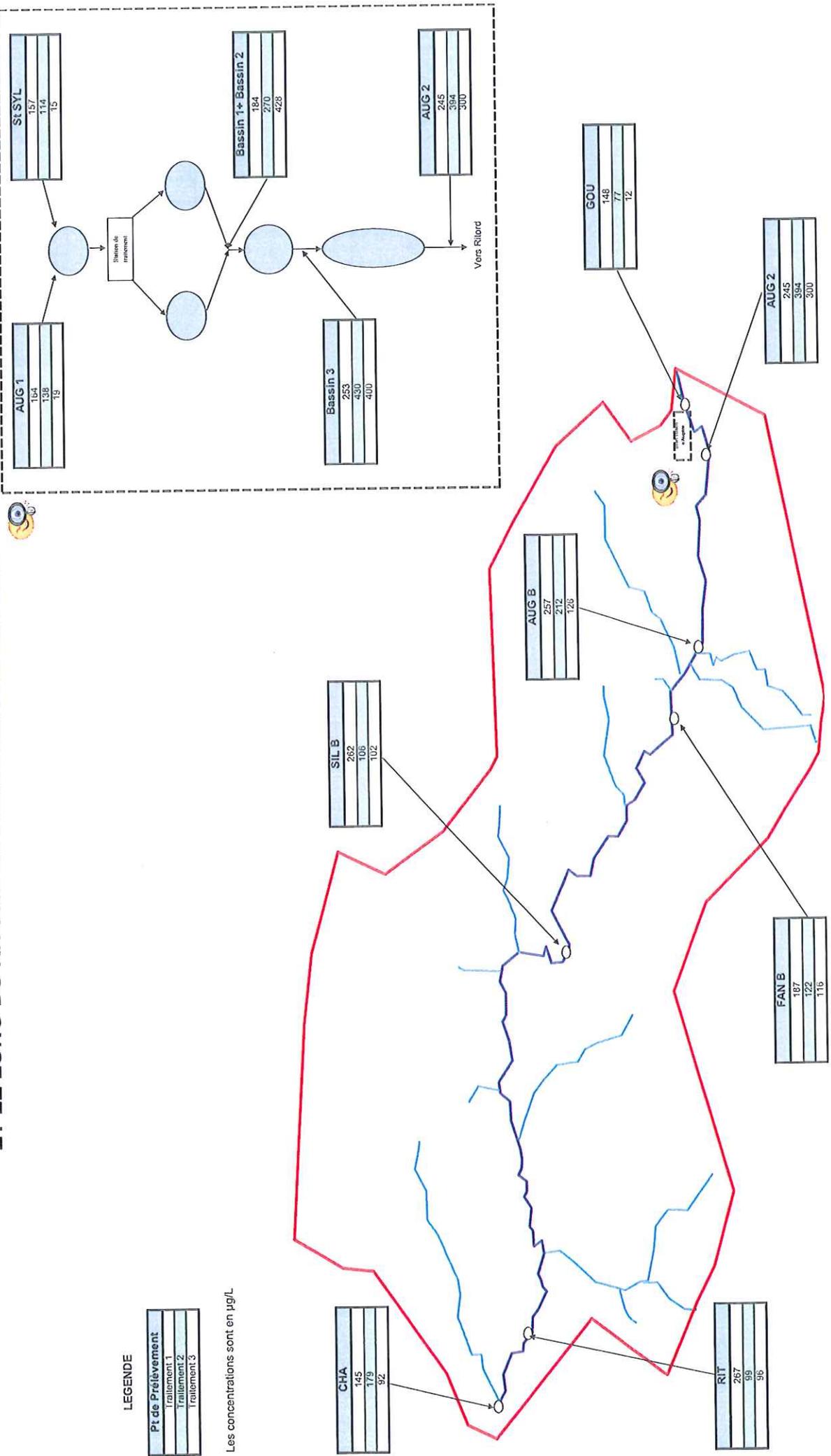
EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN ALUMINIUM DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN BARYUM DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

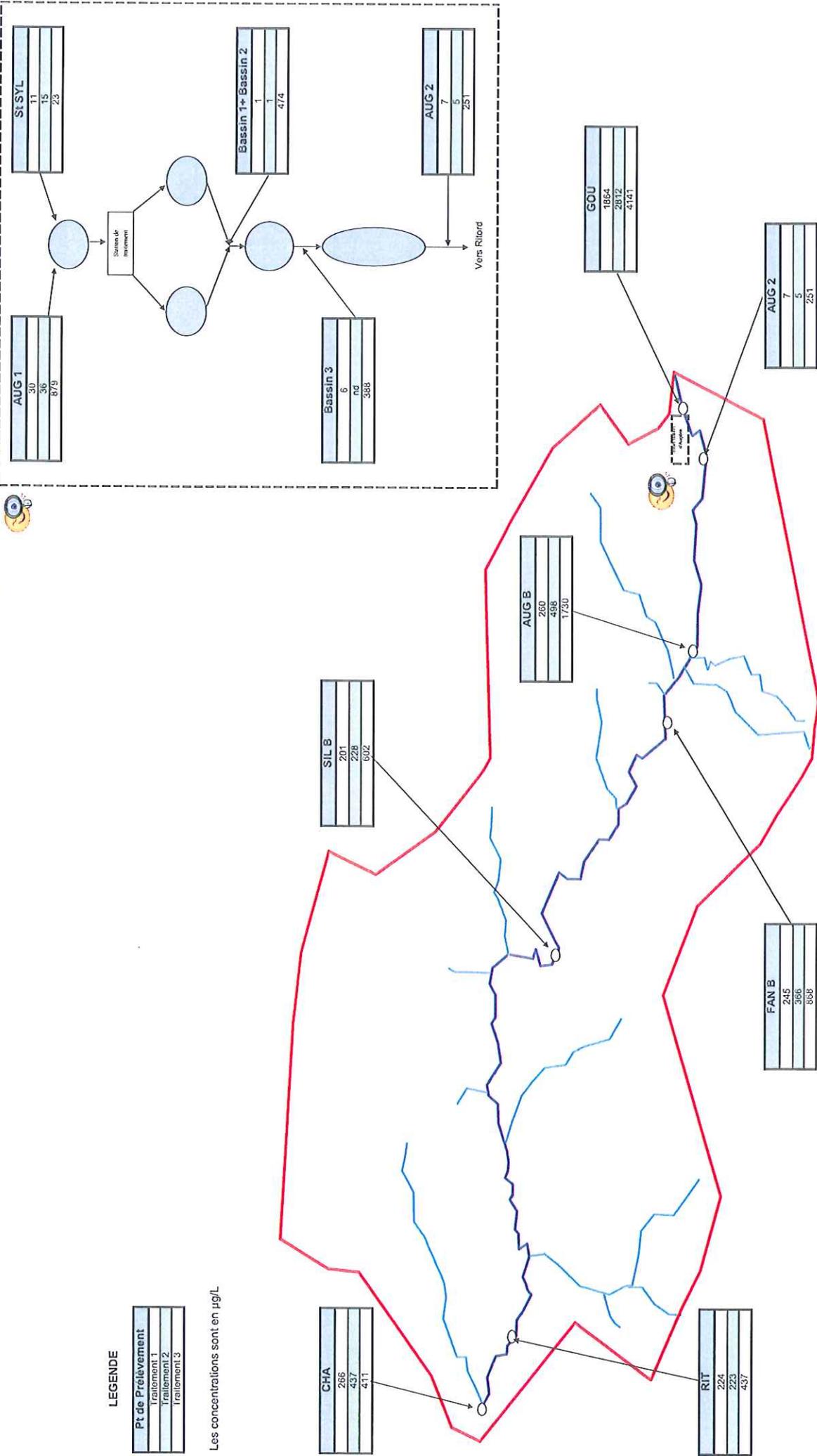


LEGENDE

Pt de Prélèvement
Traitement 1
Traitement 2
Traitement 3

Les concentrations sont en µg/L

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN FER DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



