Version 5

Compte-rendu technique visites Seine-Aval, Octobre et novembre 2017

Les Ateliers de l'Environnement et de la Démocratie tiennent à remercier vivement le personnel du SIAAP pour sa disponibilité et la qualité de l'organisation et des explications prodiguées pendant les deux visites organisées conjointement avec le CADEB.

Généralités :

Le SIAAP, syndicat interdépartemental d'assainissement de l'agglomération parisienne est un établissement public administré par les quatre départements de la petite couronne. Il collecte (hors réseaux communaux proprement dits) et traite l'ensemble de leurs eaux usées, ainsi que celles d'autres collectivités limitrophes des départements de la grande couronne, Essonne, Seine-et-Marne, Yvelines.

Il comporte plusieurs établissements, dont le plus important, Seine-Aval, anciennement appelé Achères de par la proximité de la ville d'Achères (bien que la plus grande partie de Seine-Aval soit établie sur le territoire des communes de Saint-Germain-en-Laye et Maisons-Laffitte).

Quelques chiffres : en 1980, la capacité de l'usine atteignait 2 millions de m^3 jour environ, aujourd'hui, elle est descendue à 1,5 millions de m^3 jour grâce à la mise en service d'autres stations et au bénéfice d'un meilleur rendement d'épuration à Seine-Aval. En période de pluie, l'usine peut traiter temporairement au-delà de 3 millions de m^3 jour. La capacité de Seine-Aval, exprimée en millions d'équivalent-habitants, est d'environ 6 Meh.

Eléments sur la collectes des eaux pour la communauté d'agglomérations Saint-Germain Boucles de Seine, voir annexe I.

Eaux pluviales, eaux usées : les réseaux d'assainissement de la région parisienne ont majoritairement été réalisés fin XIX è siècle et jusqu'aux années 70-80. Ce sont en grande partie des réseaux unitaires, ce qui veut dire qu'ils collectent également une bonne partie des eaux de pluie et des eaux de ruissellement. A partir des années 70 ont commencé à être installés des réseaux séparatifs, ainsi que des capacités de rétention des eaux de pluie, pourvues pour certaines d'entre elles de dispositifs d'infiltration des eaux de pluie

dans les aquifères après séparation des sédiments et des graisses. l'idéal serait que toutes les eaux de pluie soient collectées séparément, cependant le coût de mise aux normes des réseaux unitaires anciens, souvent enterrés à 3 mètres de profondeur voir plus pour favoriser l'écoulement gravitaire, serait prohibitif, et d'autre part la station de Seine-Aval a la capacité de traiter les premières eaux de pluie, ce qui permet de limiter le rejet de pollution brute à la Seine lors de fortes pluies.

Historique

Historiquement, le traitement des eaux usées parisiennes a d'abord été réalisé dans des champs d'épandage, avec des avantages = disponibilité régulière d'une eau fertilisante pour les cultures maraîchères, et des inconvénients = fortes odeurs nauséabondes en période de chaleur, et incapacité à traiter les pollutions industrielles (solvants lourds, métaux lourds) et les métaux (par exemple ZnO2 provenant des toitures parisiennes). Puis à partir des années 1940, des bassins de traitement ont été installés pour purifier l'eau, en réduisant progressivement l'épandage.

Cette pratique, ainsi que les cultures maraîchères sur les terrains affectés, ont été interdites par arrêté inter préfectoral à partir des années 1980 pour raisons sanitaires. En parallèle et après cela, le besoin de moderniser les installations de traitement et d'améliorer leurs performances a été motivé pour trois raisons : réduire les nuisances des riverains, satisfaire aux lois et réglementations françaises (arrêté du 2 février 1998, loi sur l'eau) et européennes (Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines DERU), améliorer la sécurité, la productivité et les conditions de travail des employés du SIAAP.

Pour plus d'information, consulter le site web du SIAAP et ses divers onglets.

Programme d'amélioration :

L'installation que nous avons visitée est donc le reflet, aux trois quarts de sa réalisation, des trois étapes du programme d'amélioration en cours.

