

USINE D'ÉPURATION DES GRÉSILLONS

GRESILLONS WASTE WATER TREATMENT PLANT

Philippe JACQUET, Sami BOUNATIROU, Alain LEGEAY

BOUYGUES TP

André LEROUX

CITE France

1. INTRODUCTION

En réponse à l'appel d'offres sur performance lancé par le SIAAP (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne) en 2002, un groupement d'entreprises emmenées par STEREAU et BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS s'est constitué et organisé pour proposer un projet d'usine utilisant les procédés les plus modernes de traitement dit en culture fixée.

Cette usine permettra de traiter à partir de février 2007 les effluents de 300000 équivalents habitants dans une première tranche et de traiter les effluents d'un million d'habitant dans une deuxième tranche ultérieure.

Après 15 mois d'études qui ont permis de définir en détail les éléments du process et les structures qui l'abritent, le chantier a démarré en juillet 2004 pour 27 mois de travaux et 4 mois de mise en route.

Deux ans d'assistance prévus au contrat permettront de transférer le contrôle de l'usine à l'exploitant tout en affinant les réglages de fonctionnement.

2. DESCRIPTION DE LA FILIÈRE DE TRAITEMENT

2.1. Filière eau

La filière retenue pour la culture fixée, se compose des ouvrages suivants :

1. INTRODUCTION

In response to a performance based call for tenders issued by the SIAAP (Paris wastewater treatment authority) in 2002, a consortium of companies led by STEREAU and BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS formed and organised itself to propose a project for a plant using the most modern treatment techniques, known as the "fixed growth" process.

As of February 2007, this plant will enable the effluents from 300 000 population equivalents to be treated in a first phase. In a second, subsequent phase, this will increase to one million population equivalents.

After 15 month's study, which enabled the finer points of the processes and the structures housing them to be defined in detail, work, scheduled to last 27 months followed by 4 months commissioning, began in July 2004.

Two year's support is provided for in the contract to enable control of the plant to be handed over to the operator and, at the same time, to fine tune the operating adjustments.

2. DESCRIPTION OF THE TREATMENT PROCESS

2.1. Water treatment process

The process retained for the attached culture, comprises the following structures :

2.1.1. Arrivée et comptage des effluents

Les eaux brutes sont fournies par deux collecteurs, l'un en provenance de Seine-Centre (usine de Colombes) qui reprend au passage, les eaux du SIARE (Enghien) et de la région de Pierrelaye, l'autre en provenance du SIARH (région de l'Haut-Ille). Entrant dans l'usine, ces deux canalisations de respectivement 1000 et 800 de diamètre, passent par deux comptages électro magnétiques avant d'entrer dans le bâtiment de pré traitement par deux puits qui déversent dans une fosse de banalisation.

2.1.2. Dégrilleurs

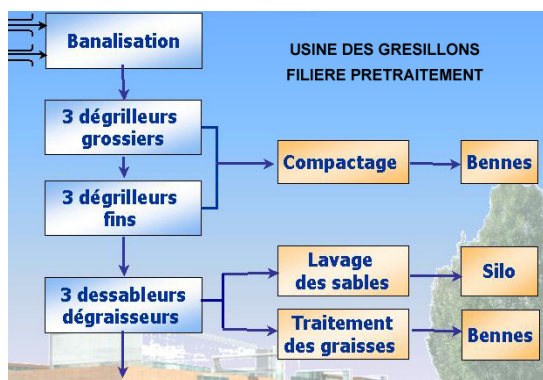
Les eaux brutes se répartissent alors sur trois files comportant chacune un dégrilleur grossier de 40 mm puis un dégrilleur fin de maille 6mm. Les déchets issus de ces dégrilleurs sont compactés puis stockés dans des bennes compactrices, qui les emporteront vers une unité d'incinération extérieure.

2.1.3. By-pass

Un seuil et une vanne murale permettent un by-pass général de l'usine en cas de débit incontrôlé ou d'incident. Le by-pass est réalisé par une canalisation de 2.20m de diamètre qui court le long des bâtiments de la file eau permettant un by pass à chaque étape de traitement.

2.1.4. Dessableurs dégraisseurs combinés.

L'élimination des sables et des graisses est réalisée dans trois bassins longitudinaux. Chaque ouvrage est muni d'aérateurs à micro bulle et d'un pont racleur. Les sables sont orientés vers une unité de lavage à effet coanda. Les graisses sont pompées vers des concentrateurs. Elles seront ensuite mises en benne spécialisée et emportées vers une unité d'incinération.



2.1.5. Traitement primaire et tamisage

Les effluents pré traités transitent vers un deuxième bâtiment pour être répartis en trois files de traitement primaire par décantation lamellaire physico-chimique et recirculation de boues (DELREB).

2.1.1. Input and metering of effluents

The raw water is supplied by two collectors, one coming from Seine-Centre (Colombes plant), which picks up, on the way, water from the SIARE (Enghien wastewater treatment authority) and the Pierrelaye region, and the other from the SIARH (Haut-Ille Region wastewater treatment authority). On entering the plant, the two pipes, with respective diameters of 1000 and 800, go through two electromagnetic metering units before entering the pre-treatment building via two wells that discharge into a common pooling pit.

2.1.2. Bar screens

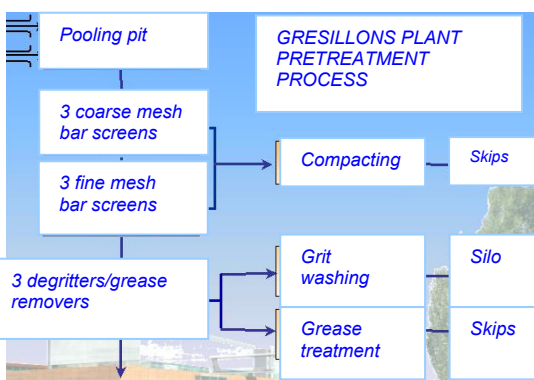
The raw water is then divided into three lines, each comprising a 40 mm coarse mesh bar screen followed by a 6 mm fine mesh bar screen. The waste from these bar screens is compacted and stored in compactor equipped lorries, which takes the waste to an external incineration plant.

