Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

**SESSION 2025**

# SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

## Ingénierie, innovation et développement durable

# ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

## Épreuve du mercredi 10 septembre 2025

Durée de l'épreuve : **4 heures**

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.*

*L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.*

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 30 pages numérotées de 1/30 à 30/30.

**Constitution du sujet :**

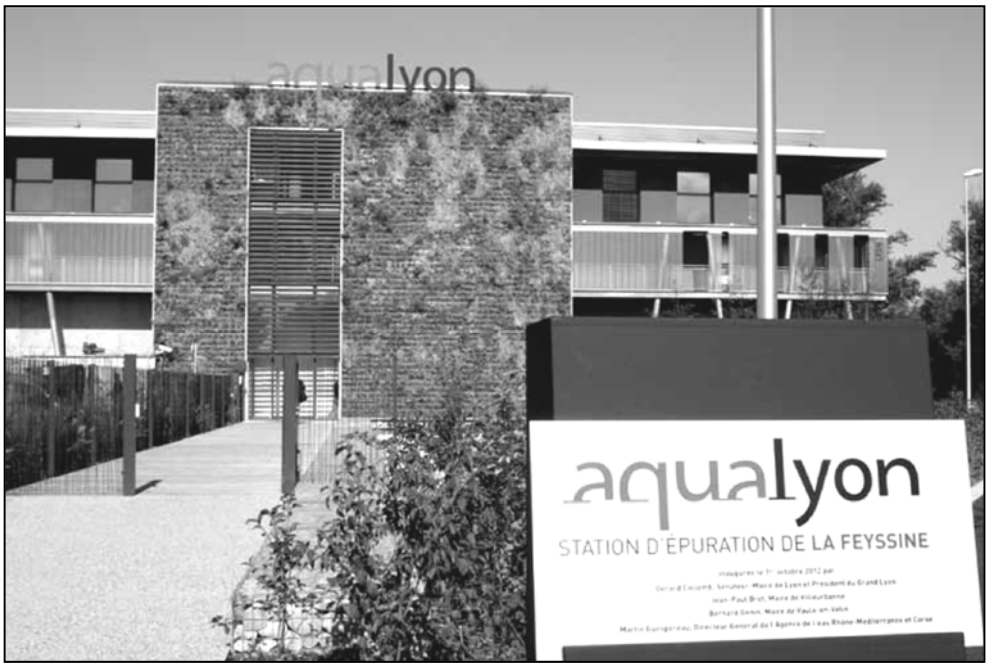
| | |
|---|---|
| **Partie commune (durée indicative 2h30)** | 12 points |
| **Partie spécifique (durée indicative 1h30)** | 8 points |

**Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.**
**Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

**Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.**
**Tous les documents réponses, mêmes vierges, sont à rendre obligatoirement avec la copie.**

## PARTIE commune (2,5h) ..... 12 points

# Analyse des performances de la station de traitement des eaux usées de la Feyssine avec unité de méthanisation



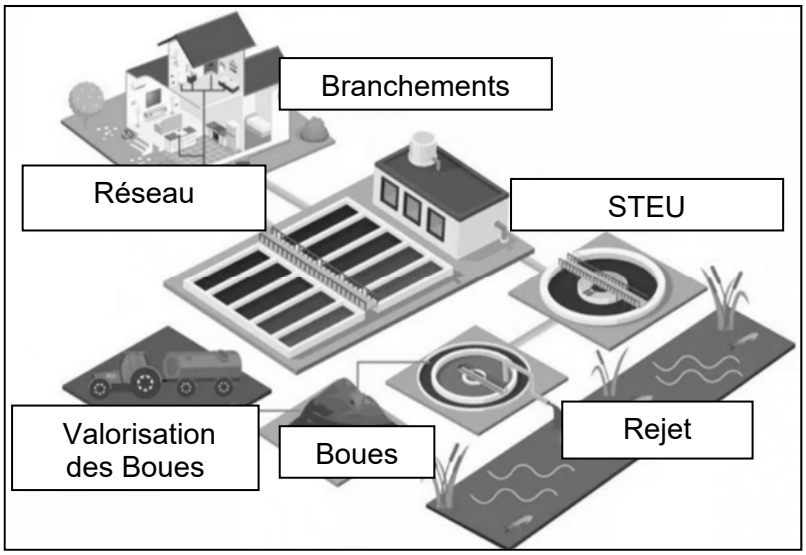


- Présentation de l'étude et questionnement ..... pages 3 à 9
- Documents techniques DT1 à DT8 ..... pages 10 à 15
- Documents réponses DR1 à DR3 ..... pages 16 à 18

## *Mise en situation*

Un système d'assainissement collecte les eaux usées chez les particuliers en limite de propriété. Il achemine les effluents (eaux usées) vers la Station de Traitement des Eaux Usées (STEU) qui les traite avant de les rejeter dans le milieu naturel.

*Cycle de l'assainissement* →




Le Grand LYON gère, sur les 59 communes de la métropole, l'ensemble du cycle de l'eau urbaine et plus particulièrement le traitement des eaux usées.

En 2011 la STEU AQUALYON « Feyssine » a été mise en service dans la périphérie de Lyon. Cette STEU a pour objectif de délester celle de Saint-Fons afin de garantir la conformité vis-à-vis de la directive européenne sur les « Eaux Résiduaires Urbaines » (ERU).

Les STEU, par leur process, créent un déchet ultime appelé « boue ». Cette dernière a un impact majeur sur l'environnement par son traitement. La STEU de la Feyssine, dans un souci d'éco-performance, réduit la quantité de boues à l'aide d'une unité de méthanisation. Cette unité permet de valoriser le déchet en énergie et donc de réduire l'impact environnemental de l'usine.

Dans cette partie commune, l'étude porte sur les performances de l'unité de méthanisation.

## *Travail demandé*

**Partie 1 : comment la station de la Feyssine permet de répondre aux besoins de la métropole ?**

Pour permettre le développement d'un territoire et être conforme, il faut que le système de traitement des eaux ne soit pas saturé.

La population du Grand Lyon est passée de 1 070 000 habitants en 2011 à 1 170 000 habitants en 2021.

Question 1.1 | **Donner** l'état de saturation de la station de Saint-Fons avant 2011.

DT1 | **Expliquer** pourquoi il était nécessaire de mettre en service une nouvelle STEU.

Question 1.2 | **Justifier** que les caractéristiques du terrain du site de la Feyssine permettent de répondre aux exigences d'implantation d'une STEU.

DT2, DT3

La STEU de la Feyssine a une capacité de 300 000 Équivalent Habitant. Elle élimine 17 100 kg de DBO5.

Question 1.3 | **Calculer** les éléments manquants sur le document-réponse DR1.

DT4, DR1

La STEU de la Feyssine est implantée sur un terrain de 400 000 m².

Question 1.4 | **Déterminer** le type de traitement le plus adapté pour ce type de terrain en justifiant votre réponse.

DR1

**Partie 2 : comment la digestion des boues permet d'améliorer les performances d'une STEU dans une démarche de développement durable ?**

La gestion des boues d'une STEU peut se faire de deux manières différentes :

- traitement des boues d'une STEU de type 1 : **sans digestion** des boues, les boues passent simplement en centrifugeuses pour évacuer un maximum d'eau ;
- traitement des boues d'une STEU de type 2 : **avec digestion** des boues (cas de la STEU de la Feyssine). La digestion est un processus naturel de décomposition de la matière organique permettant de diminuer les nuisances olfactives tout en produisant une énergie valorisable : le biogaz. Ce dernier, une fois filtré, peut être revendu et réinjecté sur le réseau GRDF.

*La siccité de la boue correspond au pourcentage de matière sèche (MS) dans la boue, par opposition au taux d'humidité qui représente le pourcentage d'eau dans la boue.*

À l'issue de la digestion, les boues sont séchées pour atteindre une siccité de 89% en moyenne (contre 21,6% à l'issue d'un traitement sans digestion). Elles possèdent alors un pouvoir calorifique important et peuvent être utilisées comme combustible pour remplacer une partie de la consommation d'énergie fossile.

Le document-technique DT5 présente les diagrammes de blocs internes (ibd) des synoptiques simplifiés des deux types de STEU, faisant apparaître les flux de matières et d'énergies.

Question 2.1
DT5

**Lister** les différents flux d'énergies entrants et sortants pour les deux types de STEU.

L'énergie consommée par une STEU de type 1 en une année est de 6 160 000 kW·h, sachant qu'un kW·h d'énergie électrique consommée émet 0,1 $kg_{eq.CO2}$.

Question 2.2
DR2

**Calculer** les émissions de $CO_2$ dues à la consommation d'énergie électrique en $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$.

**Compléter** la deuxième case de la ligne (1) « Énergie électrique consommée » dans le tableau du document-réponse DR2.

La quantité de biogaz réinjectée sur le réseau GRDF pour l'année 2022 s'élève à 5 296 000 $kW \cdot h \cdot an^{-1}$. La production d'un kW·h de biogaz équivaut à une absorption de 0,2 $kg_{eq.CO2}$.

Question 2.3
DR2

**Calculer** l'impact négatif de $CO_2$ dues à cette production de biogaz en $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ pour une STEU de type 2.

**Compléter** la ligne (4) « Production de Gaz naturel » dans le tableau du document-réponse DR2.

Question 2.4
DR2

Sur le document-réponse DR2, **calculer** les impacts totaux en $kg_{eq.CO2}$ pour les deux types de STEU.