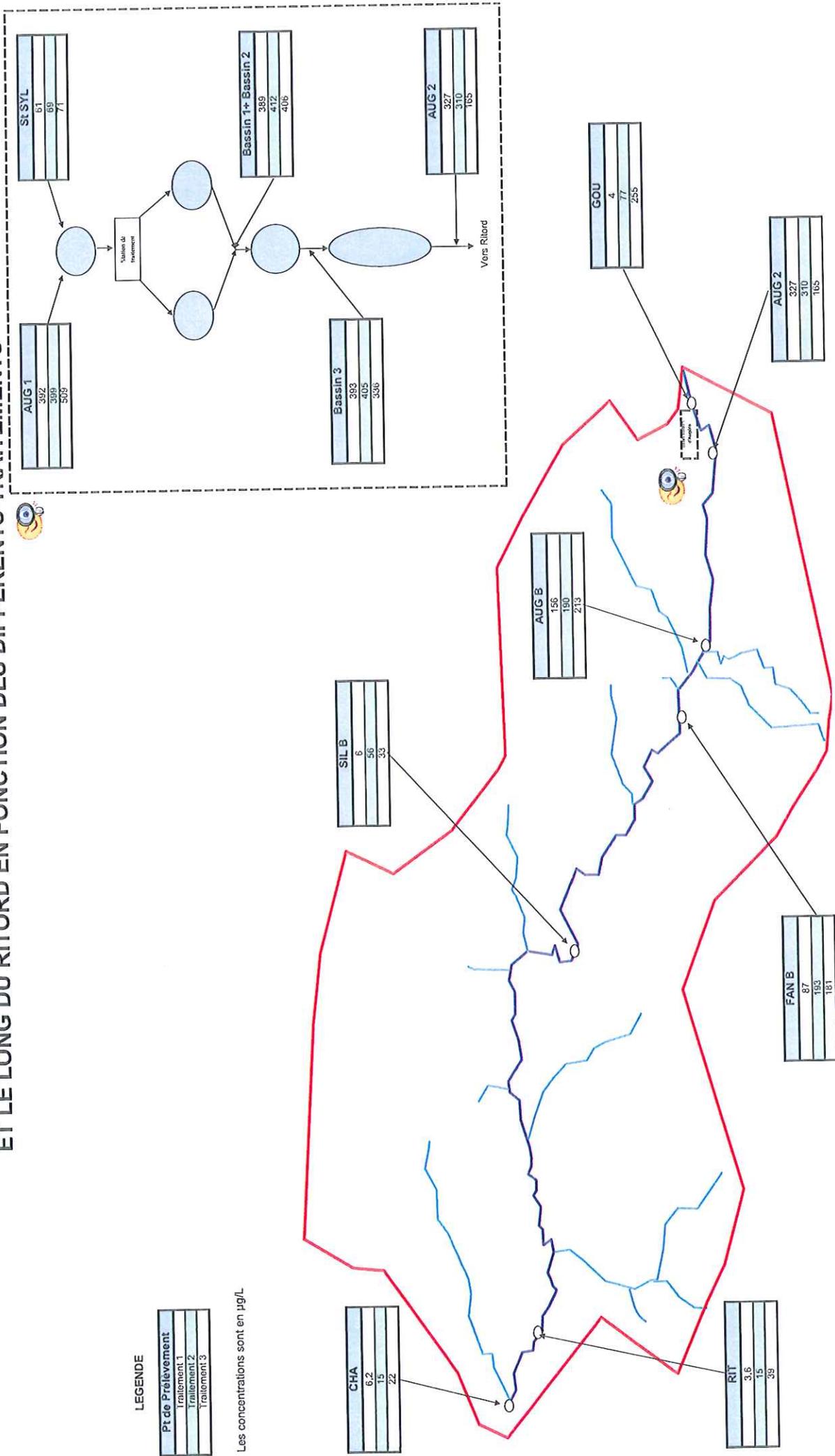
EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN MANGANESE DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