2.1.3. By-pass

A threshold and a penstock enable a general by-pass of the plant in the event of an uncontrolled flow rate or an incident. The by-pass is in the form of a 2.20m diameter pipe that runs along the length of the water treatment line buildings, allowing a by-pass at each step of the treatment.

2.1.4. Combined degritters / grease removers.

Grit and grease are removed in three longitudinal tanks. Each structure is equipped with microbubble aerators and a bridge scraper. The grit is then directed towards a Coanda Effect washing unit. The grease is pumped to the concentrators. They are then placed in specialised skips and removed to an incineration plant.



2.1.5. Primary treatment and straining

The pre-treated effluents go to a second building, where they are divided into three primary treatment lines by physical / chemical lamellar settling and sludge recirculation (DELREB).

Les eaux sales de lavage des biofiltres sont également envoyées vers ces trois bassins de décantation afin de piéger les boues de biofiltration et de les épaissir.

Ces boues sont ensuite pompées vers le bâtiment de traitement des boues.

A la sortie des files de décantation primaire, les effluents sont tamisés finement afin de protéger efficacement le traitement biologique par filtration situé en aval.

2.1.6. Traitement biologique par biofiltration

Le traitement biologique est de type biofiltration sur trois étages. Ce procédé permet de traiter sur le premier étage la pollution carbonée et d'effectuer une pré-dénitrification de l'effluent grâce à une recirculation des nitrates sortant de l'étage nitrifiant. Le premier étage est constitué de 8 biofiltres de 112m².

Le second étage sert à la nitrification de l'effluent sur 14 biofiltres de 112m². Il est aéré à l'aide d'une centrale d'air process sur 3 turbocompresseurs.

Le dernier étage est un étage de dénitrification sur 6 biofiltres de 81m². Une injection de méthanol est prévue pour apporter le substrat carboné nécessaire à la croissance des bactéries.

Des organes de lavage, deux bâches d'eaux traitées et deux bâches de récupération des eaux sales ainsi que des pompes et des turbocompresseurs d'air de lavage permettent d'éliminer la masse biologique excédentaire qui viendrait colmater les biofiltres.

The contaminated scrubbing water from the biofilters is also sent to these three settling tanks in order to trap and thicken the biofiltration sludge.

This sludge is then pumped to the sludge treatment building.

When they leave the primary settling lines, the effluents are finely screened in order to efficiently protect the filtration biological treatment located downstream.

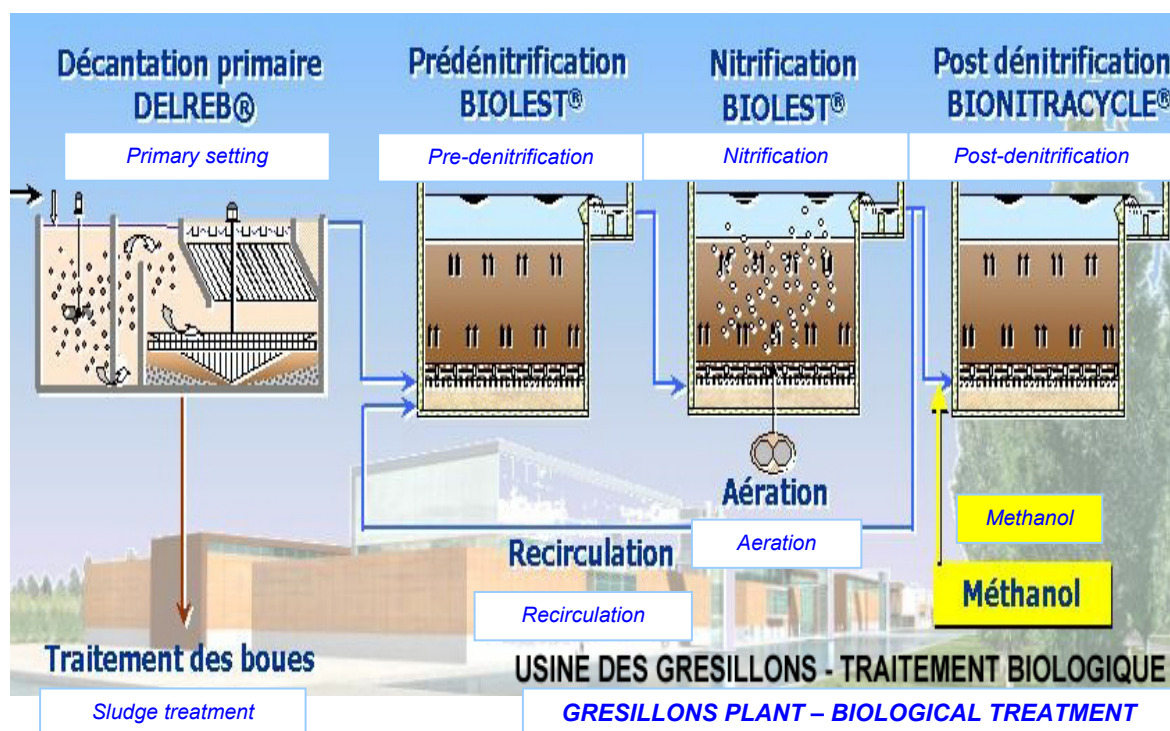
2.1.6. Biological treatment by biofiltration

The biological treatment used is the three stage biofiltration type. This process enables carbonaceous pollution to be treated in the first stage and a preliminary de-nitrification of the effluent to be carried out thanks to a recirculation of nitrates from the nitrification stage. The first stage comprises eight 112m² biofilters.