**Conclure** sur l'intérêt de la digestion des boues au sein d'une STEU comme celle de la Feyssine d'un point de vue développement durable.

**Partie 3 : comment la maîtrise de l'information permet de garantir la sécurité des personnes ?**

Un des enjeux majeurs pour ce site industriel porte sur la sécurité des personnels intervenants sur la station.



Hormis les risques classiques que l'on peut trouver au sein d'une installation industrielle, les risques d'intoxication dus à la présence de gaz nocifs sont à surveiller de près.

Dans le but de renforcer la sécurité, les personnels sont équipés de détecteurs multi-gaz connectés au réseau Ethernet du site de la station qui permet une surveillance des personnels en temps réel.

Pour cela, 150 points d'accès WiFi sont installés de manière à couvrir l'ensemble des installations. L'administrateur réseau du site a fourni les informations suivantes :

- l'adresse du réseau est 172.16.0.0 ;
- le masque de sous-réseau est 255.255.0.0.

Question 3.1 — **Calculer** le nombre d'hôtes maximal que peut contenir ce réseau.

DT6 — Le numéro d'hôte attribué à la première borne WiFi (n°1) est donné en binaire sur le document-technique DT6. **Convertir** ce numéro en décimal pour obtenir son adresse IP.

Question 3.2 — **Proposer** une adresse IP pour la borne WiFi (n°2) compatible avec le réseau Ethernet de la station et la plage d'adresses IP réservées aux bornes WiFi. **Justifier** votre réponse.

DT6

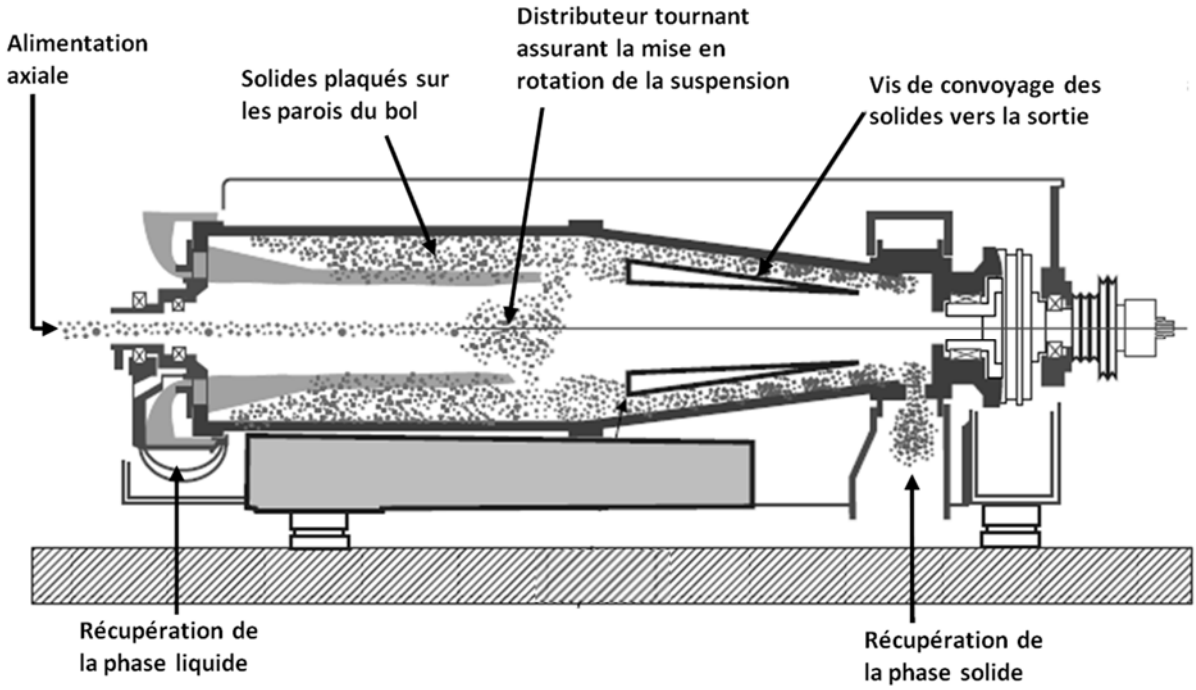
Question 3.3 — **Conclure** quant à la capacité de l'installation à garantir la sécurité des personnes.

**Partie 4 : comment justifier l'utilisation d'un séparateur de boues biologiques ?**

Afin de pouvoir valoriser les boues biologiques, il est nécessaire de réduire la teneur en eau c'est-à-dire d'augmenter le taux de siccité. Les boues sont épaissies par centrifugation.
Le mélange est introduit à l'intérieur de la machine par une alimentation axiale (voir descriptif ci-après) qui débouche dans un distributeur tournant.

Sous l'action de la force centrifuge, les boues injectées sont plaquées contre la paroi du bol en rotation (2 600 $tr \cdot min^{-1}$) et raclées par la vis de convoyage conique vers l'extrémité de la centrifugeuse pour être compactée puis évacuée.

Les eaux sont éjectées à l'autre extrémité de la centrifugeuse. La vis tourne plus vite que le bol grâce à un multiplicateur à arbre parallèle.




Question 4.1 | Sur le document-réponse DR3, **inscrire** la nature des flux d'énergie circulant dans le système (énergie électrique, énergie mécanique).

DR3

Question 4.2 | La fréquence de rotation est de 2 600 $tr \cdot min^{-1}$, **calculer** $\Omega_{bol}$ la vitesse angulaire du bol en $rad \cdot s^{-1}$.

Pour la suite du sujet, la vitesse angulaire du bol $\Omega_{bol}$ est de 300 $rad \cdot s^{-1}$.

Question 4.3 | **Calculer** $F_{cb}$ la force centrifuge appliquée aux boues biologiques en kN.

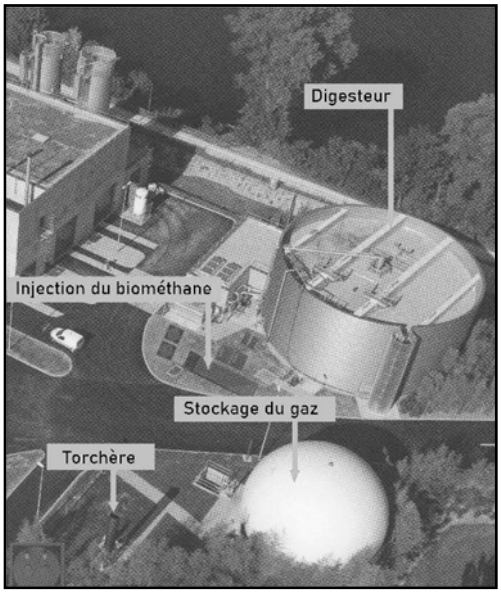
DT7

En considérant que la force centrifuge appliquée à l'eau est : $F_{ce}$ = 30 200 kN.

Question 4.4 | **Comparer** les forces $F_{cb}$ et $F_{ce}$ la force centrifuge appliquée aux boues et à l'eau puis **conclure** sur le dispositif de séparation par centrifugation.

## Partie 5 : peut-on valider l'implantation d'une torchère ?

Dans toute cette étude, g = 9,81 $m \cdot s^{-2}$.




Une des étapes du traitement de l'eau consiste à séparer l'eau et les boues (déchets solides). Ces boues sont valorisées par traitement dans un digesteur.

La digestion anaérobie (sans oxygène) des boues est faite par des bactéries qui consomment la pollution tout en créant un biogaz qui contient 60 à 65% de méthane. Celui-ci est ensuite extrait pour être réinjecté dans le réseau de la ville.

Une zone de stockage temporaire du méthane avant réinjection dans le réseau permet de compenser les fluctuations de production de gaz (zone tampon). En cas de surproduction, le méthane doit être évacué ce qui peut être fait de deux manières possibles :

- **solution 1 :** le méthane est rejeté directement dans l'air ;
- **solution 2 :** le méthane est brulé dans une torchère.

Une dalle en béton existe déjà dans la zone prévue pour l'implantation de la torchère. Il faut vérifier que le sol et cette dalle sont capables d'accueillir cette installation.

La torchère est composée d'un fût à l'intérieur duquel est installé le bruleur. Elle repose sur quatre cornières qui sont vissées sur la dalle en béton. Des équipements supplémentaires sont fixés sur la torchère et permettent de l'alimenter en gaz et de piloter son fonctionnement.

Pour simplifier les calculs, le fût sera considéré comme un cylindre creux.

Question 5.1 | **Calculer** le volume de matière du fût de la torchère.

DT8

La masse des équipements fixés sur la torchère est estimée à 1 250 kg. La masse volumique de l'inox 316 est de 8 000 $kg \cdot m^{-3}$.

Question 5.2 | **Calculer** la masse du fût de la torchère.

DT8 | **Calculer** le poids $P_c$ que devra supporter chaque cornière.

Un calcul a permis de déterminer que le poids de la dalle équipée (dalle en béton + torchère + autres équipements) est de 200 000 N.

La contrainte admissible (résistance à la compression) du sol a été mesurée à cet endroit et vaut 0,1 MPa.