1. **Première étape : la modernisation du prétraitement (achevée)**

2. **Deuxième étape : la refonte de la file de traitement des eaux, avec l'utilisation en parallèle de deux procédés (en cours de mise en service)**

Premier procédé, la file biofiltration classique
Afin d'assurer le traitement de 67 % des volumes entrants dans l'usine, les unités de nitrification et dénitrification existantes ont été renforcées. Au total ce sont près de 150 biofiltres qui permettront l'élimination des pollutions dissoutes.

Deuxième procédé, la file membranaire
Pour la dépollution des 33 % des volumes restants, le SIAAP a choisi l'association du principe boues activées et de la technologie de l'ultrafiltration membranaire : 462 000 m² de membranes, qui agissent comme une barrière physique et permettent d'obtenir une eau d'une qualité conforme aux exigences environnementales les plus strictes. La technologie des boues activées faible charge permet une meilleure efficacité de la biomasse qui littéralement digère les pollutions organiques encore contenues dans les eaux.

Etapes 1 et 2 voir schéma traitement des eaux page 6

3. troisième étape, une valorisation optimale des boues (réalisation prévue à partir de 2019 pour la partie digestion)
La filière boues a fait l'objet d'études en 2015 avec pour objectif leur valorisation en fonction de leur nature et de leur qualité.

Etape 3 voir schéma traitement des boues page 9

Installations visitées, traitement des eaux, détails techniques :

Les grandes phases du traitement ont été vues lors de la visite, sauf le traitement final des boues :

Le prétraitement physique des eaux

Un stripping[1] est réalisé en entrée de station pour évaporer les pollutions organiques volatiles résiduelles (traces d'essence, traces de solvants etc.)
Le dégrillage destiné à arrêter les corps solides comme les canettes, verres en plastique, les feuilles mortes, les mégots etc. Autrefois réalisé en plein air, il est maintenant réalisé dans une grande halle de manière à s'affranchir des nuisances sonores et olfactives et aussi à améliorer l'aspect d'ensemble depuis la rive droite de la Seine.
Le dessablage et déshuilage : le sable décante lorsque la vitesse de l'eau est ralentie dans les grands bassins, et inversement les huiles et graisses surnagent et peuvent être stoppées par des barrières hautes.
La décantation primaire : une partie de la pollution résiduelle peut encore être éliminée par décantation.

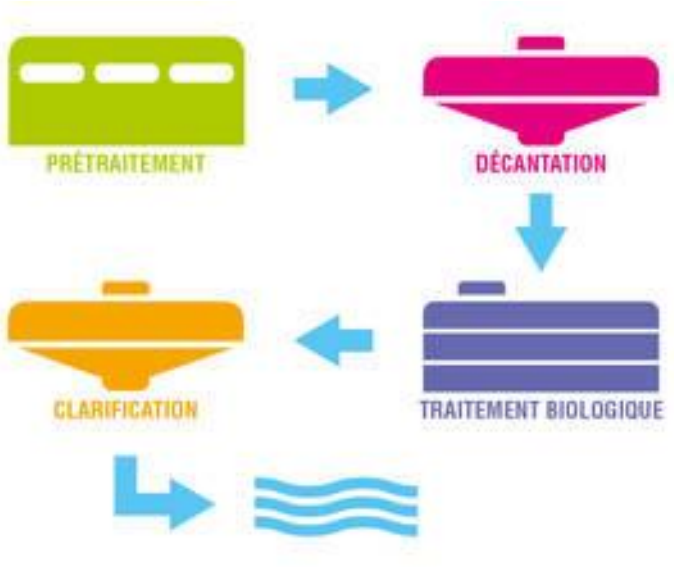
[1] Le stripping ou bullage consiste ici à insuffler de l'air dans le bassin d'entrée pour favoriser l'évaporation des solvants volatiles. Il pourrait également être réalisé par passage en ruissellement sur des anneaux Raschig.

L'élimination des pollutions carbonées

Le carbone est contenu principalement dans les matières organiques.

Le traitement du carbone est la première étape du traitement biologique, C'était la seule pollution traitée à Seine aval jusqu'en 1990. (Les pollutions azotées et phosphorées n'étaient pas traitées).
Grâce à l'insufflation d'air dans les grands bassins rectangulaires divisés en canaux (bassins d'aération), les bactéries non pathogènes naturellement présentes dans l'eau se développent en présence de l'oxygène. Dans le bassin, elles sont en contact avec la pollution carbonée dont elles vont se nourrir (à l'image de la flore bactérienne digérant les aliments dans l'intestin des mammifères).