The second stage involves nitrification of the effluent on 14 biofilters of 112m². It is aerated by means of a process air unit with 3 turbo compressors.

The final stage is a de-nitrification stage on 6 biofilters of 81m². An injection of methanol is provided for to supply the carbonated substrate required for the growth of bacteria.

Scrubbing units, two treated water tanks, two contaminated water recovery tanks and pumps and scour air turbo compressors ensure any excess biological mass that could clog the biofilters is eliminated.



2.1.7. Rejet en Seine

Un canal venturi et un préleveur permettent d'assurer un contrôle en continu des rejets en Seine. Le rejet est effectué par une canalisation de 3 mètres de diamètre sur environ 900m de longueur dimensionnée pour la phase ultérieure de développement. Un ouvrage de chute permet de se prémunir de la diffusion de mousses en rivière, et un diffuseur évitera des remous gênant pour la navigation.

2.1.7. Discharge into the River Seine

A venturi flume and a sampler allow discharges into the Seine to be continuously controlled. The discharge is via a 3 m diameter pipe, around 900 m long, dimensioned for the later development phase. A drop structure enables the diffusion of foam in the river to be controlled and a diffuser prevents eddies that could bother river traffic.

2.2. Filière boues

2.2. Sludge treatment process

2.2.1. Déshydratation des boues

2.2.1. Sludge dewatering

Les boues primaires et biologiques mélangées, sont extraites des décanteurs primaires et stockées dans deux bâches à boues, puis sont reprises par pompage vers la déshydratation.

The mixed primary and biological sludges are extracted from the primary clarifiers and stored in two sludge tanks, before being pumped to the dewatering unit.

La déshydratation des boues est assurée par trois centrifugeuses avec conditionnement au moyen d'un polymère. Les boues produites ont une siccité de l'ordre de 25% et sont pompées vers deux silos de stockages de boues déshydratées.

The dewatering of the sludge is assured by three centrifuges with polymer conditioning. The resulting sludge has a dry solids content of around 25% and is pumped to two dewatered sludge storage silos.

2.2.2. Séchage des boues

2.2.2. Sludge drying

Les boues déshydratées sont reprises à partir des deux silos pour alimenter les deux files de séchage.

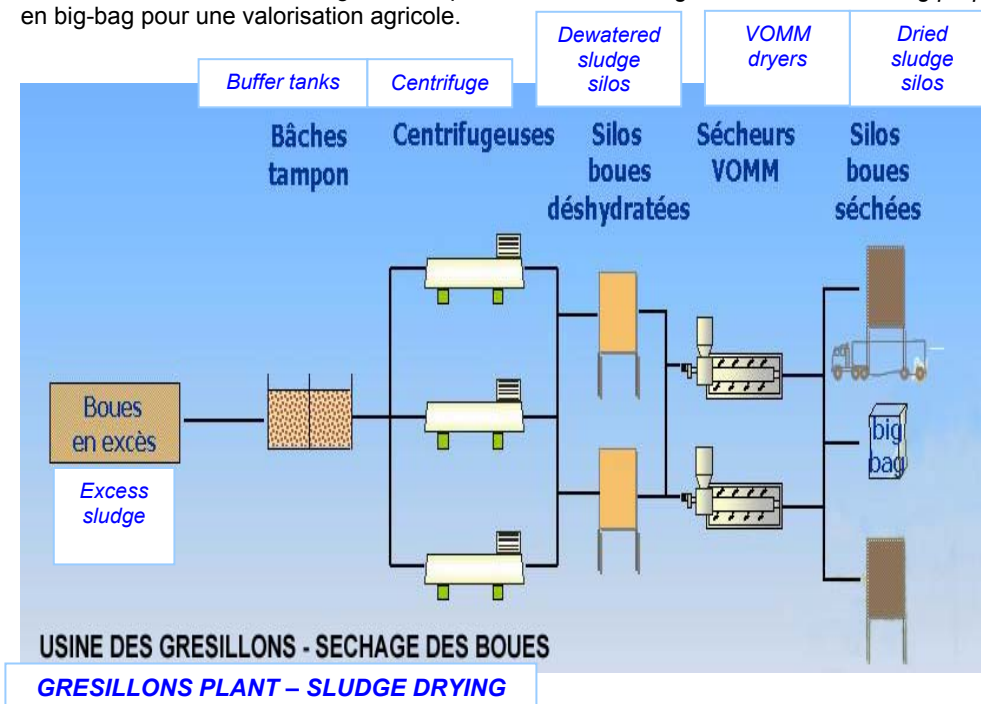
The dewatered sludge is transferred from the two silos and fed into the two drying lines.