Question 5.3

DT8

**Calculer** la surface de la dalle en béton.

**Calculer** la valeur de la contrainte de compression $\sigma_{sol}$ que subit le sol sous la dalle équipée.

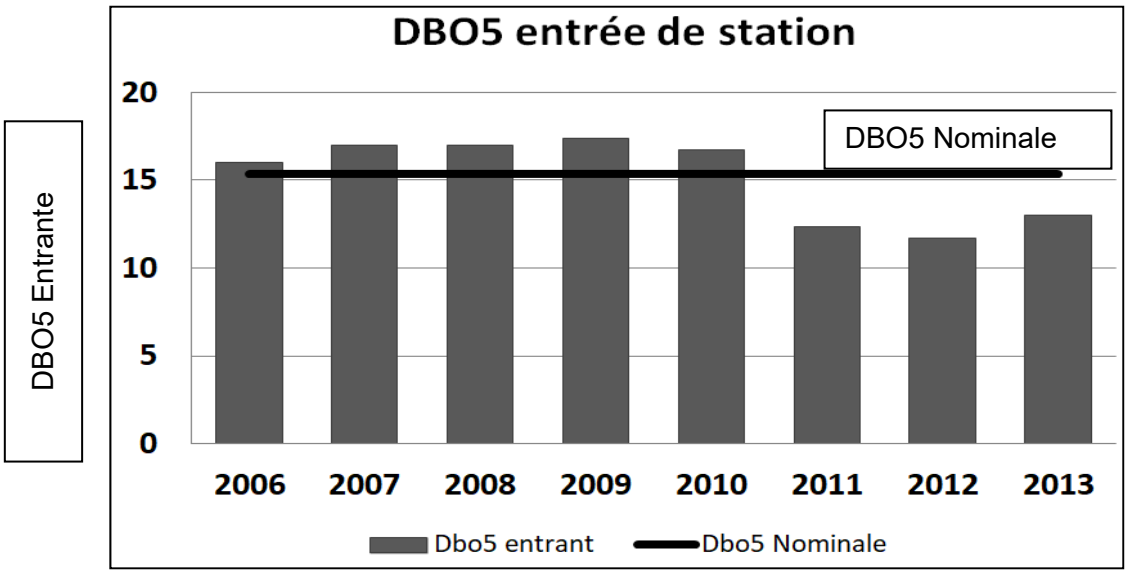
**Conclure** sur la capacité du sol à supporter l'implantation de ce système.

Question 5.4

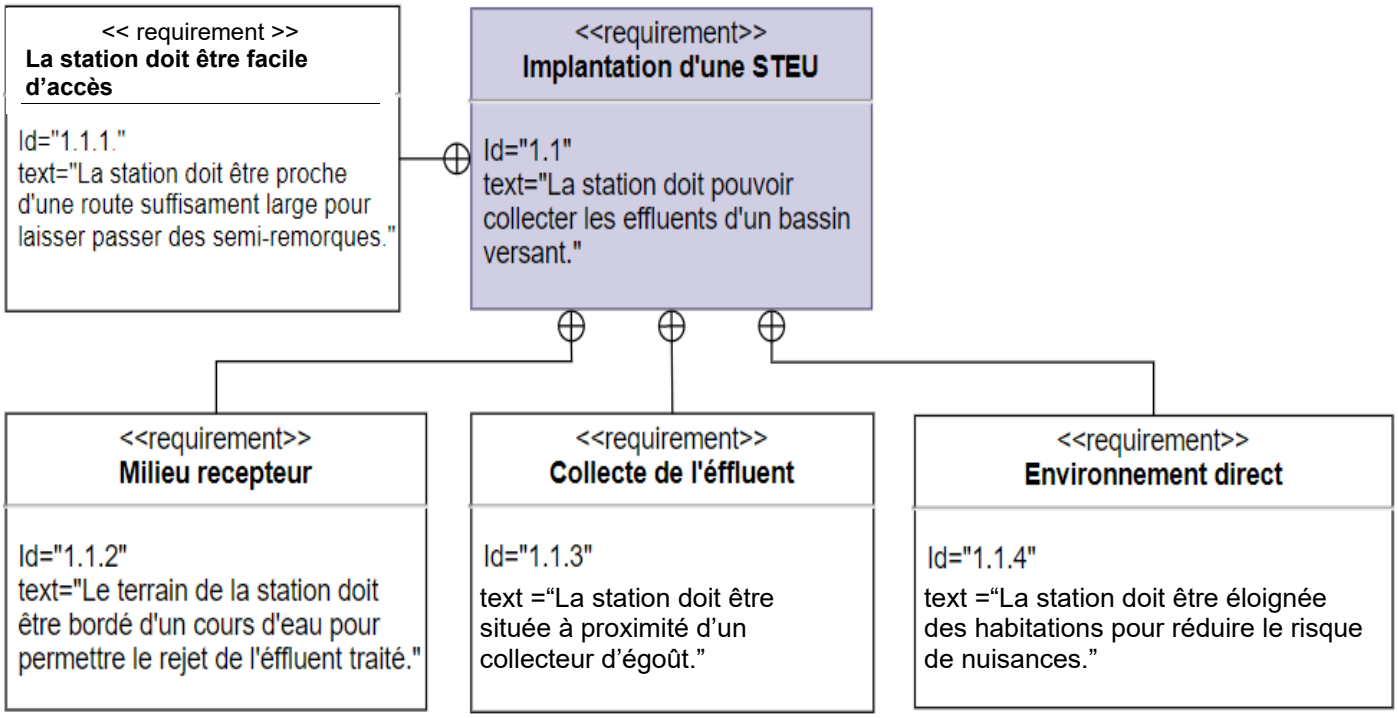
**Conclure** sur l'intérêt et la possibilité d'installer une torchère sur ce site.

## DT1 : évolution de la charge entrante de la STEU de Saint Fons en DBO5

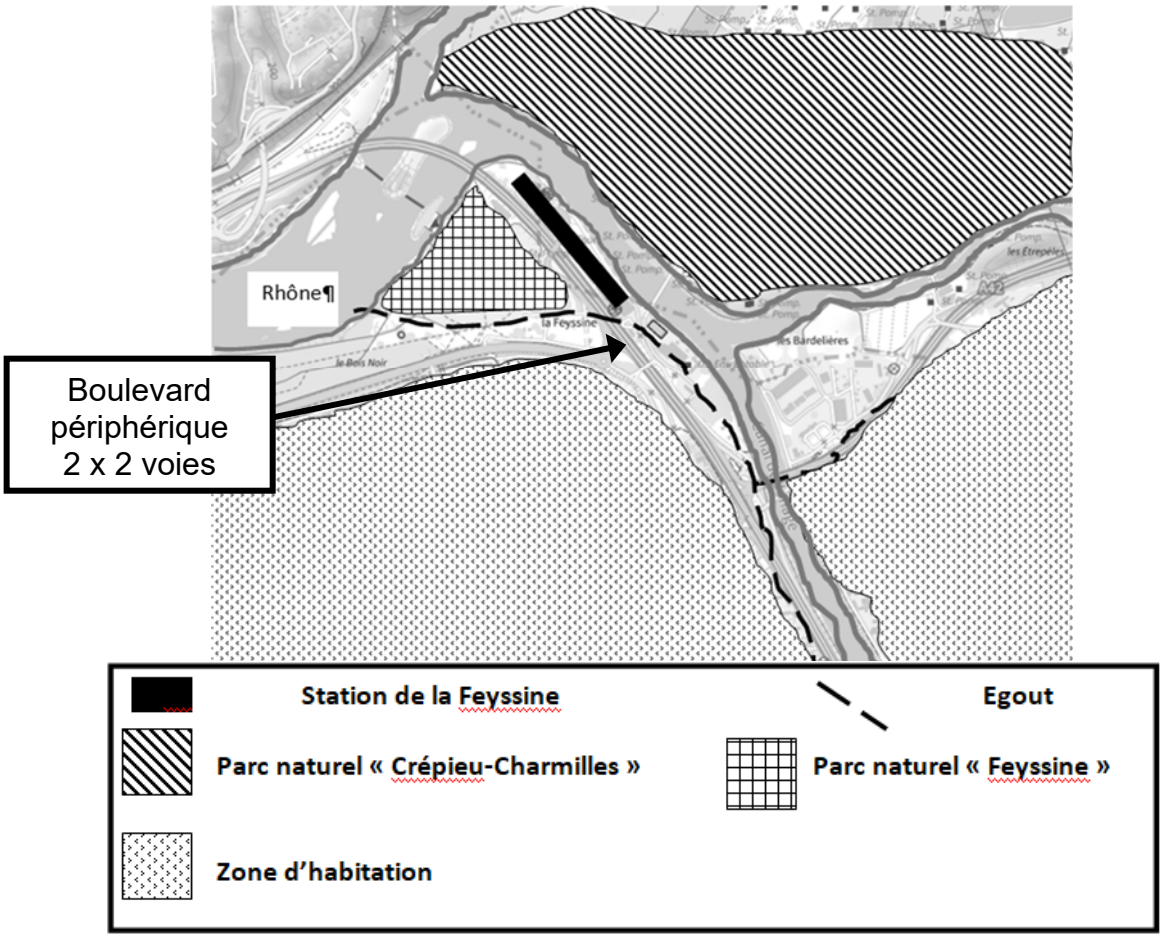
La DBO5 est un indicateur de quantification de la pollution. Une STEU est dimensionnée pour une quantité maximale de pollution appelée charge nominale. Si cette charge est dépassée la station ne peut plus traiter les effluents.