La clarification ou décantation secondaire
Cette opération consiste à séparer l'eau des bactéries par décantation. Les flocs[2] bactériens, plus lourds que l'eau, tombent au fond des clarificateurs circulaires et sont ensuite, pour une grande partie, réinjectées dans les bassins d'aération afin de permettre à ceux-ci de conserver un stock suffisant de bactéries pour recommencer le cycle du traitement. L'eau clarifiée est envoyée vers la prochaine étape d'épuration. Cette filière historique de boues activées fortes charges a été mise à l'arrêt progressivement en 2017, au profit de la mise en service des deux nouvelles filières : biofiltration + file membranaire.



L'élimination des pollutions non carbonées :

Le phosphore provenant principalement des produits lessiviels, est précipité par l'utilisation de chlorure ferrique (formation de phosphate de fer).

L'azote présent sous forme d'ammoniaque et d'urée est oxydé puis réduit par le procédé de nitrification et dénitrification. La pollution azotée (principalement urines) est *in fine* réduite en azote gazeux (N_2) au terme d'une nitrification, oxydation en nitrites puis

[2] Les bactéries « engraissées » se regroupent entre elles et forment ce que l'on appelle des flocs, agrégats de bactéries.

nitrates par des bactéries, puis réduction des nitrates en azote gazeux, phase sans apport d'oxygène également par des bactéries.
Au cours de la visite, nous avons vu la filière biofiltration, nous n'avons pas pu voir la filière filtration sur membranes qui était en cours de qualification.
Ces deux voies de traitement, installées en parallèle, ne sont pas identiques, elles sont cependant complémentaires.

La biofiltration classique est entièrement biologique, et consomme relativement peu d'énergie. Elle réalise l'élimination du carbone et des nitrates dans une première étape de pré dénitrification, puis l'élimination de l'ammonium dans une seconde étape de nitrification pour finir par une dernière étape d'affinage de l'élimination des nitrates (post dénitrification).

La filière membranaire est plus polyvalente, mais elle consomme plus d'énergie. La première étape se fait dans des boues activées : passage dans une zone pré anoxie, puis anaérobie[3], puis anoxie[4], et enfin une zone aérobie permet à la fois de traiter les pollutions carbonées, les pollutions azotées et phosphorées (dé phosphatation biologique + physicochimique avec ajout de chlorure ferrique). L'effet proprement dit des membranes (ultrafiltration à 0,1 micron), situées en aval des quatre zones, est double : meilleure efficacité des boues pour le traitement biologique proprement dit, et obtention en sortie d'une eau de meilleure qualité.