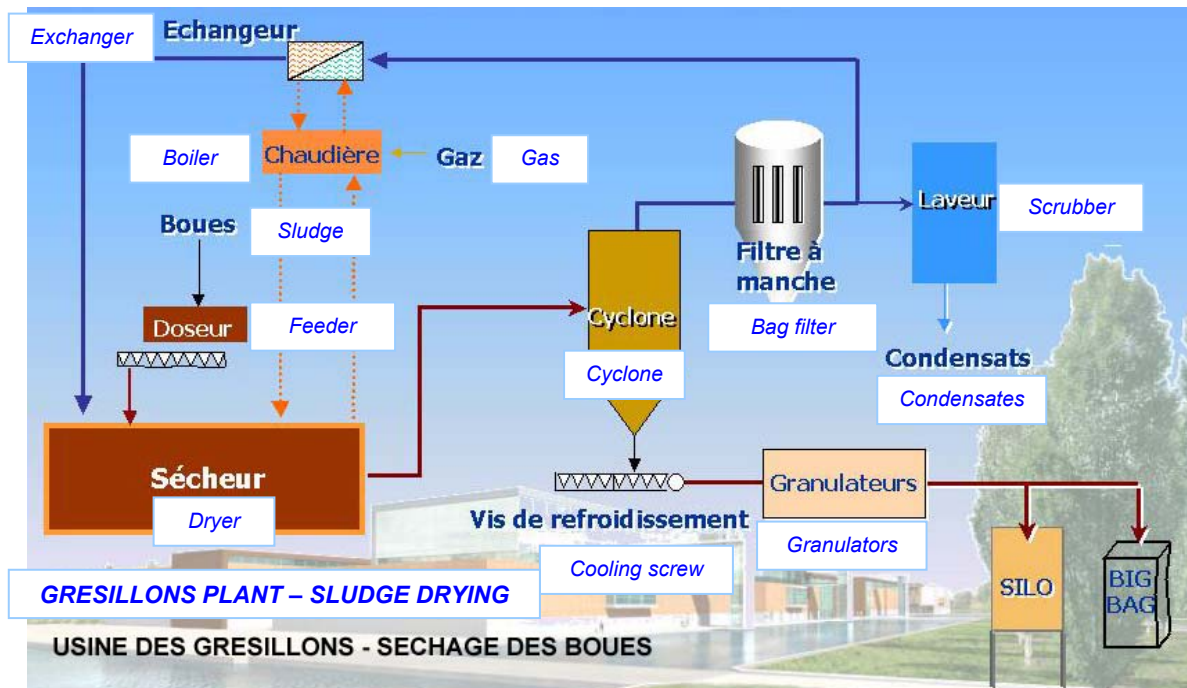
Le séchage est assuré par deux sècheurs VOMM qui délivrent des boues à 95% de siccité, le fluide caloporteur étant de l'huile chauffée par une chaudière.

Drying is assured by two VOMM dryers, which result in sludge with 95% dry solids, the heat transfer fluid being oil heated by a boiler.

Les boues séchées sont ensuite dirigées vers deux files de stockage en silo pour évacuation par camion vers l'incinération ou granulées puis mises en big-bag pour une valorisation agricole.

The dried sludge is then directed towards two silo storage lines and evacuated by lorry to an incineration plant or granulated and placed in big bags for re-use for farming purposes.





2.3. Traitement de l'air

2.3. Air treatment process

2.3.1. Ventilation – Chauffage

2.3.1. Ventilation – Heating

Les locaux abritant le pré-traitement et le séchage des boues sont mis en dépression par un réseau de gaines et de ventilateurs reliés à un plénum. Les zones les plus odorantes sont confinées afin d'éviter la propagation dans les locaux. Un apport d'air neuf est assuré par des centrales d'air.

The buildings housing the pre-treatment and drying of the sludge are depressurised by a network of ducts and ventilators linked to a plenum chamber. The most odorous zones are confined in order to avoid odours propagating within the building. Fresh air is fed in by air compressor units.

Les décanteurs lamellaires, le tamisage ainsi que les biofiltres sont couverts et connectés au réseau d'extraction d'air vicié.

The lamellar clarifiers, the straining and the biofilters are covered and connected to the contaminated air extraction system.

2.3.2. Désodorisation

2.3.2. Odour control

L'air extrait des bâtiments et des ouvrages est repris au niveau du plénum vers une unité de désodorisation.

The air extracted from the buildings and structures is collected at the level of the plenum chamber and sent to an odour control unit.

Le traitement de l'air vicié est effectué par deux lignes composées chacune de quatre tours placées en série, soit une capacité de traitement de 200000m³/h. Celles-là assurent un lavage physico-chimique de type acide, oxydant à PH faiblement basique, oxydant à PH fortement basique puis réducteur, permettant l'élimination des composés soufrés et azotés et les éventuelles trace de chlore issues des lavages oxydant.

The contaminated air treatment is assured by two lines, each comprising four towers placed in series, i.e. a treatment capacity of 200 000m³/h. These assure an acid, oxidising type physical / chemical scrubbing at weakly basic pH, oxidizing at highly basic pH then reducing, enabling the elimination of sulphur and nitrogen containing compounds and any traces of chlorine from the oxidising scrubbing.

3. LE GROUPEMENT ADJUDICATAIRE ET LES PRINCIPAUX SOUS-TRAITANTS

- Le groupement process est constitué de STEREAU, mandataire, et de PASSAVANT-ROEDIGER, solidaires. Stereau est également mandataire du groupement.
- Le groupement Génie civil est constitué de BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS et de RAZEL, solidaires.
- Le groupement des architectes est constitué du cabinet HB Architectes, et du cabinet Alain Farel, solidaires.
- Une quarantaine de sous-traitants participent à la réalisation de ce projet en dehors d'ETDE et de VOMM qui réalisent respectivement les réseaux électriques et automatismes puis la fourniture et la pose des installations de séchage.

3. THE SUCCESSFUL BIDDER CONSORTIUM ET THE PRINCIPAL SUB-CONTRACTORS

- The process consortium comprises STEREAU, proxy, and PASSAVANT-ROEDIGER, jointly responsible. Stereau is also proxy of the consortium.
- The civil engineering consortium comprises BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS and RAZEL, jointly responsible.
- The architectural consortium comprises the HB Architectes and Alain Farel architectural firms, jointly responsible.
- Around forty or so sub-contractors are involved in the completion of this project, apart from ETDE and VOMM, which are responsible for the electrical networks and automatic control systems and the supply and the installation of the drying installations respectively.



4. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX BÂTIMENTS

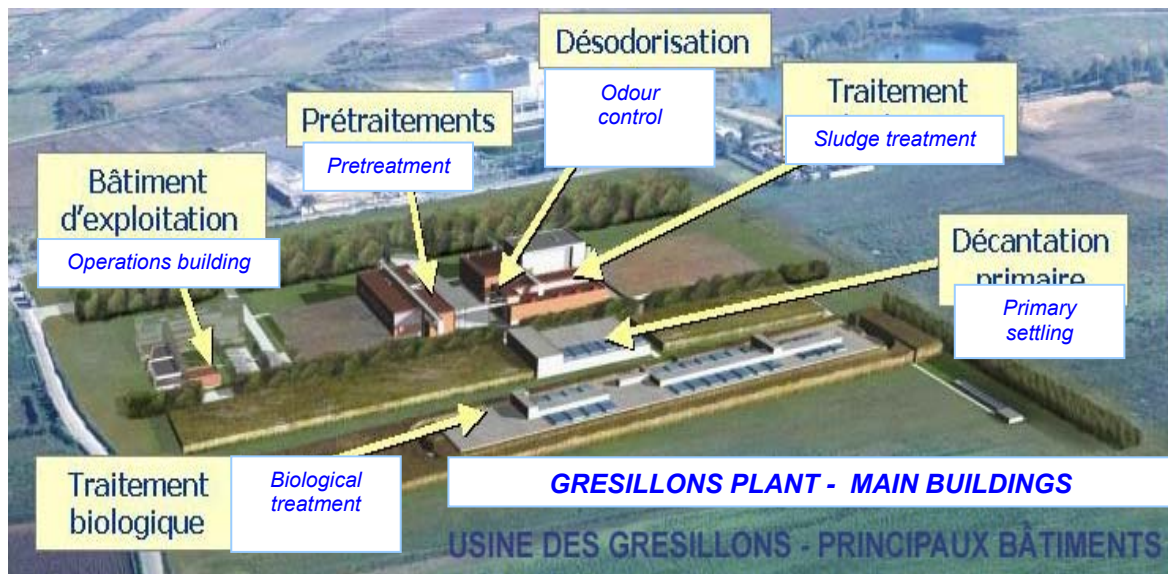
L'usine comporte 7 bâtiments principaux :

- A10 : Pré-traitement
- B10 : Décantation lamellaire
- C10 : Biofiltres
- E10 : Traitement des boues
- F10 : Désodorisation et Séchage des boues
- G10 : Bâtiment d'exploitation
- H10 : Bâtiment Administratif (hors lot)

4. DESCRIPTION OF THE MAIN BUILDINGS

The plant comprises 7 main buildings:

- A10: Pretreatment
- B10: Lamellar settling
- C10: Biofilters
- E10: Sludge treatment
- F10: Odour control and sludge drying
- G10: Operations building
- H10: Administrative building (not included in works package)



4.1. Pré-traitement

Ouvrage à 2 niveaux de 85m x 30m x 12m de haut, (3400m³ de béton) un joint de dilatation sépare le « dégrillage-tamissage » du « déssablage-dégraissage ». La dalle de couverture est constituée de poutres et dalles précontraintes de portée maximale 16m et 8m. Un traitement architectural (du type tôle froissée) est réalisé sur les deux façades principales. L'ouvrage est fondé sur radier sous les zones hydrauliques et sur semelle superficielle et dallage ailleurs.

4.1. Pre-treatment

Two level structure, measuring 85m x 30m x 12m high (3400m³ of concrete). An expansion joint separates the "screening-straining" from the "grit removal-grease removal". The cover slab comprises pre-stressed beams and slabs with a maximum span of 16m and 8m. The two principal facades have an architectural finish (corrugated iron type). The structure is supported on a concrete foundation slab underneath the hydraulic zones and on superficial footings elsewhere.

4.2. Décantation lamellaire

Ouvrage de 69m x 44m x 7 et 11m de haut, (4300m³ de béton) deux joints de dilatation dissocie les décanteurs lamellaires (coagulation, floculation et décantation) du tamissage. La dalle de couverture du tamissage est constituée de dalle précontrainte de 15m de portée. L'ouvrage est fondé sur radier.

4.2. Lamellar settling

Structure measuring 69m x 44m x 7 and 11m high, (4300m³ of concrete). Two expansion joints dissociate the lamellar clarifiers (coagulation, flocculation and settling) from the straining unit. The cover slab of the straining comprises a pre-stressed 15m span slab. The structure is supported on a concrete foundation slab.

4.3. Biofiltres

C'est le bâtiment le plus imposant de l'usine, il représente à lui seul près de la moitié du génie civil de l'ensemble du projet.

Ouvrage de 245m x 37.6m x 8 et 11m de haut, (17000m³ de béton).