## DT2 : diagramme d'exigences partiel de la STEU de la Feyssine



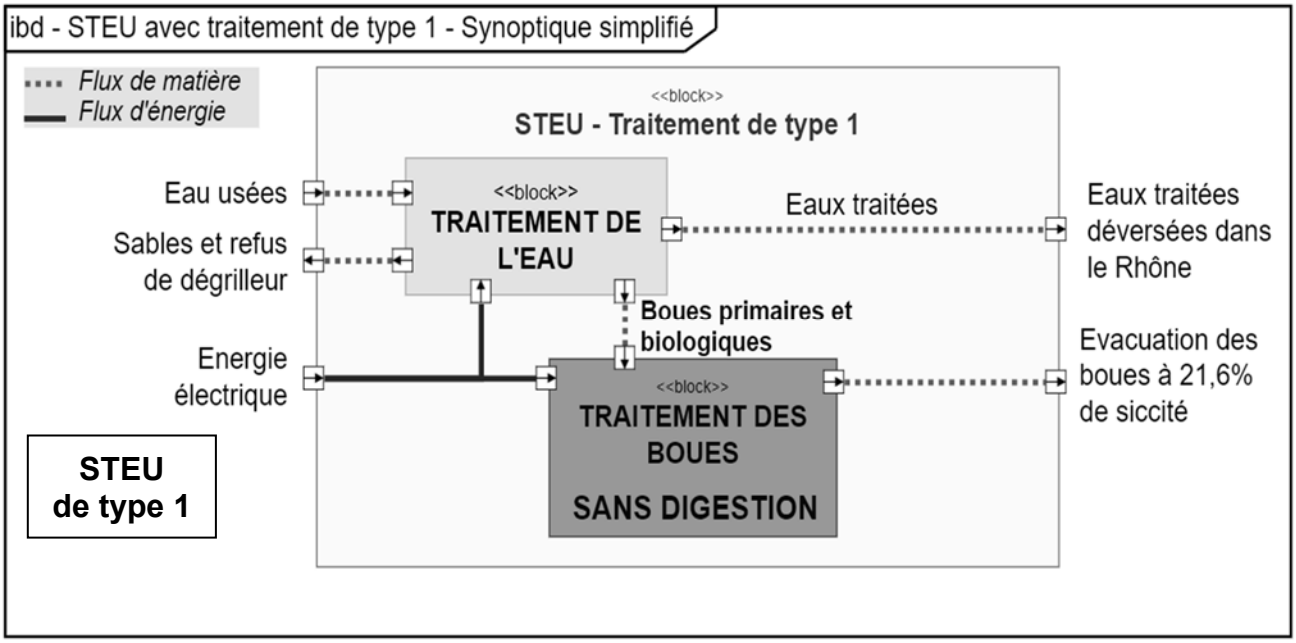
## DT3 : plan de situation de la STEU de la Feyssine

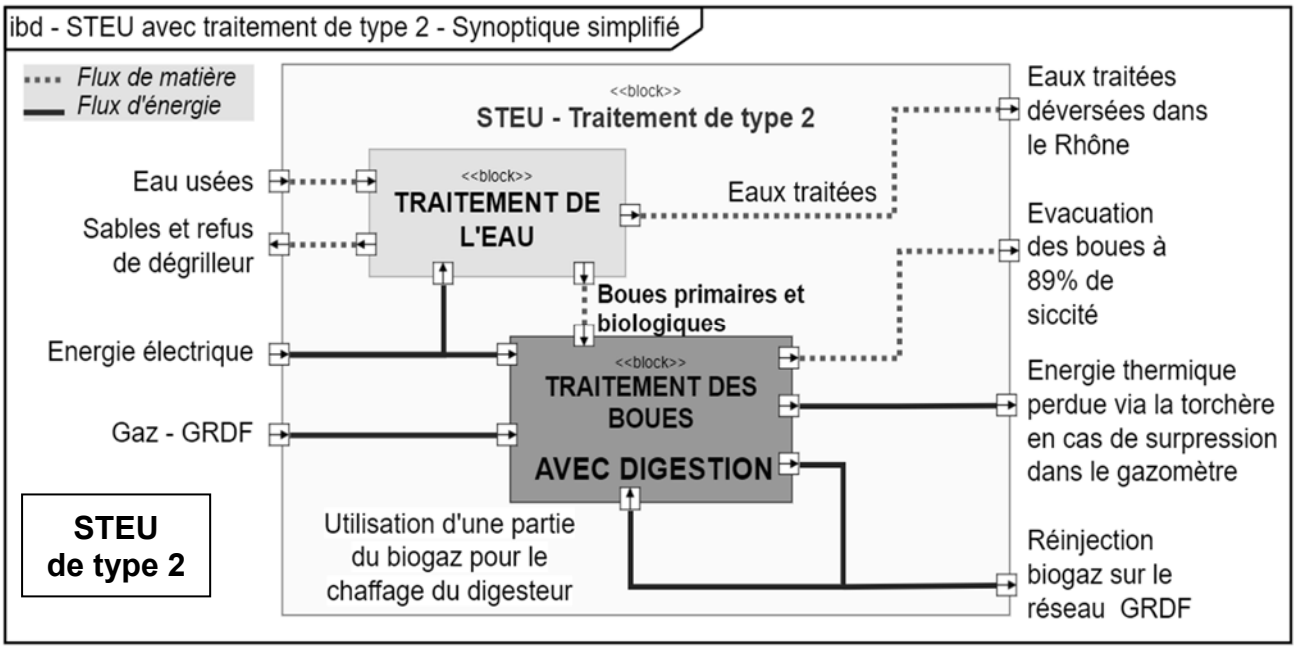



## DT4 : données de dimensionnement des STEU en fonction du type de traitement et de la capacité

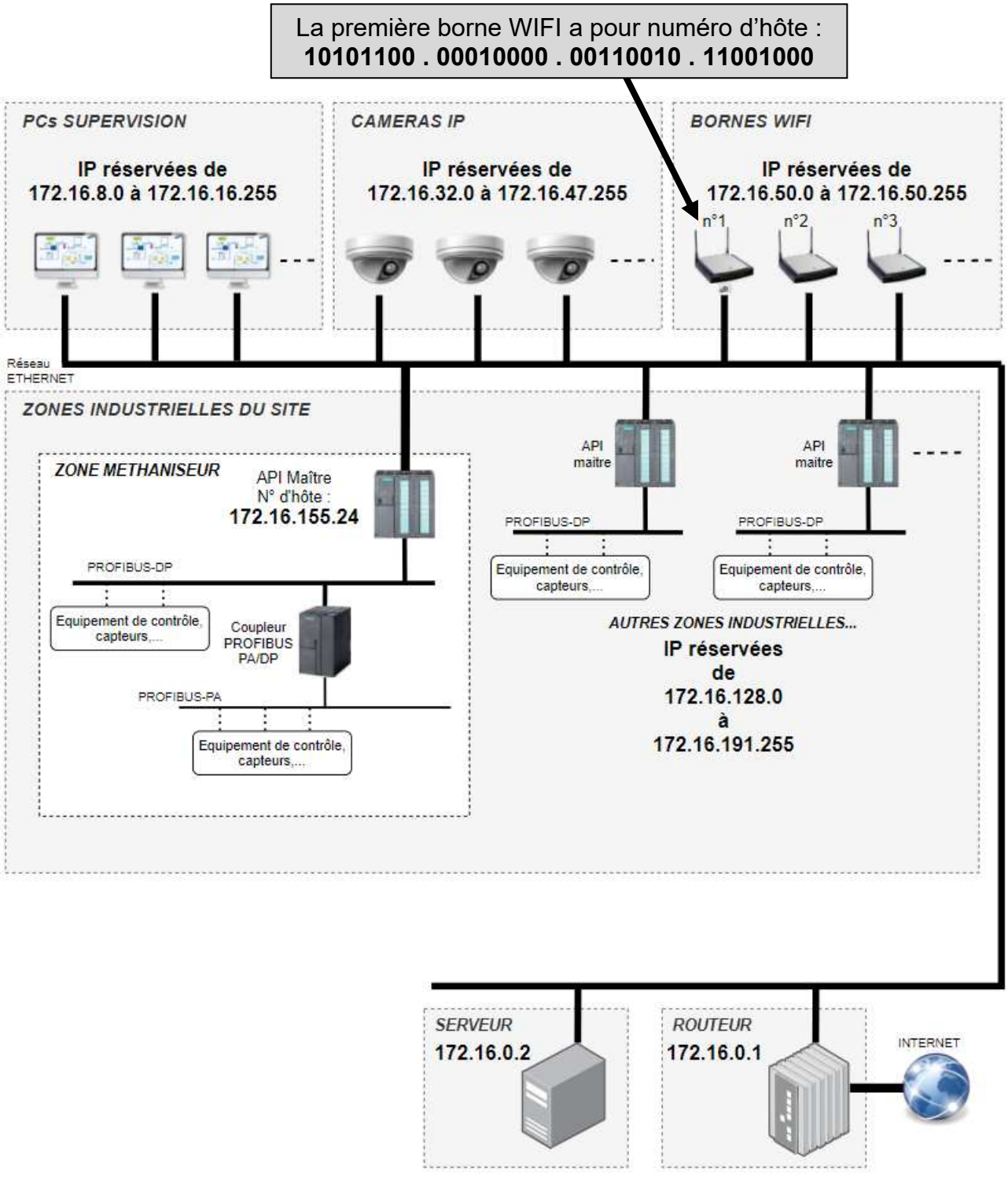
| *Données* | *Types de traitement→* / *Unités* | Filtre plantée de Roseaux | Boue Activée aération prolongée | Biofiltre |
|---|---|---|---|---|
| Surface par équivalent habitant | $m^2 \cdot EqHab^{-1}$ | **10** | **1,06** | **0,25** |
| Énergie consommée en fonction de la pollution traitée | $kW \cdot h \cdot kg_{DBO5\ éliminée}^{-1}$ | **0,5** | **3,2** | **4,5** |
| Cout investissement de la STEU | $€ \cdot EqHab^{-1}$ | **1 800** | **228** | **2 142** |