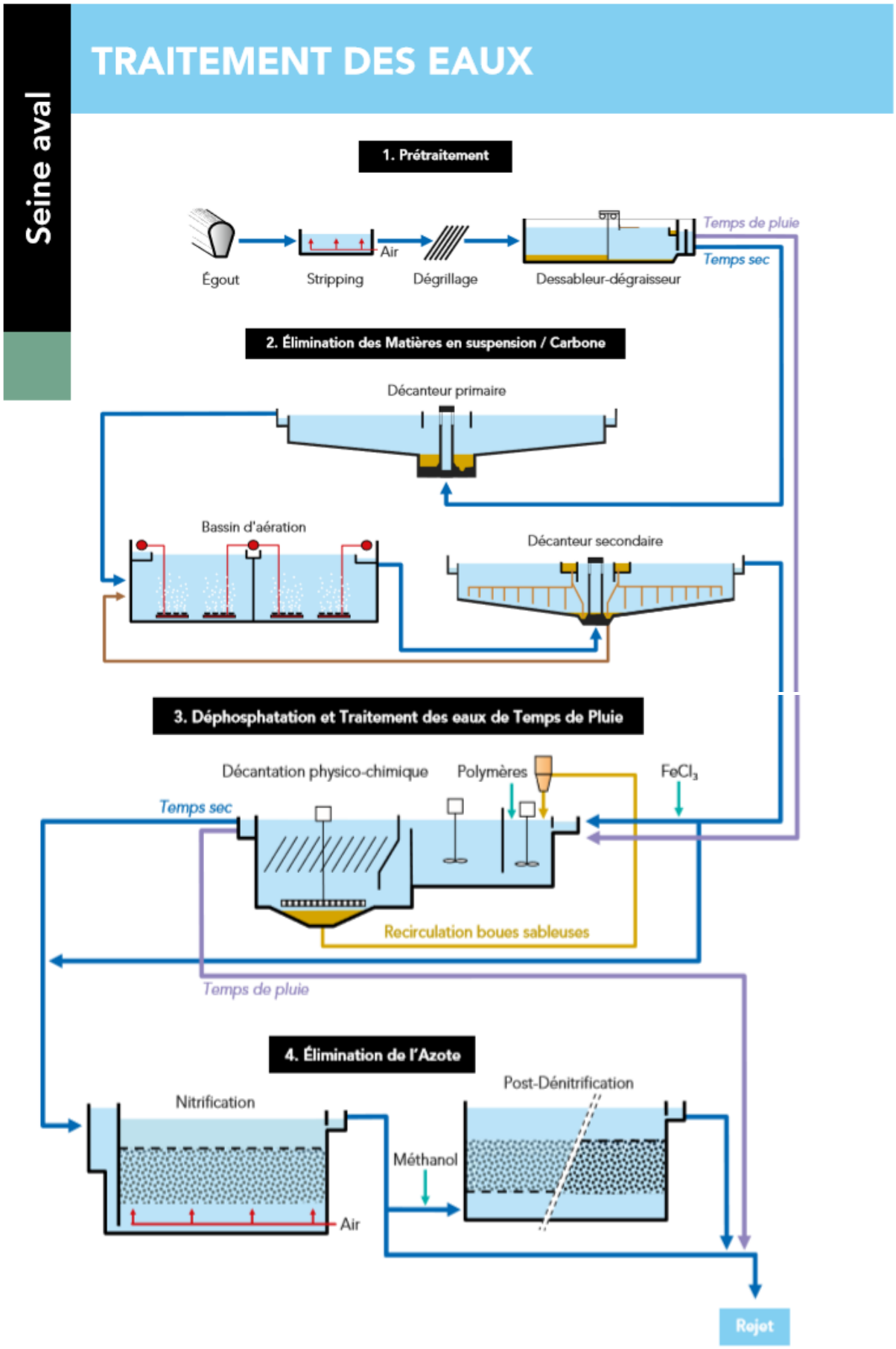
Récupération d'eau : l'eau issue de la filière membranaire est réutilisée, après passivation à l'eau de Javel, pour les nettoyages de l'ensemble des équipements de l'usine.

Micro pollutions, voir Annexe II

Nota : en période de pluies intenses exceptionnelles, les premières eaux, les plus chargées en pollution, peuvent encore suivre ces diverses étapes de traitement des eaux tant que les installations ne sont pas à pleine capacité. Une fois que le débit dépasse la capacité de traitement de l'usine, les eaux excédentaires, moins chargées en pollution, sont dérivées pour suivre un circuit moins élaboré. Elles sont moins bien traitées, mais les pollutions qu'elles contiennent sont plus diluées que par temps sec.

Voir page suivante le schéma détaillé de la partie traitement des eaux. (Source SIAAP**)**

[3] Zone anaérobie, zone sans aucun oxygène (O_2)
[4] Zone en anoxie, zone avec peu d'oxygène, qui conduit les bactéries avides d'oxygène à le rechercher dans le cas présent dans les nitrates (NO_3)


Seine aval
TRAITEMENT DES EAUX
1. Prétraitement
Égout
Stripping
Air
Dégrillage
Dessableur-dégraisseur
Temps de pluie
Temps sec
2. Élimination des Matières en suspension / Carbone
Décanteur primaire
Bassin d'aération
Décanteur secondaire
3. Déphosphatation et Traitement des eaux de Temps de Pluie
Décantation physico-chimique
Polymères
FeCl3
Temps sec
Recirculation boues sableuses
Temps de pluie
4. Élimination de l'Azote
Nitrification
Air
Méthanol
Post-Dénitrification
Rejet

Traitement des odeurs :
Une grande attention a été apportée au traitement des odeurs et également à la protection de la santé des opérateurs. Le tableau ci-dessous, (source SIAAP**), présente les équipements de traitement des odeurs.**