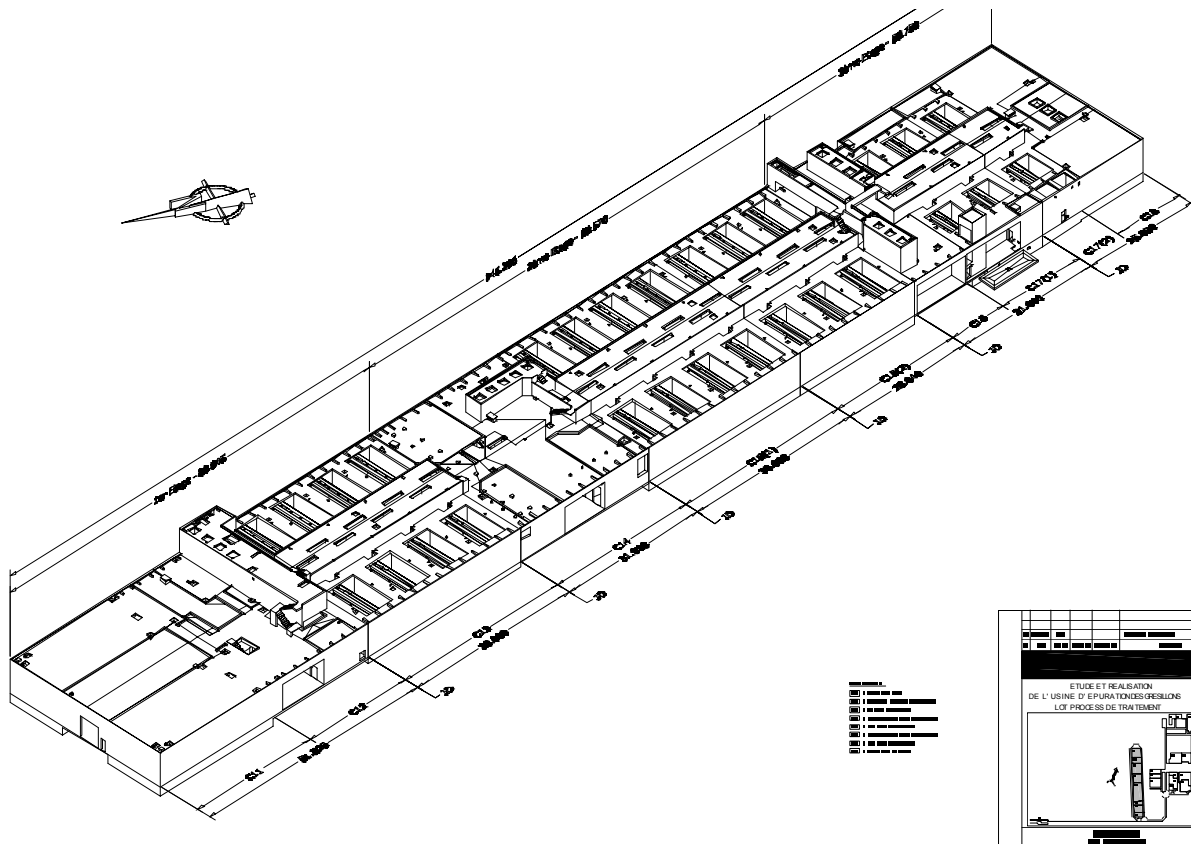
Cet ouvrage, qui s'articule en 5 ensembles principaux (52m, 38m, 32m, 66m, 56m) dont les 3 étages de biofiltres, est fondé sur des radiers de niveaux et d'épaisseurs variables. Un joint de dilatation les désolidarise les uns des autres.

4.3. Biofilters

This is the most imposing building in the plant and represents, on its own, nearly half of the civil engineering work for the whole project.

Structure measuring 245m x 37.6m x 8 and 11m high, (17000m³ of concrete).

This structure, which is broken down into 5 principal assemblies (52m, 38m, 32m, 66m, 56m) including the 3 biofilter stages, is supported on variable level and thickness concrete foundation slabs. An expansion joint dissociates these various elements.



Le 1^{er} ensemble, raccordé au tamisage, intègre les 2 bâches d'eaux sales et le poste de relèvement du 1^{er} étage surmonté du carneau des eaux brutes alimentant le 1^{er} étage de « biofiltration ». Il est également connecté au dernier étage de l'ouvrage, afin de récupérer les eaux à forte concentration de nitrates.

Le 2^{ème} ensemble, 1^{er} étage de « biofiltration », comporte 8 cellules de « biofiltres » de 9m x 12.5m, réparties de part et d'autre d'une galerie centrale de 8.5m de large qui supporte les vasques d'alimentation des biofiltres d'une part et les carneaux d'eaux brutes, d'eaux filtrées et d'eaux sales d'autre part. Chaque cellule de « biofiltres » est équipée d'un plancher filtrant de 15cm d'épaisseur constitué de 35 dalles préfabriquées perforées (180 trous / dalle, soit 6300 trous / cellule) ancrées sur des poutres scellées dans le radier et supportant le matériau filtrant du Process (Pouzzolane).

Le 3^{ème} ensemble comporte le poste de relèvement du 2^{ème} étage et la centrale d'air. Elle possède une géométrie complexe.

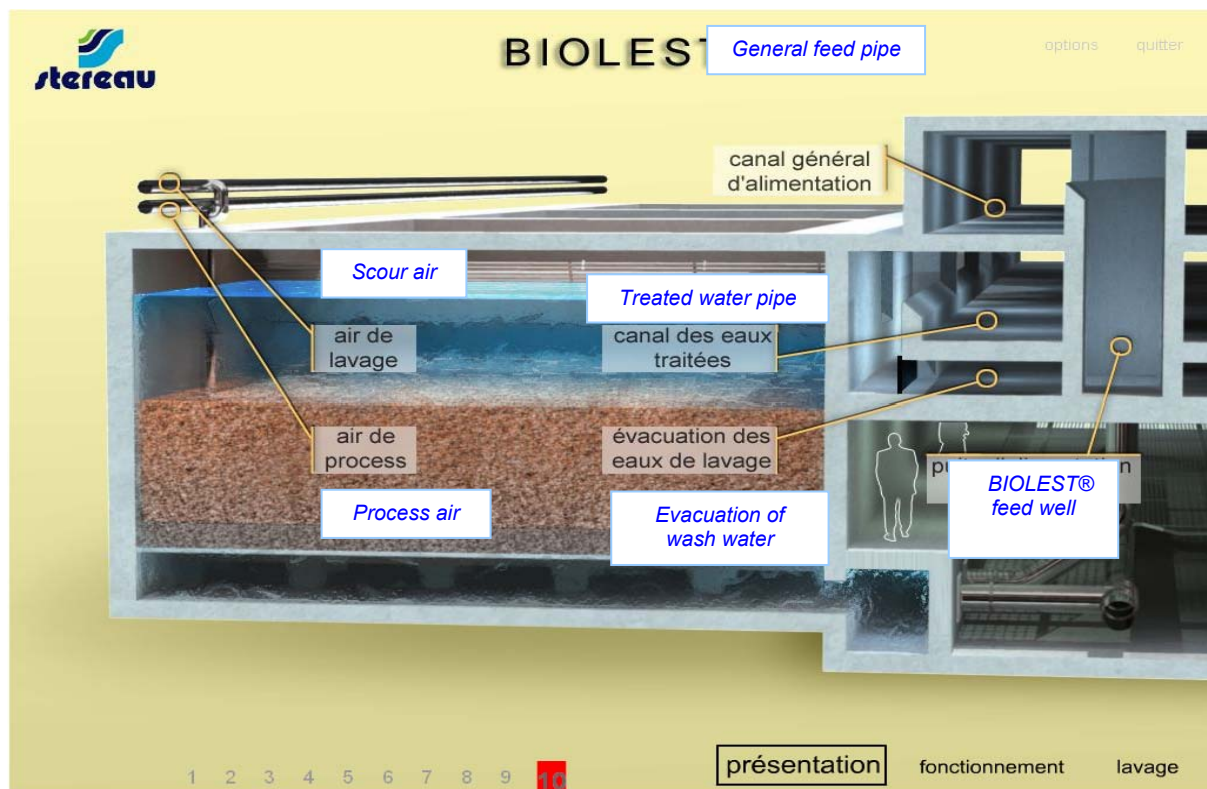
Le 4^{ème} ensemble, 2^{ème} étage de « biofiltration » comporte 14 cellules de « biofiltres » et organisé sur le même modèle de structure que celui du 1^{er} étage.