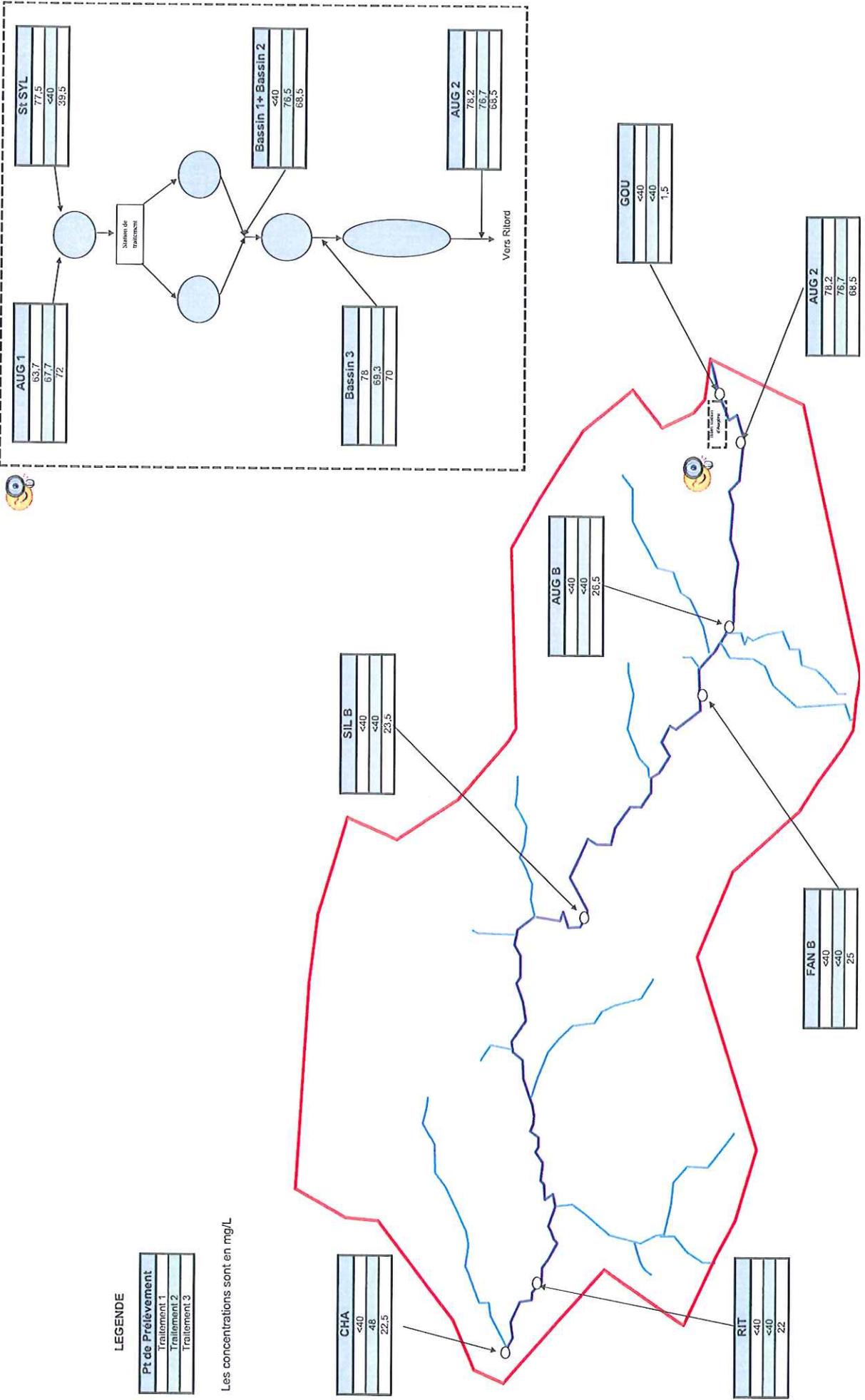
LEGENDE

Pt de Prélèvement
Traitement 1
Traitement 2
Traitement 3

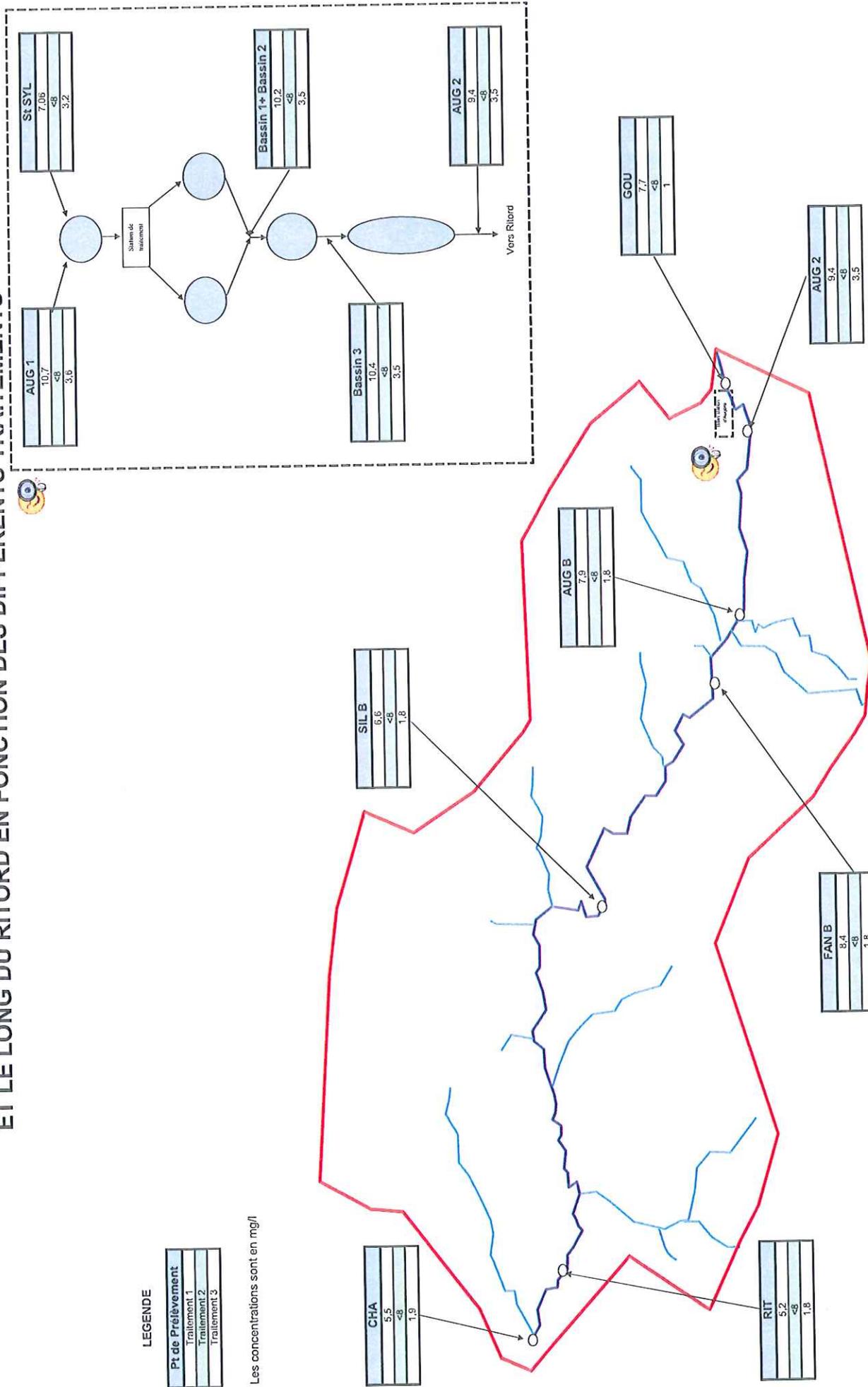
Les concentrations sont en µg/L



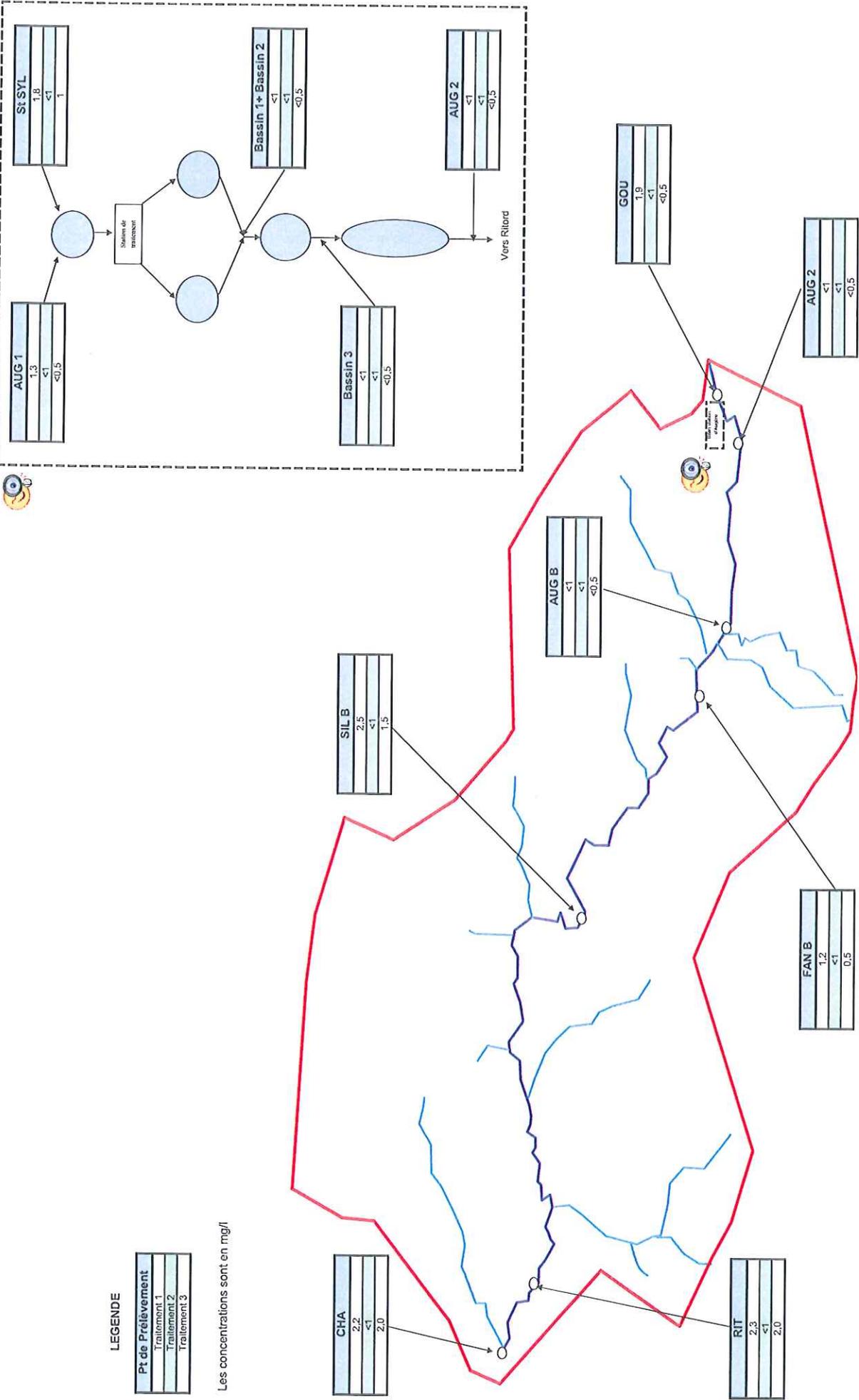
EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN SULFATE DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