DÉSODORISATION	
Désignation	Implantation
Biologiques : Lits de tourbes, Coquillages	- Petites installations, regards, prétraitement
Lavage physico-chimique 3 tours	- Prétraitement, Clarifloculation, Nitrification
Réduction thermique des odeurs (RTO)	- Zone du prétraitement sur installation de traitement des jus issus du traitement des boues

Traitement des boues (installations non visitées)

Cette partie-là n'a pas pu être visitée pour des raisons de sécurité, il s'agit d'une zone classée SEVESO III en raison du stockage du biogaz (qui contient 64% méthane), et parce que le programme de modernisation n'est pas encore réalisé.

Mieux on traite les eaux, plus on produit de boues qu'il faut, à leur tour, traiter.

On estime ainsi à 15% l'augmentation du volume annuel de boues produites suite à la mise en service de l'unité de traitement des pollutions azotées en 2007.

Pour traiter les boues d'épuration, la bio réaction de <u>digestion</u> anaérobie est utilisée :

Les boues sont réduites dans des réservoirs couverts, en absence d'oxygène, par des bactéries *ad hoc* qui permettent la réduction de la matière organique et la production de biogaz composé de 64% de méthane CH_4, 35% de gaz carbonique CO_2 et 1% d'azote gazeux N_2. La digestion des boues fut mise en œuvre dès les années 1940 avec Achères I.

Elle a été maintenue et développée au cours de l'évolution de l'usine Seine aval. Les matières résiduelles sont ensuite l'objet d'un <u>conditionnement thermique</u> permettant une hygiénisation complète des boues (destruction des agents pathogènes) et une déshydratation poussée (la siccité[5] est augmentée de 15% environ à 50%) pour limiter la quantité d'eau à transporter.

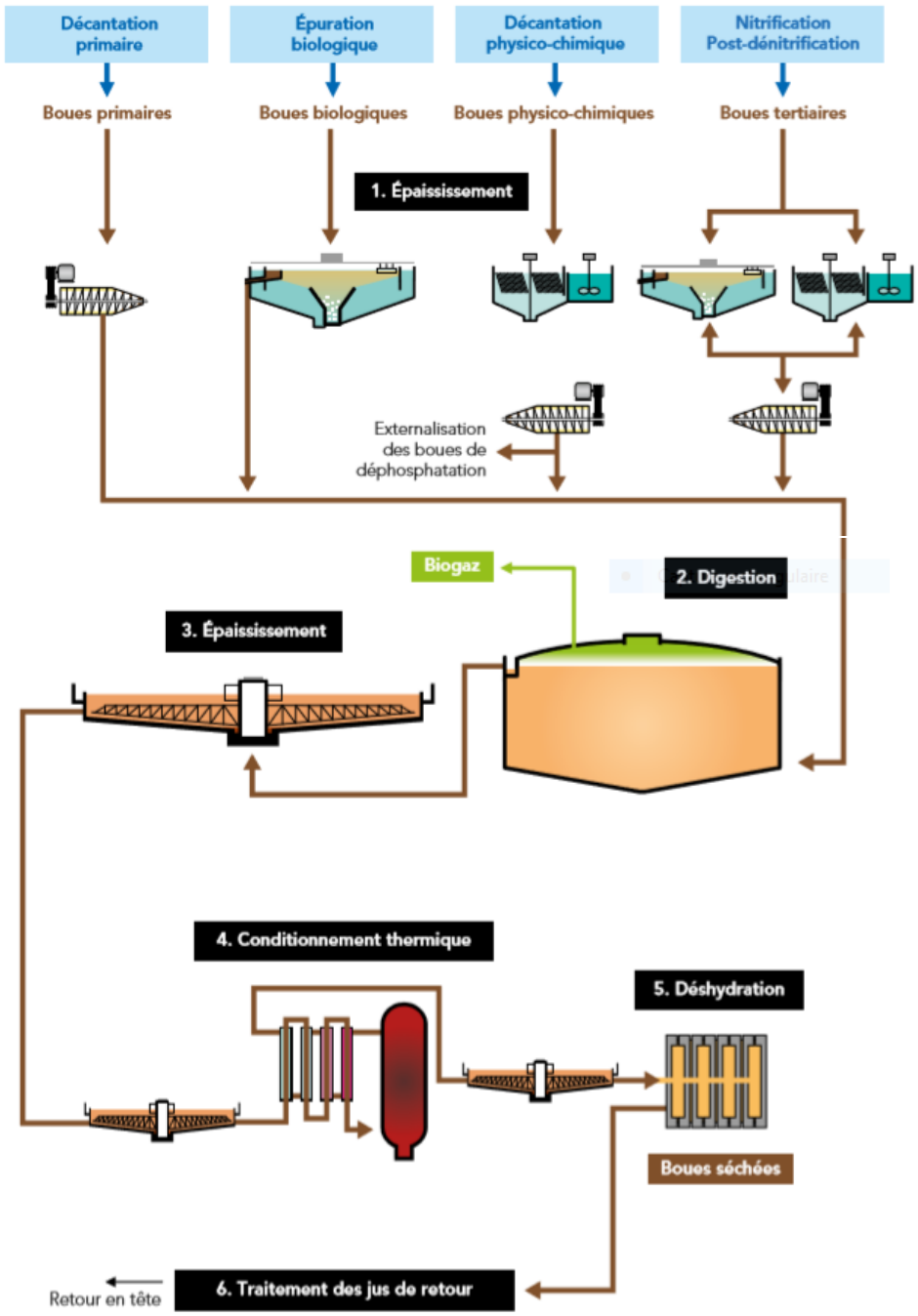
Le SIAAP mise sur une démarche durable de valorisation diversifiée des boues, favorisant une démarche "produit" plutôt qu'une logique de "déchets". Les boues digérées sont valorisées en agriculture comme matières fertilisantes (60% des volumes) et en composts. En cas de non-conformité[6], les boues sont conduites en Centre de Stockage des Déchets Ultimes (CSDU).