The 1st assembly, connected to the straining unit, includes the 2 contaminated water tanks and the 1st stage lifting station, surmounted by the raw water flue supplying the 1st "biofiltration" stage. It is also connected to the final stage of the structure, in order to recover the water with a high nitrate concentration.

The 2nd assembly, the 1st "biofiltration" stage, comprises 8 "biofilter" cells of 9m x 12.5m, arranged on either side of an 8.5m wide central gallery that supports the biofilter feed basins on the one hand and the raw water, filtered water and contaminated water flues on the other hand. Each "biofilter" cell is equipped with a 15 cm thick filter floor comprising 35 prefabricated perforated slabs (180 holes / slab, i.e. 6300 holes/ cell) anchored onto beams embedded in the concrete foundation slab and supporting the process filtration equipment (Pouzzolane).

The 3rd assembly comprises the lifting station of the 2nd stage and the air treatment unit. Its geometry is complex.

The 4th assembly, the 2nd "biofiltration" stage, comprises 14 "biofilter" cells and is set out on the same structural lines as that of the 1st stage.



Le dernier ensemble regroupe, le poste de relèvement du 3^{ème} étage, le poste de recirculation des nitrates, le 3^{ème} étage de « biofiltration » et les bâches d'eau de lavage.

Chaque ensemble de cet ouvrage, à l'exception des étages de « biofiltration », est raccordé à un tuyau de by-pass longeant l'ouvrage et permettant de « court-circuiter » le traitement en cas de panne en renvoyant les eaux vers le poste de comptage avant le rejet en Seine.

4.4. Traitement des boues

Ouvrage de 63m x 31m x 8 et 11m de haut, (3200m³ de béton). L'ensemble s'articule en 3 zones désolidarisées par un joint de dilatation comprenant le stockage des boues (2x2000m³) et le local centrifugation, le local réactifs et le stockage des big-bags. L'ouvrage est fondé sur radier. Un traitement architectural (du type tôle froissée) est réalisé sur les deux façades principales.

4.5. Désodorisation et séchage des boues

Ouvrage de 69m x 43.5m x 11 et 18m de haut, (4200m³ de béton). Il se décompose en 2 zones désolidarisées par un joint de dilatation comprenant, d'une part, le bâtiment de désodorisation et, d'autre part, le séchage des boues. L'ouvrage est fondé sur radier, semelle superficielle et dallage. La dalle de couverture est

the 3rd stage, the nitrate recirculation unit, the 3rd "biofiltration" stage and the scrubbing water tanks.

Each assembly of this structure, with the exception of the "biofiltration" stages, is connected to a by-pass pipe that runs along the length of the structure and enables a "short-circuit" of the treatment if a problem arises, by returning the water to the metering unit before being discharged into the River Seine.

4.4. Sludge treatment

Structure measuring 63m x 31m x 8 and 11m high, (3200m³ of concrete), comprising 3 zones dissociated by an expansion joint, including the storage of sludge (2x2000m³) and the centrifugation area, the reagent storage area and the big bag storage area. The structure is supported on a concrete foundation slab. The two principal facades have an architectural finish (corrugated iron type)

4.5. Odour control and sludge drying

Structure measuring 69m x 43.5m x 11 and 18m high, (4200m³ of concrete), broken down into 2 zones dissociated by an expansion joint comprising, firstly, the odour control building and, secondly, the sludge drying building. The structure is supported on a concrete foundation slab superficial footings. The cover slab comprises pre-stressed beams and slabs with a maximum span of 16m and 8m.

constituée de poutres et dalles précontraintes de portée maximale 16m et 8m.

4.6. Bâtiment d'exploitation

Bâtiment classique fondé superficiellement et abrite principalement la salle des commandes, un laboratoire et un atelier.

4.7. Corps d'états architecturaux et circuit de visite

Une des caractéristiques fortes de ce projet réside dans l'importance prise par les corps d'état architecturaux. Le projet est moderne tant par la technicité du processus de traitement mis en œuvre que par la façade architecturale qu'il doit présenter à l'extérieur offrant un mélange de matériaux bruts, pour les bâtiments consacrés purement au traitement des eaux, et de matériaux plus nobles pour les bâtiments techniques, l'objectif étant de réussir l'insertion de l'ensemble dans le site des Grésillons.