## DT5 : synoptiques simplifiés STEU avec et sans digestion des boues



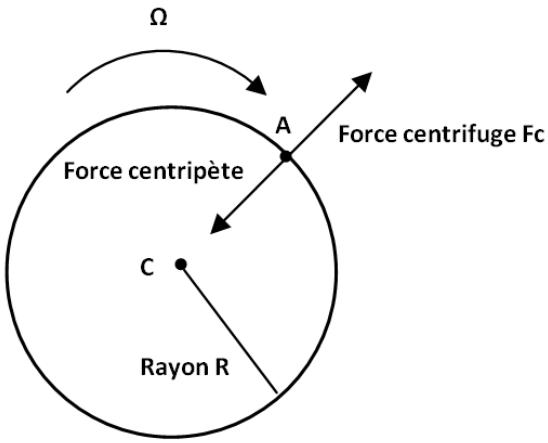
## DT6 : schéma du réseau de la station



## DT7 : fiche de calcul de la force centrifuge

**Définition de la force centrifuge :**

La force centrifuge se manifeste lorsqu'un corps est en mouvement circulaire. Elle tend à éloigner le corps du centre de courbure de sa trajectoire.

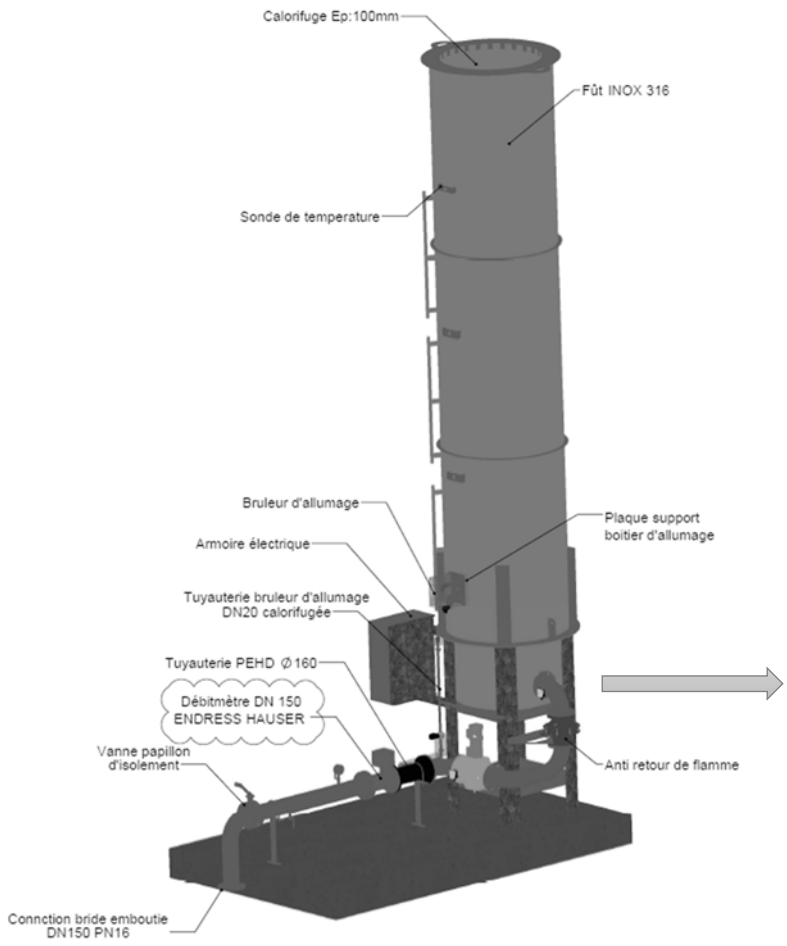



**Formule de calcul de la force centrifuge appliquée aux boues en Newton :**

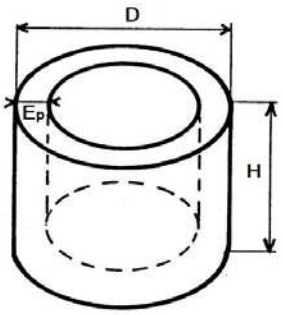
$$F_{cb} = \rho_{boues} \times V_{bol} \times R_{bol} \times \Omega^2$$

| | | |
|---|---|---|
| $\rho_{boues}$ | Masse volumique des boues | **1 200 kg·m$^{-3}$** |
| $V_{bol}$ | Volume du bol | **1 m$^3$** |
| $R_{bol}$ | Rayon du bol | **0,335 m** |

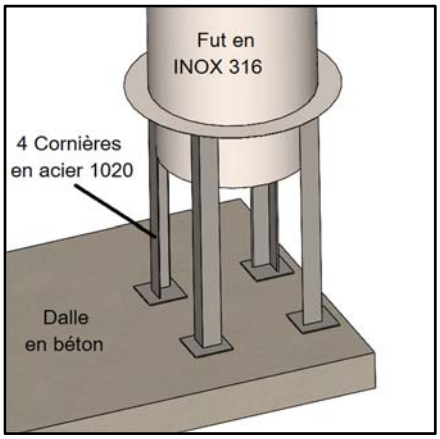
## DT8 : implantation de la torchère



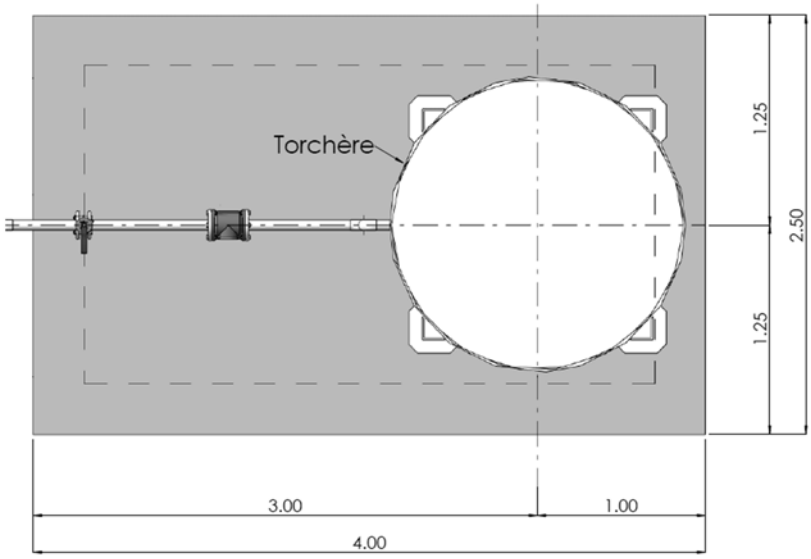

**Fût simplifié**




Diamètre extérieur : $D = 1500\ mm$
Epaisseur : $E_p = 10\ mm$
Hauteur : $H = 7\ m$




<u>Implantation de la torchère sur la dalle en béton :</u>



## DR1 : comparaison des différents types de traitement des eaux usées

| | | |
|---|---|---|
| Capacité de la station de la Feyssine | 300 000 | Équivalent Habitant (EqHab) |
| Capacité d'élimination de la pollution | 17 100 | kg$DBO_5$ éliminé |

Calcul estimatif en fonction du type de traitement de la surface, de la consommation d'énergie et du coût de la STEU de la Feyssine

| | | *Types de traitement* | | |
|---|---|---|---|---|
| *Donnée* | *unité* | Filtre plantée de Roseaux | Boue Activée aération prolongée | Biofiltre |
| Surface | m² | _____ | **318 000** | **75 000** |
| Énergie consommée | kW·h | **8 550** | _____ | **76 950** |
| Cout investissement | M€ | **540** | **68,4** | _____ |

Modèle CCYC : ©DNE

**NOM DE FAMILLE** (naissance) :
*(en majuscules)*

**PRENOM :**
*(en majuscules)*

**N° candidat :**

**N° d'inscription :**

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

*Liberté • Égalité • Fraternité*
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Né(e) le :** ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