Le <u>biogaz (méthane CH_4)</u> issu de la <u>digestion des boues</u> couvre 60% des besoins énergétiques de l'usine : chauffage des locaux, conditionnement thermique des boues, production d'air pour la file bio, chauffage des digesteurs.

Schéma détaillé du traitement des boues (source SIAAP) page suivante

[5] La siccité d'une boue, pourcentage de matière sèche sur le poids total, est de l'ordre de 10 à 15%, elle peut être augmentée jusqu'à 30% par extrusion centrifugation, ou jusqu'à 50% par pressage et traitement complémentaire.

[6] La réglementation française, arrêté du 2 février 1998, fait l'obligation aux stations d'épuration urbaines de valoriser leurs boues. Afin de s'assurer de leur innocuité, des plans d'épandage soumis à autorisation sont approuvés par les préfets, et ils définissent la qualité que doivent respecter les boues séchées (pas de métaux lourds, pas de solvants chlorés, pas d'Hydrocarbures aliphatiques polycycliques (HAP)


Décantation primaire
Épuration biologique
Décantation physico-chimique
Nitrification Post-dénitrification
Boues primaires
Boues biologiques
Boues physico-chimiques
Boues tertiaires
1. Épaississement
Externalisation des boues de déphosphatation
Biogaz
2. Digestion
3. Épaississement
4. Conditionnement thermique
5. Déshydration
Boues séchées
Retour en tête
6. Traitement des jus de retour

Annexe I : assainissement et coût de l'eau à St Germain-en-Laye

Le réseau d'assainissement de Saint-Germain et alentours, le SIA ou SIARSGL (syndicat intercommunal d'assainissement de la région de St Germain-en-Laye), est raccordé au niveau du pont du Pecq au réseau d'assainissement de la Boucle de Seine ou SIABS, qui est lui-même raccordé au collecteur principal d'amenée des eaux usées à Seine-Aval. Seine-Aval est la deuxième station de traitement mondiale par le volume des eaux traitées, après celle de Chicago. A titre de comparaison, le réseau d'assainissement du SIA collecte 5,2 millions de m³ par an, dont 2,1 millions de m³ pour la Ville de Saint-Germain-en-Laye. A noter que le débit collecté a diminué de 15% en 6 ans.