Ces prestations sont associées à la réalisation d'un « **circuit de visite** » de l'usine accessible au public lors de visites organisées permettant ainsi de voir et comprendre le cycle de l'épuration de l'eau.

5. MÉTHODOLOGIE ET ÉTUDE D'UN BIOFILTRE

Chaque ensemble de biofiltre a fait l'objet d'un calcul aux éléments finis, ceci pour tenir compte de leur géométrie complexe et de l'alternance des cas de chargement. Le code de calcul utilisé est « EFFEL ».

Le cas de charge le plus significatif est celui du gradient thermique pris égal à :

- $\pm 20^{\circ}\text{C}$ sur les superstructures des ouvrages hydrauliques
- $\pm 10^{\circ}\text{C}$ pour les ouvrages enterrés
- $+45^{\circ}\text{C}$ sur la dalle supérieure (parois exposées au soleil et soumises à un ciel gazeux)

Ces cas de charge extrême se combinent avec un état de fissuration très préjudiciable au sens du fascicule 74 pour toute paroi en contact avec un liquide ou enterrées.

5.1. Plancher filtrant

La particularité d'un biofiltre est le système de plancher filtrant préfabriqué fixé (tiges Inox) sur des poutres préfabriquées (ancrées dans le radier) pour lesquels une tolérance de pose de $\pm 1\text{mm}$ était demandée, mais ramenée à $+9, -6\text{mm}$ en prenant en compte les contraintes de fabrication des différentes pièces.

4.6. Operations building

Conventional building, with superficial foundations and that houses, in particular, the control room, a laboratory and a workshop.

4.7. Architectural aspects and visitor's circuit

One of the key characteristics of this project resides in the importance accorded to the architectural aspects.

The project is very modern, both through the technical nature of the treatment process used and by the architectural façade that it presents to the exterior, offering a mixture of crude materials for the buildings dedicated purely to water treatment, and more noble materials for the service buildings, the objective being to ensure the whole plant blends into the Grésillons site.

In addition, a "visitor's circuit" will be constructed to allow public access to the plant during organised visits, enabling them to view and understand the water purification cycle.

5. BIOFILTER METHODOLOGY AND DESIGN

Each biofilter assembly has been subject to a finite element calculation, in order to take account of their complex geometry and the alternation of load cases. The "EFFEL" calculation code was used.

The most significant load case is that of the temperature gradient:

- $\pm 20^{\circ}\text{C}$ on the superstructures of the hydraulic structures
- $\pm 10^{\circ}\text{C}$ for the buried structures
- $+45^{\circ}\text{C}$ on the upper slab (walls exposed to the sun and subject to a gas roof)

These extreme load cases are combined with a very prejudicable fissuring condition for any wall in contact with a liquid or buried.

5.1. Filter floor

The particularity of a biofilter is the prefabricated filter floor system fastened (by means of stainless steel rods) onto prefabricated beams (anchored in the concrete slab) for which an installation tolerance of $\pm 1\text{mm}$ was initially requested, but brought back to $+9, -6\text{mm}$, taking into account the manufacturing constraints of the different parts.

Dans le fonctionnement normal de l'usine, (cycle journalier de filtration et de lavage), le plancher et poutres sont soumis à des efforts alternés de 5.6 et -2.5 t/m². Ces efforts passent à 9.1 et -8.8t/m² lorsque le plancher est colmaté.

In the normal operation of the plant, (daily filtration and cleaning cycle), the floor and beams are subjected to alternating stresses of 5.6 and -2.5 t/m². These stresses rise to 9.1 and -8.8t/m² when the floor is clogged.



5.2. Choix méthode

L'étanchéité est le point essentiel pour tout ouvrage hydraulique, de là découlent un certain nombre de contraintes que nous nous sommes imposées :

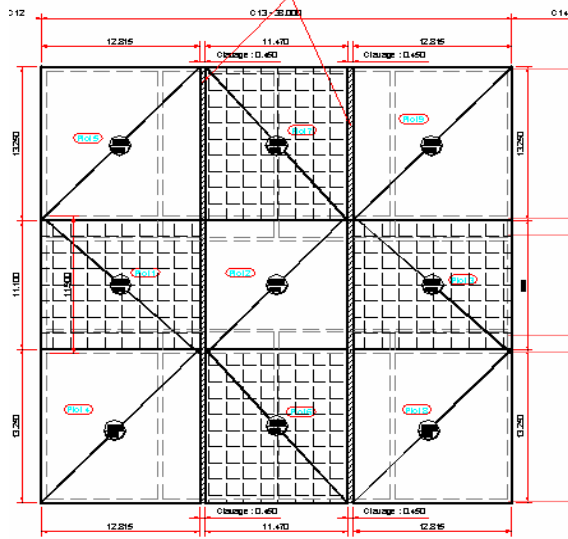
- minimiser l'effet du retrait du béton en réalisant des plots de bétonnage et des clavages
- mise en place de feillard et de joint hydrogonflant dans les reprises de bétonnage de radier
- minimiser le nombre de plot de bétonnage, donc le risque de fuite
- mise en place de joint hydrogonflant sur toutes les reprises de bétonnage verticales
- mise en place d'une résine de protection au droit de toutes reprises dans les locaux humides.

5.2. Choice of method

Since water tightness is the key aspect of any hydraulic structure, we imposed on ourselves a certain number of constraints :

- *to minimise the effects of concrete shrinkage by forming concrete units and stitches*
- *to install strip metal and water expanding joints in the foundation slab concrete bonding areas*
- *to minimise the number of concrete units and therefore the risk of leakage*
- *to install water expanding joints on all vertical concrete joints.*
- *to apply a protective resin on all concrete joints in humid areas.*

VUE EN PLAN RADIER
Bande de clavage



VUE EN PLAN