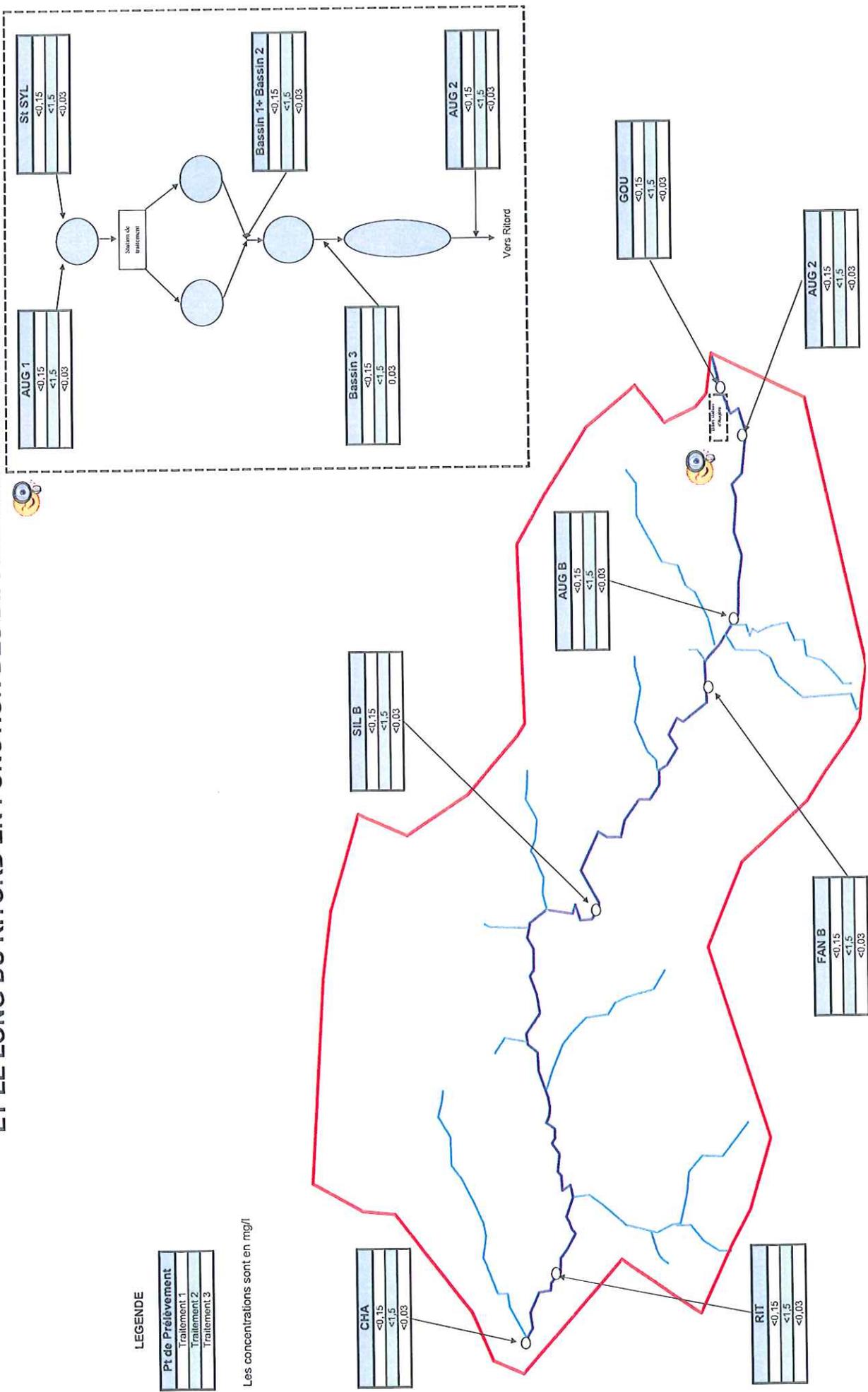
EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN POTASSIUM DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN NITRATES DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN PHOSPHATES DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