Quelques éléments de coût au niveau du SIA[7]

L'assainissement est facturé globalement avec la consommation d'eau de ville.
Pour une consommation domestique type de 120 m³ par an, pour Saint-Germain-en-Laye Ville, au 30 juin 2017,

TTC par m³ hors abonnement[8] :

La production et l'amenée d'eau potable coûtent 1,2411 € par m³
La collecte et l'assainissement coûtent 1,146 € par m³
L'ensemble des taxes représente 0,7822 € par m³, dont environ 40% pour la modernisation des réseaux

Annexe II généralités sur les micro pollutions.

Les stations urbaines sont dimensionnées pour traiter les pollutions domestiques usuelles, lessives, graisses, selles humaines et urines, et les pollutions urbaines fatales comme les sables et les feuilles mortes.
Pour ce qui concerne les matières organiques (pollutions carbonées domestiques), le temps de séjour optimal dans les bassins de traitement biologique est de 8 heures. Les pollutions carbonées de type industriel (solvants classiques peu volatils, poussières organiques) peuvent également être traitées pour la plupart par voie biologique, mais le temps de séjour optimal pour que se développent les flores bactériennes adéquates est de 3 à 5 jours, leur développement est en conséquence limité par le facteur temps. Les molécules organiques les plus difficiles à traiter sont donc peu assainies dans les bassins biologiques de type Seine-Aval. Selon qu'elles sont adsorbables par les boues biologiques ou non, elles vont soit se retrouver fixées sur les boues de traitement de la station, soit

[7] Source rapport annuel d'assainissement 2016, Ville de Saint-Germain-en-Laye

[8] L'abonnement n'est pas indiqué pour deux raisons, son poids est différent selon que l'on est en individuel ou en collectif, et il impacte à 100% le prix de l'eau potable alors qu'il est souscrit pour l'ensemble du service.

être rejetées à la Seine. Il en est de même pour les résidus de médicaments. Certains sont presque totalement biodégradés (métabolisés) par l'organisme humain (médicaments humains) ou animal (produits vétérinaires), d'autres sont présents dans les eaux usées, sont moins facilement traitables et se retrouvent en sortie de station soit dans les boues soit dans les eaux de la Seine, à l'état de traces compte-tenu du volume total d'eau qui s'écoule dans la Seine. Il en est de même pour les produits phytosanitaires dont les herbicides.
Des moyens de traitement existent : adsorption sur des charbons actifs, ou nanofiltration sur des membranes, ou encore destruction par oxydation à haute pression et haute température, mais en l'état actuel de la technologie, et pour ce qui concerne la protection de la santé humaine, la stratégie mise en place est la suivante :

Traitement le plus possible à la source des pollutions des rejets industriels (installations suivies par l'inspections des installations classées, ou, quand elles ne sont pas classées pour la protection de l'environnement, par les municipalités).
Interdiction progressive de l'usage des herbicides dans les communes.
Interdiction du rejet des médicaments non utilisés dans les toilettes.
Mise en place de traitements de l'eau potable par charbons actifs ou filtrations sur membranes ou autres systèmes comme ozone plus UV. Leur mise en œuvre est moins coûteuse car les volumes à traiter sont moindres.
Surveillance accrue de la qualité des cours d'eau par l'AFB, (agence française de la biodiversité, ex ONEMA) et interdictions temporaires ou permanentes de consommer les poissons pêchés quand il y a risque pour la santé.

Les produits chimiques (réglementation européenne REACh), les produits pharmaceutiques (agence européenne du médicament), les produits phytosanitaires (réglementation européenne sur les biocides) sont tous soumis à des tests de toxicologie (protection de la santé humaine) ou écotoxicologiques (protection de la flore et de la faune) avant leur autorisation de mise sur le marché.

Sources documentaires :

Documentation disponible sur le site internet du SIAAP, en particulier la fiche intitulée « Fiche_usines_SAV_2013 » accessible par la commande « pour en savoir plus ».
Dossier de l'enquête publique, novembre 2015, réalisé par IRH pour le compte du SIAAP ; disponible sur le site de la préfecture des Yvelines.
Rapport annuel 2016 du SIA, syndicat intercommunal d'assainissement de la région de Saint-Germain-en-Laye.
Rapport annuel 2016 d'assainissement de la Ville de Saint-Germain-en-Laye
Références réglementaires données à titre purement indicatif, et annexes données également à titre purement indicatif, indépendamment des sources citées auparavant.