## DR2 : comparaison des STEU avec et sans digestion des boues

| | | TYPE N°1 sans digestion des boues | | TYPE N°2 avec digestion des boues | |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) | Énergie électrique consommée | | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>*Question 2.2 :*<br>_____ | | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>**760 000** |
| (2) | Consom-mation de Gaz Naturel | **NON** | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>**0** | $kW \cdot h \cdot an^{-1}$<br>**2 900 000** | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>**1 284 700** |
| (3) | Transport des boues | Nombre d'allers-retours<br>**2 665** | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>**89 005** | Nombre d'allers-retours<br>**91**<br>Distance aller-retour<br>**200** | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>**9 767** |
| (4) | Production de Gaz naturel | **NON** | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>**0** | $kW \cdot h \cdot an^{-1}$<br>**5 296 000** | $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$<br>*Question 2.3 :*<br>- _____ |
| (5) | Fin de vie des boues | Épandage agricole | En $kg_{eq.CO2}$<br>**575 600** | Valorisation comme combustible | En $kg_{eq.CO2}$<br>**-106 000** |
| | TOTAL $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ :<br>*(1)+(2)+(3)+(4)+(5)* | | *Question 2.4 :*<br>_____ | | *Question 2.4 :*<br>_____ |

Modèle CCYC : ©DNE

**NOM DE FAMILLE** (naissance) :
*(en majuscules)*

**PRENOM :**
*(en majuscules)*

**N° candidat :**

**N° d'inscription :**

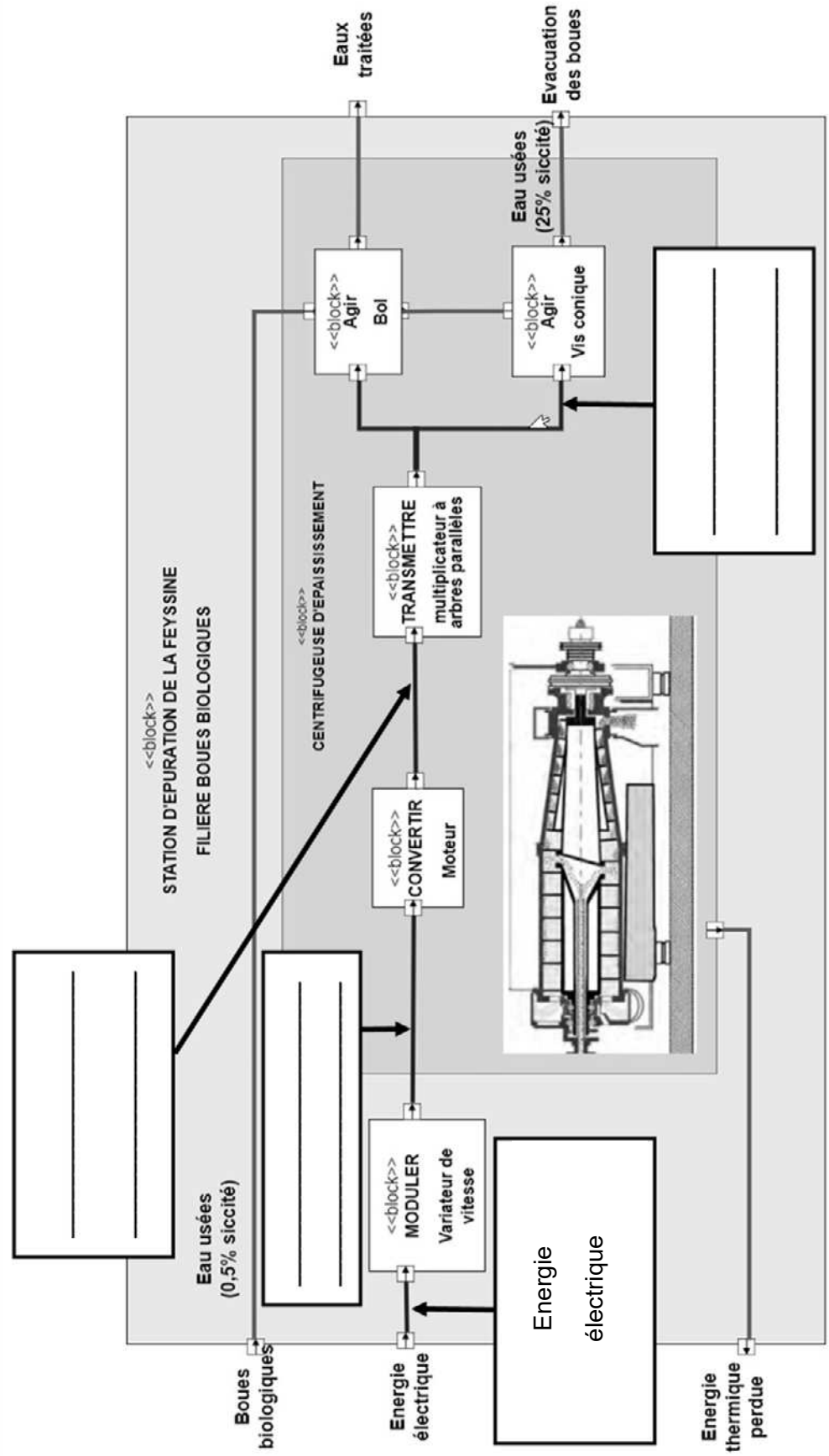
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

*Liberté • Égalité • Fraternité*
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Né(e) le :** ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

## DR3 : chaine de puissance de la centrifugeuse d'épaississement



Modèle CCYC : ©DNE

**NOM DE FAMILLE** (naissance) :
*(en majuscules)*

**PRENOM :**
*(en majuscules)*

**N° candidat :**

**N° d'inscription :**

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

*Liberté • Égalité • Fraternité*
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Né(e) le :** ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

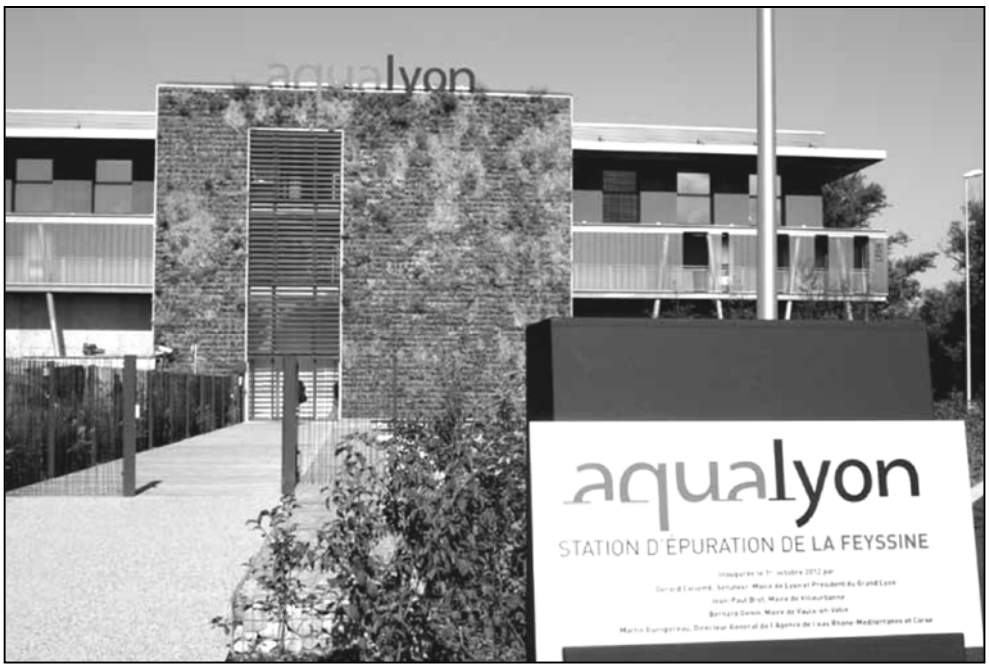
1.2

**PARTIE enseignement spécifique (1,5h) ..... 8 points**

**Vous prendrez une nouvelle copie pour traiter cette partie.**

# ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

## Station de Traitement des Eaux Usées de la Feyssine





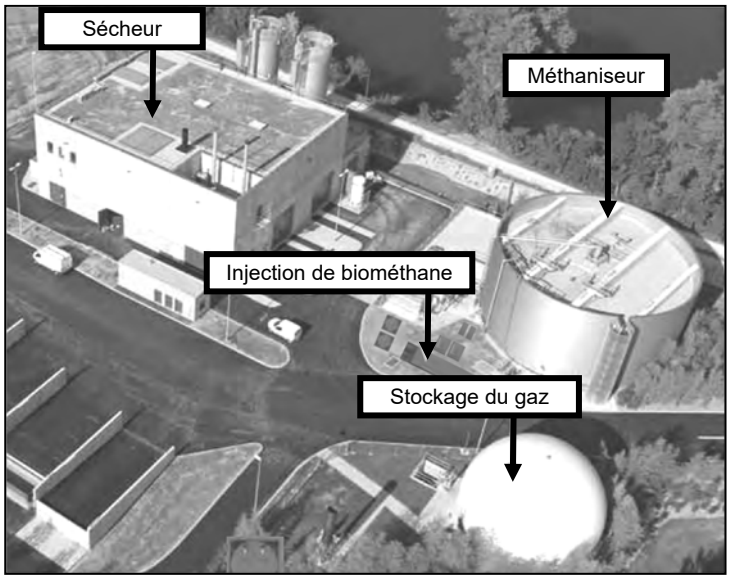
- Présentation de l'étude et questionnement ..... pages 19 à 23
- Documents techniques DTS1 à DTS6 ..... pages 24 à 29
- Document réponses DRS1 ..... page 30

## *Mise en situation*

Les Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU) dépolluent les eaux usées avant de les rejeter dans le milieu naturel.