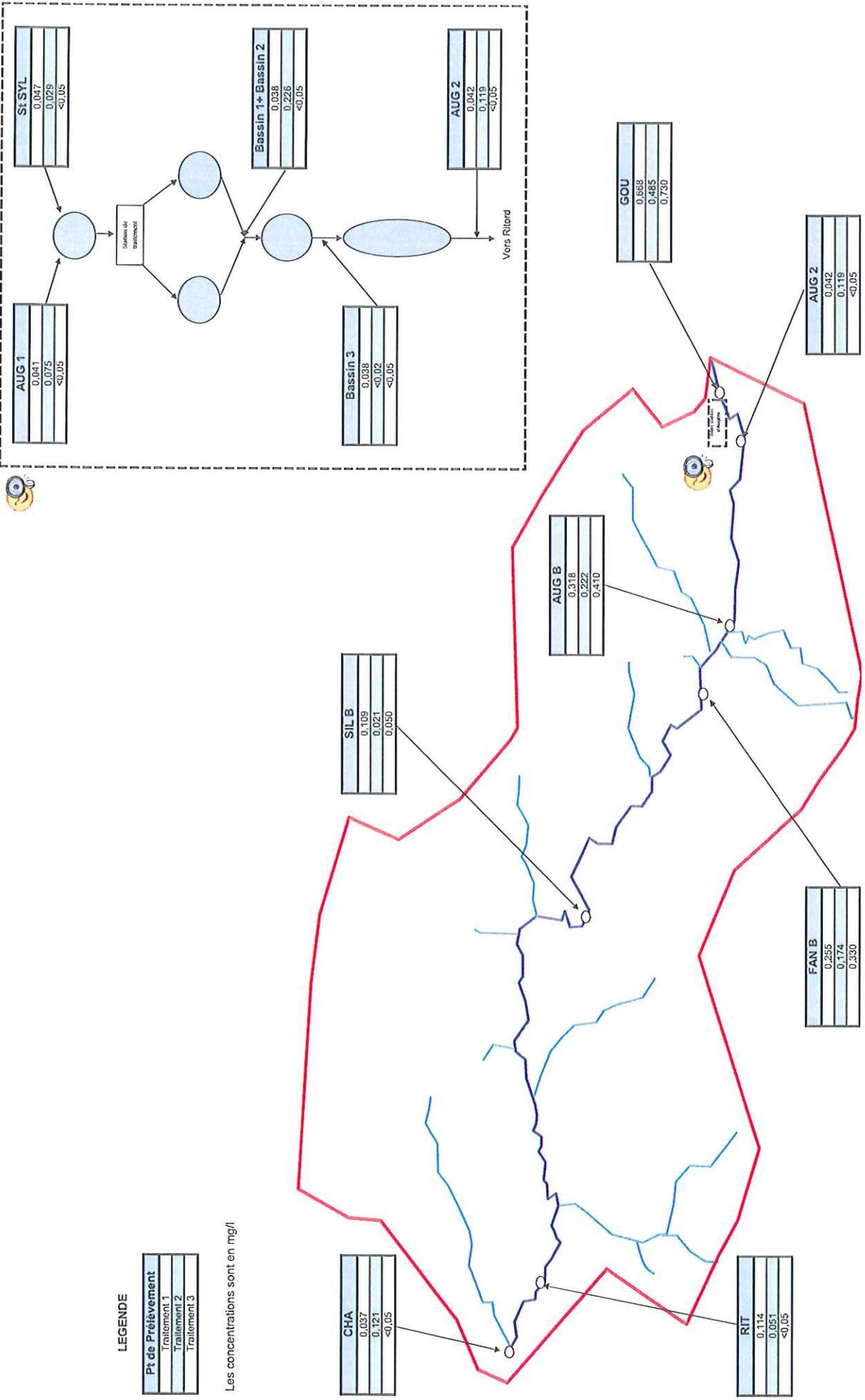


LEGENDE

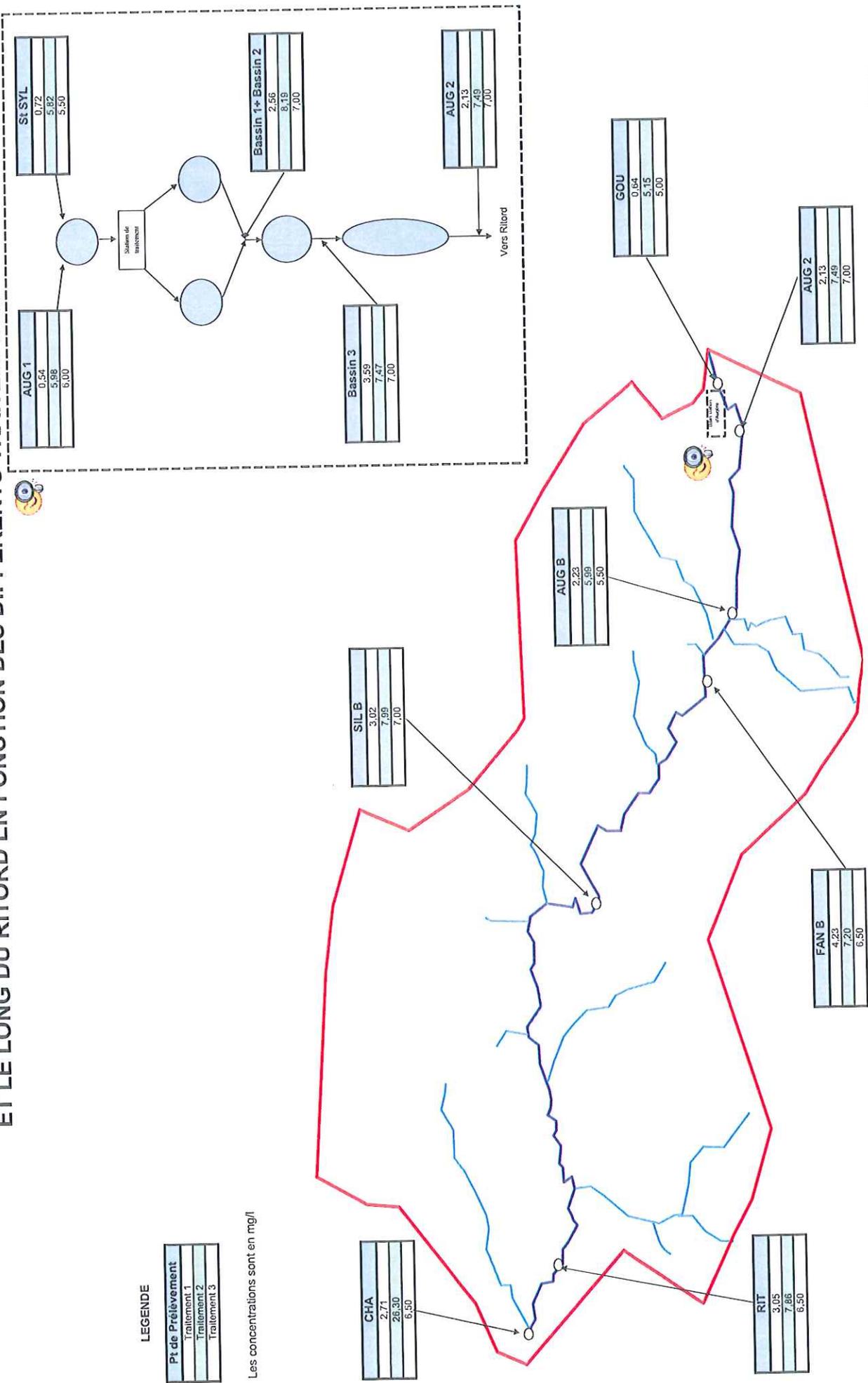
Pt de Prélèvement
Traitement 1
Traitement 2
Traitement 3