Cette dépollution entraine la production de boues qui sont responsables d'une grande partie de l'empreinte environnementale.

La STEU « Feyssine » la réduit en amenuisant sa production de boues de 40%, à l'aide d'un système de méthanisation (biogaz).




## *Travail demandé*

**Partie A : comment réduire les nuisances issues du local compresseur biogaz pour le voisinage ?**

La méthanisation nécessite un brassage continu des boues. Ce brassage est assuré par des compresseurs qui compriment le biogaz avant de l'injecter dans les boues à l'aide de cannes d'injections. Ces compresseurs produisent une pression acoustique de Lw = 95dB. Le volume du méthaniseur impose à la STEU « Feyssine » les règles des Installations Classés Protection de l'Environnement (ICPE).

Question A.1

DTS2

**Relever** le niveau sonore maximal $Lp_{max}$ en dB, ressenti en dehors des locaux, imposé par la règlementation ICPE.

**Relever** ci-dessus le niveau de pression acoustique Lw produit par les compresseurs.

Question A.2

DTS1

**Relever** l'épaisseur en mètre des murs en béton armé du local compresseur biogaz.

**Calculer** la masse surfacique ($kg \cdot m^{-2}$) de ces murs sachant que la masse volumique du béton armé est 2 500 $kg \cdot m^{-3}$.

Pour la suite, prendre une masse surfacique de 400 $kg \cdot m^{-2}$.

Question A.3

DTS3

**Déterminer** l'affaiblissement acoustique des murs Rw en dB du local.

**Calculer** le son Lp en dB perçu en dehors du local.

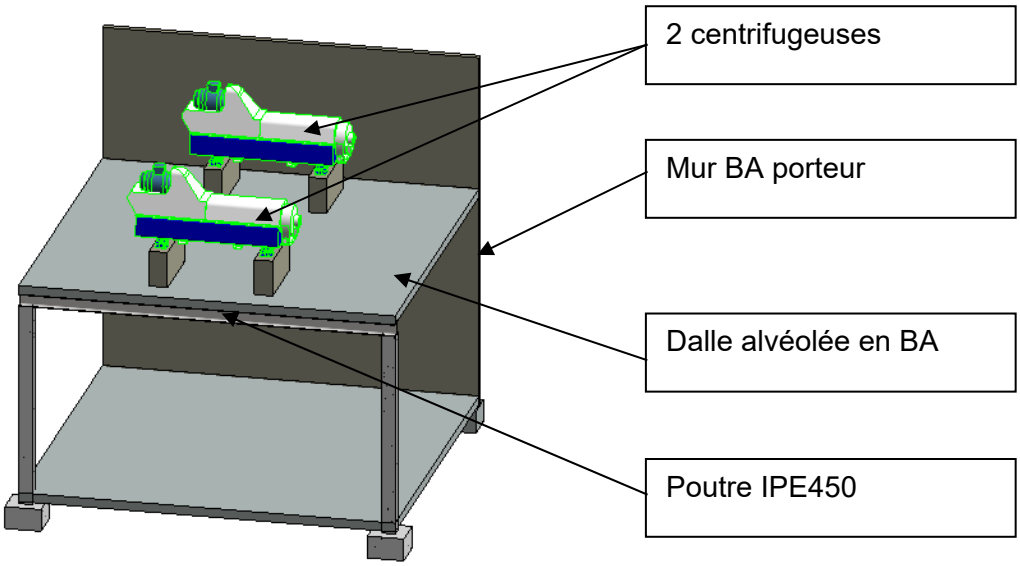
| | |
|---|---|
| Question A.4<br>DTS3 | **Conclure** sur le respect du niveau sonore maximal $Lp_{max}$.<br>En cas de non-respect, **proposer** une solution d'amélioration possible. |

## Partie B : comment valider l'intégrité structurale du local de déshydratation ?



Pour assurer le fonctionnement optimal de la méthanisation, il est nécessaire d'alimenter le méthaniseur avec des boues de siccité proche de 25%. La siccité est la concentration en matière sèche des boues. Pour cela, il faut déshydrater les boues avec des centrifugeuses mécaniques D6L au nombre de deux. Ces machines sont implantées dans un local de « Déshydratation ». Ce dernier est situé au premier étage du bâtiment sécheur jouxtant le méthaniseur.

La structure supportant ces centrifugeuses est représentée par le modèle 3D simplifié ci-contre. Elle est constituée d'une dalle en béton armé alvéolée de 16 cm d'épaisseur, reposant sur 1 mur porteur en béton armé et une poutre métallique IPE450.




La masse d'une centrifugeuse est de 11 tonnes.

L'accélération de la pesanteur g = 9,81 $m \cdot s^{-2}$

Question B.1
DRS1

**Tracer** la surface d'influence Si de la dalle sur la poutre IPE450, sur le DRS1.

**Calculer** la surface Si en m².

La masse volumique du béton armé alvéolé est de 1 500 kg·m$^{-3}$.

Question B.2

**Calculer** le poids en daN de Si.

**En déduire** la charge linéique permanente g en daN·m$^{-1}$ apportée par Si sur la poutre IPE450.

Question B.3
DRS1

**Compléter** le schéma statique de la poutre IPE450 en représentant les appuis et les charges appliquées sans valeurs, sur le document-réponse DRS1.

Le moment de flexion et la flèche de la poutre ont été calculés à l'ELU (État Limite Ultime) et à l'ELS (État Limite de Service) à l'aide d'un modeleur.

Question B.4
DTS4
DTS5

**Relever** le moment fléchissant maximal $M_{max}$ dans la poutre.

**Calculer** le moment statique Wel.z en mm$^3$ pour l'IPE450.

**Calculer** le moment fléchissant admissible $Mf$ dans la poutre IPE450.

**Comparer** les deux valeurs de moments et **expliquer** si la poutre est correctement dimensionnée vis-à-vis de la contrainte.

Question B.5
DTS4
DTS5

**Relever** la flèche maximale dans la poutre en mm.

**Calculer** la flèche admissible $f$ pour la poutre IPE 450.

**Comparer** les deux valeurs de flèches et **expliquer** si la poutre est correctement dimensionnée vis-à-vis de la flèche.

Question B.6

**Conclure** sur le choix d'une poutre IPE450.

**Partie C : comment réduire la consommation d'énergie du méthaniseur ?**

Pour maintenir une méthanisation optimale il est nécessaire que la température des boues dans le méthaniseur soit maintenue à 37°C. Pour cela, les parois en contact avec l'air extérieur sont isolées thermiquement.

L'étude se limite aux parois latérales.

Question C.1
DTS6

**Donner** les valeurs des résistances thermiques de surface Rsi et Rse à prendre en compte.

**Calculer** Rt, la résistance thermique totale de la paroi.

**En déduire** U, la conductance thermique de la paroi.

Pour la suite, prendre :

- température extérieure $T_{int}$ = 37°C
- température extérieure $T_{ext}$ = -10°C
- Rt = 3,15 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
- surface du méthaniseur en contact avec l'air extérieur, S = 574 $m^2$

Question C.2
DTS6

**Calculer** le flux de chaleur Φ en W à travers la paroi.

Les boues entrant dans le méthaniseur apportent 5 787 W.

Question C.3
DTS6

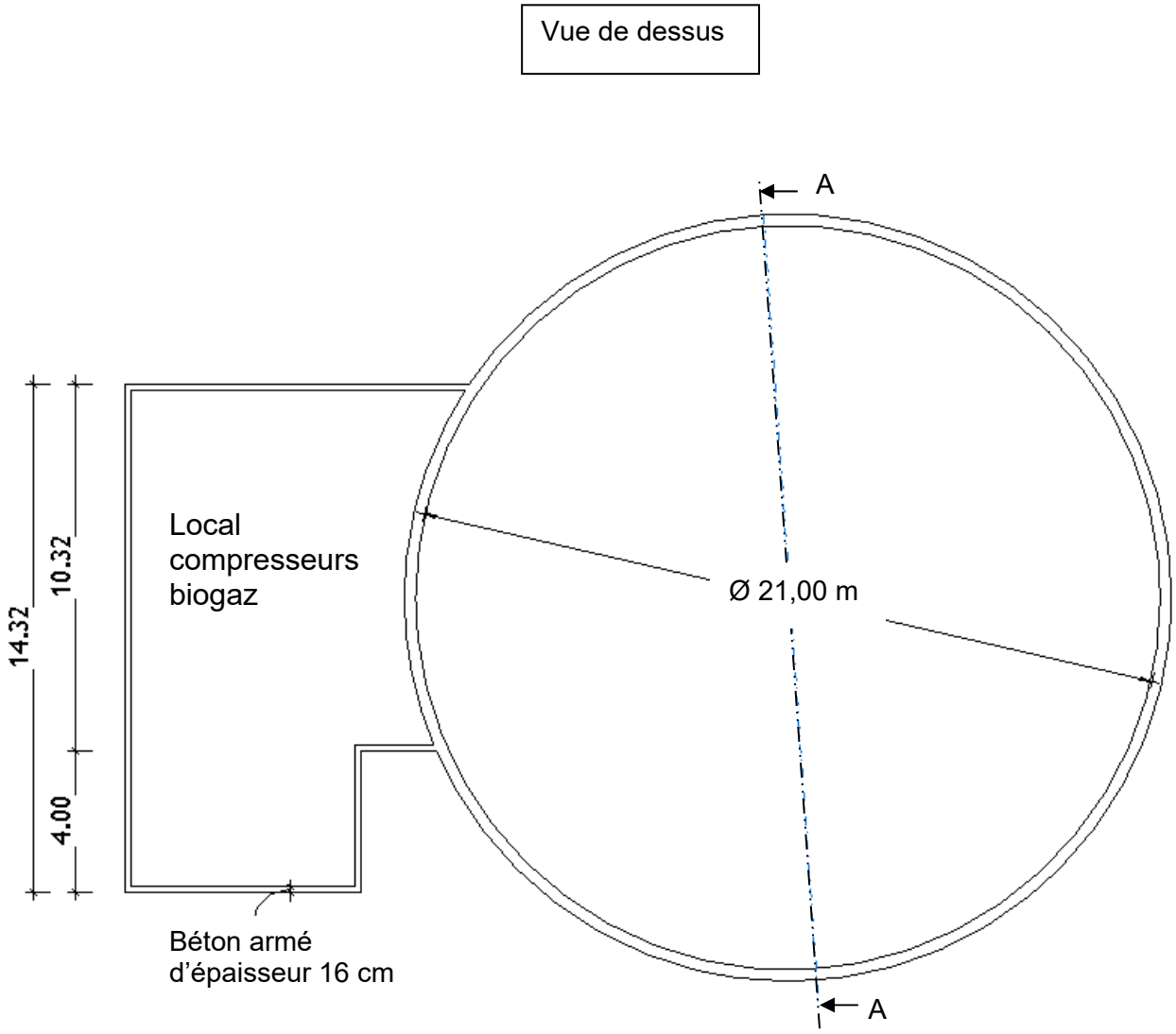
**Calculer** la différence entre le flux de chaleur entrant et le flux de chaleur sortant dans le méthaniseur.