Les concentrations sont en mg/l

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN AMMONIUM DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN CHLORURES DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



LEGENDE

Pt de Prélèvement	
Traitement 1	
Traitement 2	
Traitement 3	

Les concentrations sont en mg/l

AUG 1	
0.54	
5.98	
6.00	



Station de traitement



St SYL	
0.72	
5.82	
5.50	

Bassin 3	
3.59	
7.47	
7.00	

AUG 2	
2.13	
7.43	
7.00	

Vers Ritorde

SIL B	
3.02	
7.99	
7.00	

AUG B	
2.23	
5.99	
5.50	

GOU	
0.64	
5.15	
5.00	

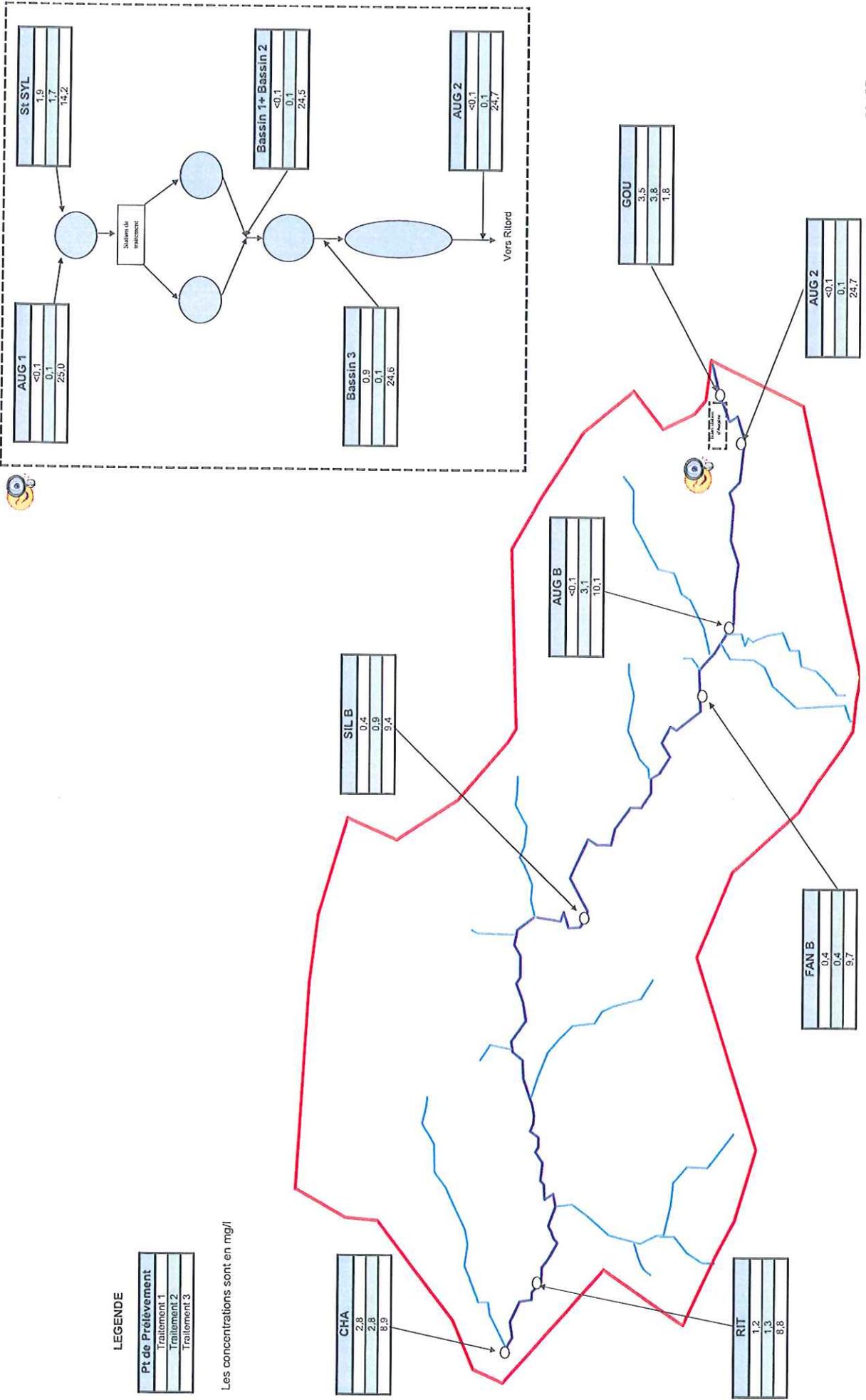
AUG 2	
2.13	
7.43	
7.00	

FAN B	
4.23	
7.20	
6.50	

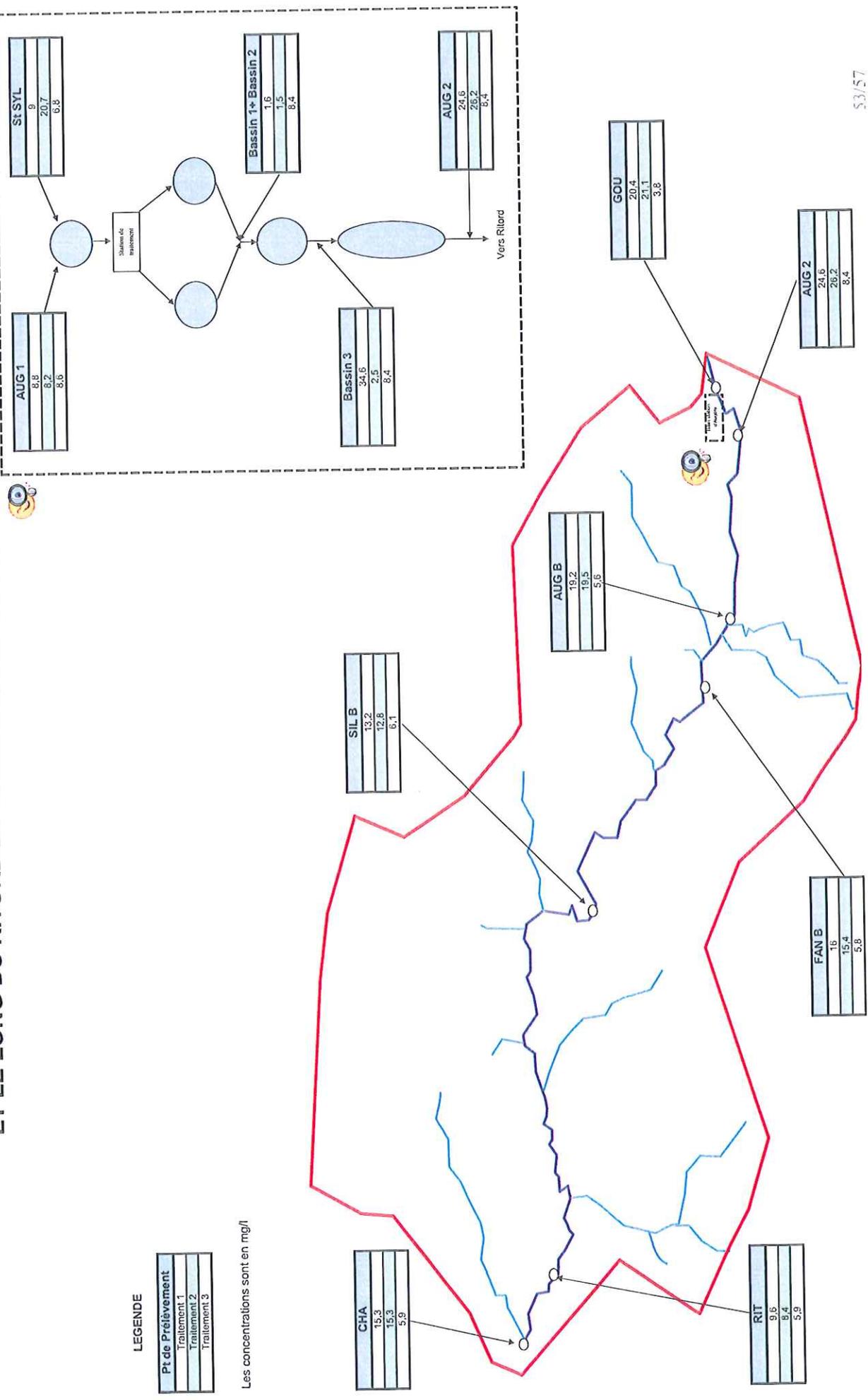
CHA	
2.71	
26.30	
6.50	

RIT	
3.05	
7.86	
6.50	

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN CALCIUM DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN SODIUM DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

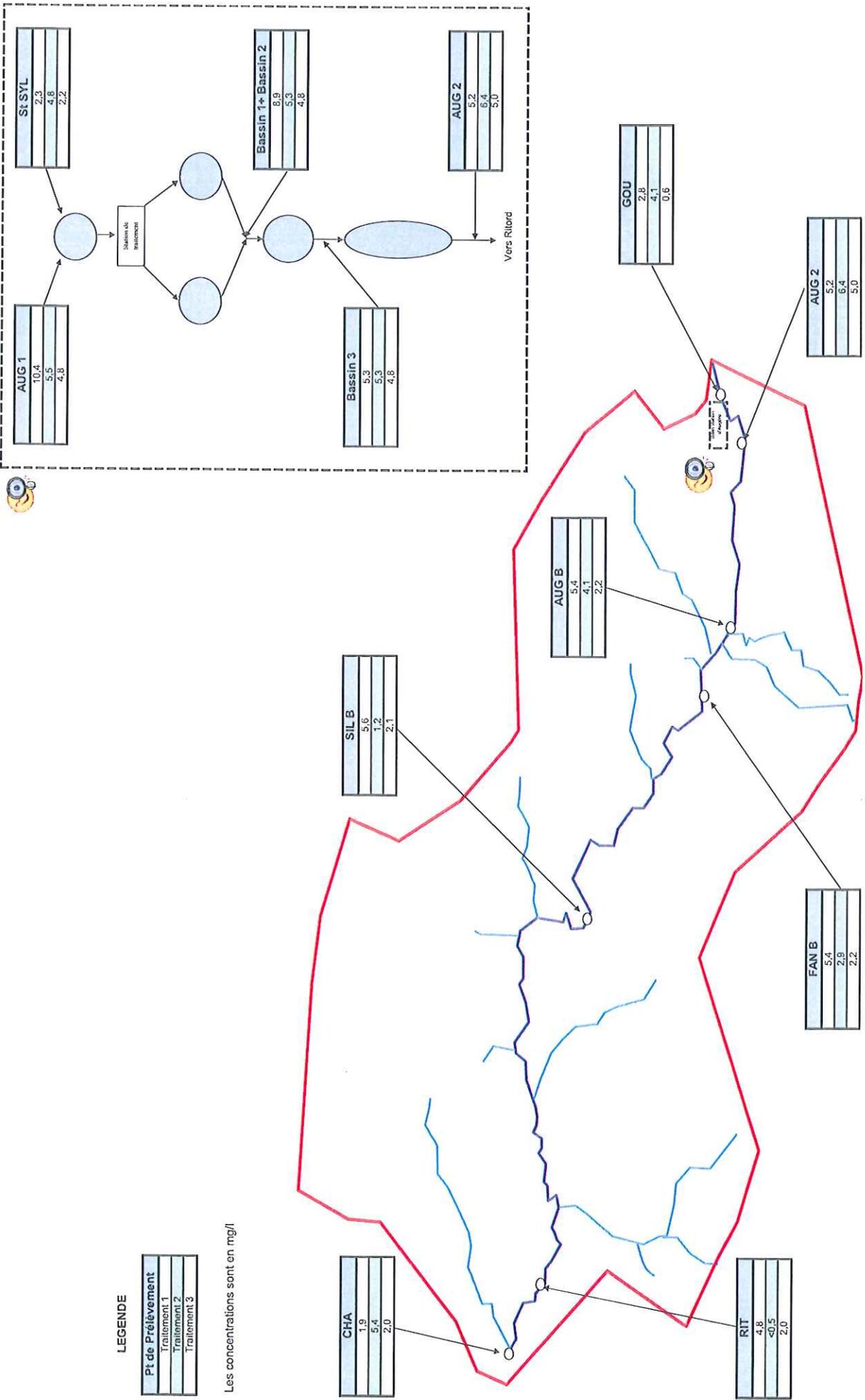


LEGENDE

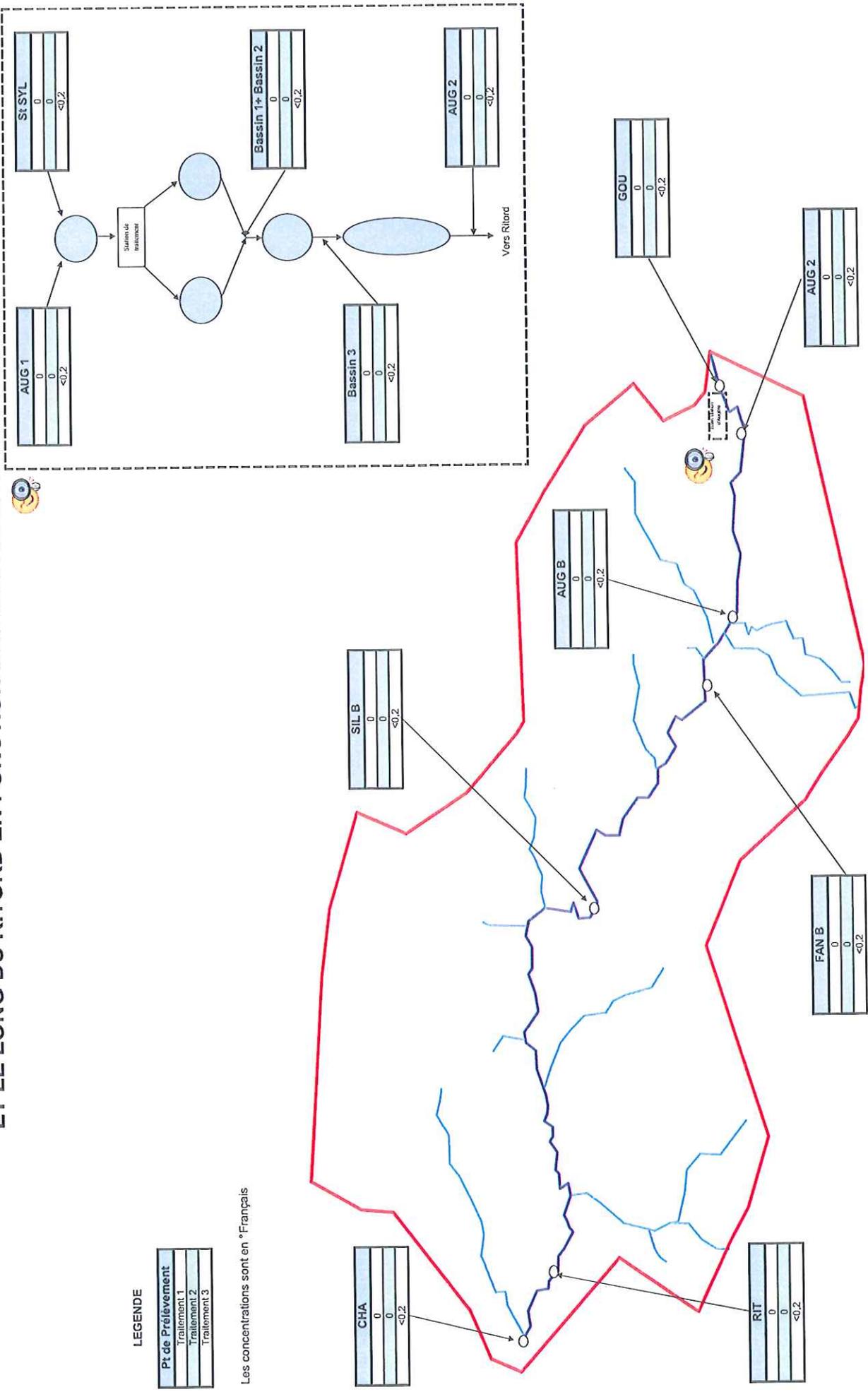
Pt de Prélèvement
Traitement 1
Traitement 2
Traitement 3

Les concentrations sont en mg/l

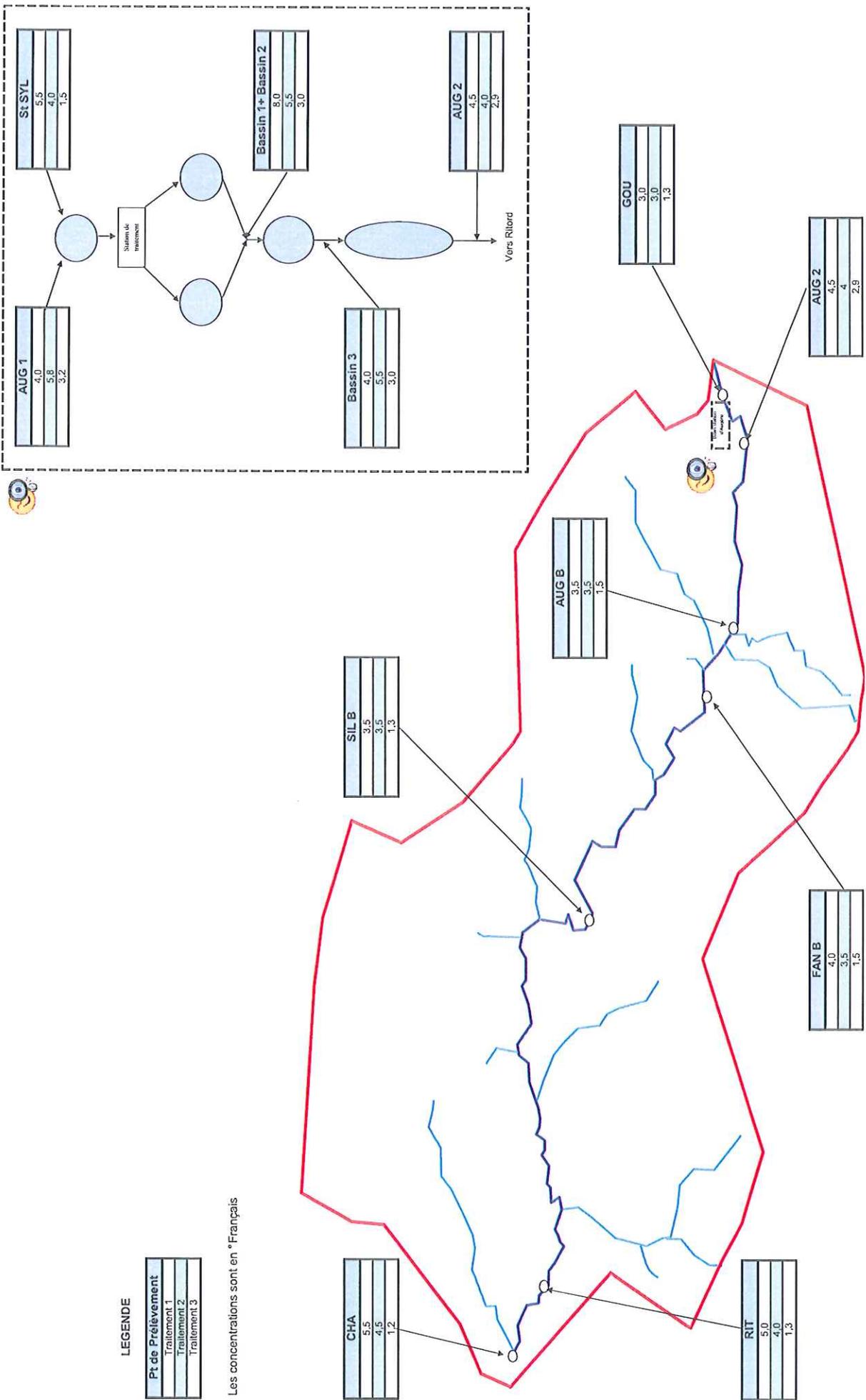
EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN MAGNESIUM DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN TA DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN IAC DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS



EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN FLUOR DANS LA STATION DE TRAITEMENT ET LE LONG DU RITORD EN FONCTION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