Question C.4

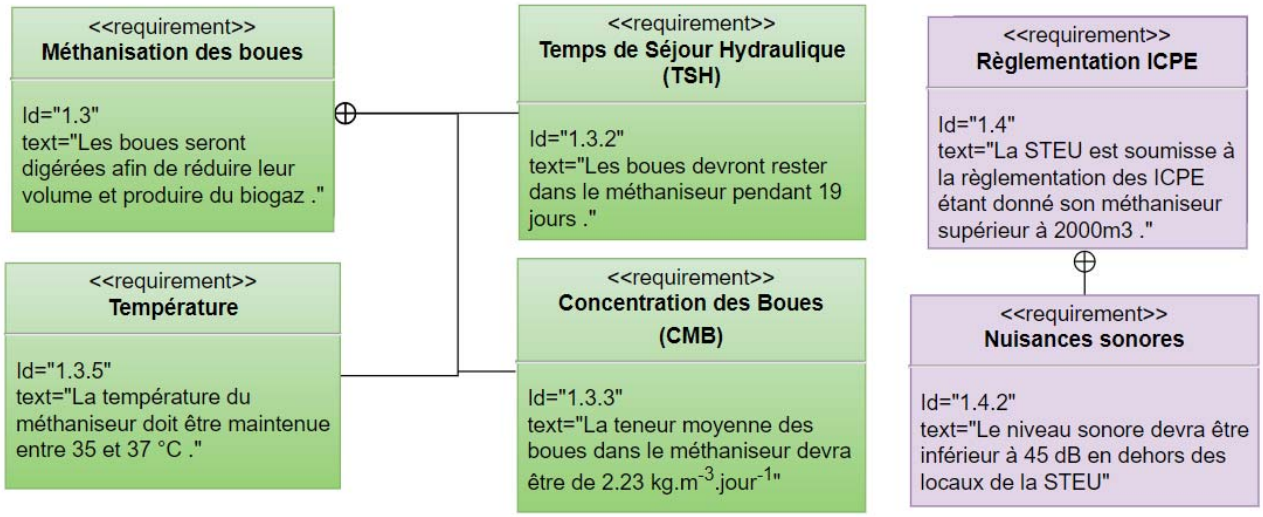
**Conclure** sur le maintien de la température dans le méthaniseur.

**Faire** une proposition pour maintenir une température de 37°C dans le méthaniseur.

## DTS1 : plan du méthaniseur et de ses annexes

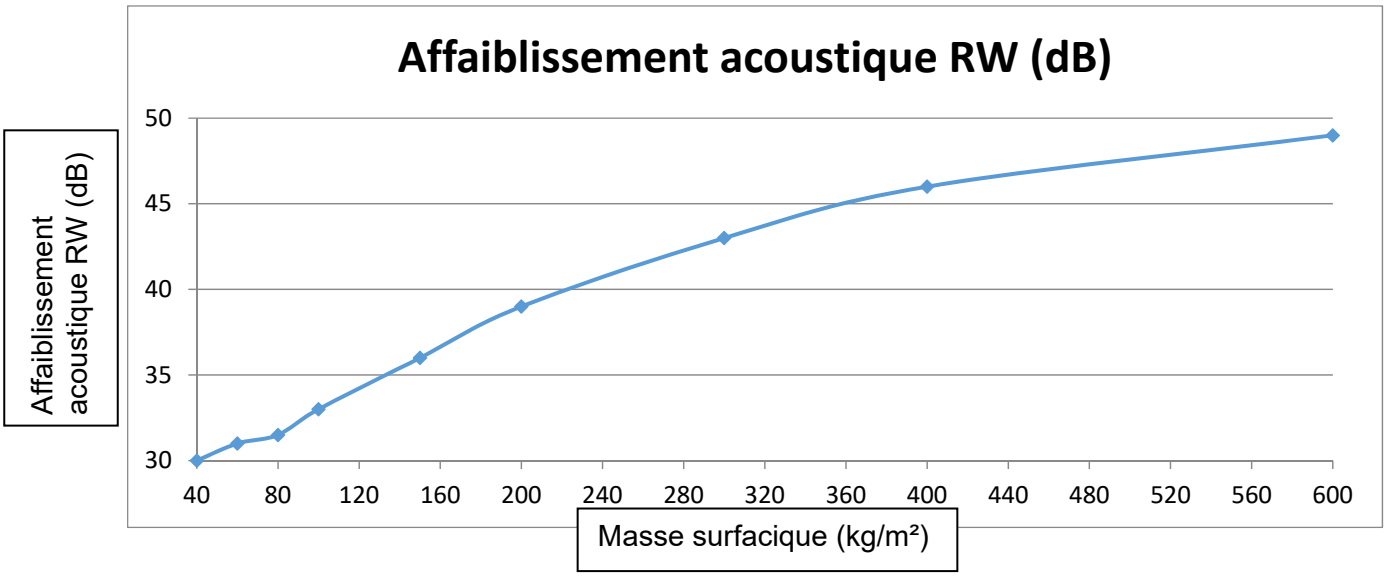


## DTS2 : diagramme partiel des exigences du méthaniseur



## DTS3 : caractéristiques acoustiques du béton armé

Affaiblissement acoustique en fonction de la masse surfacique




Formule de transmission acoustique

$L_p = L_w - R_W$

Lp niveau sonore perçu (dB)

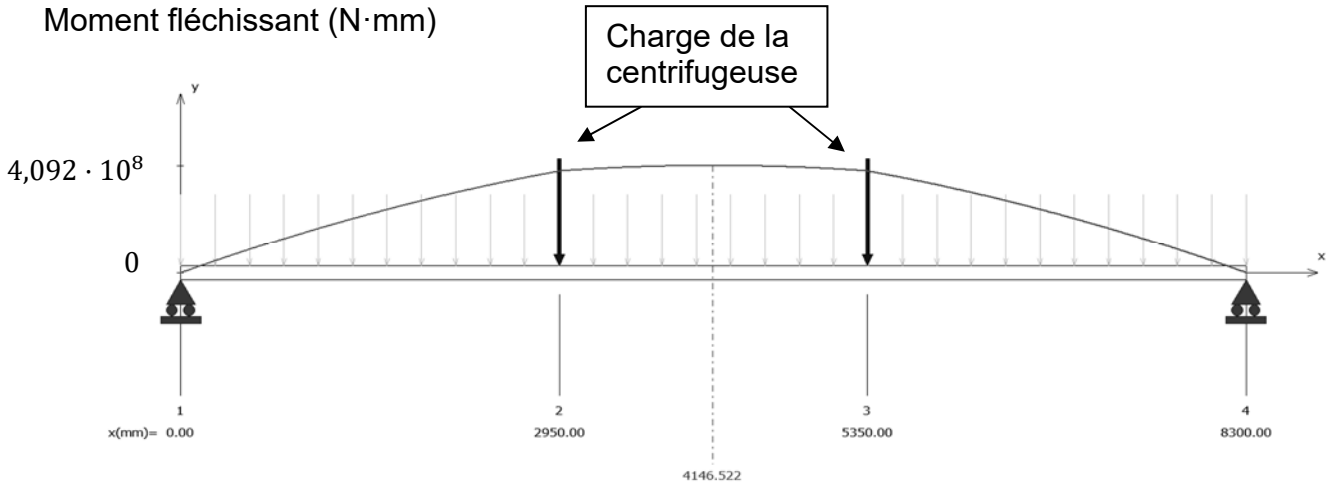
Lw niveau sonore émis (dB)

Rw affaiblissement acoustique (dB)

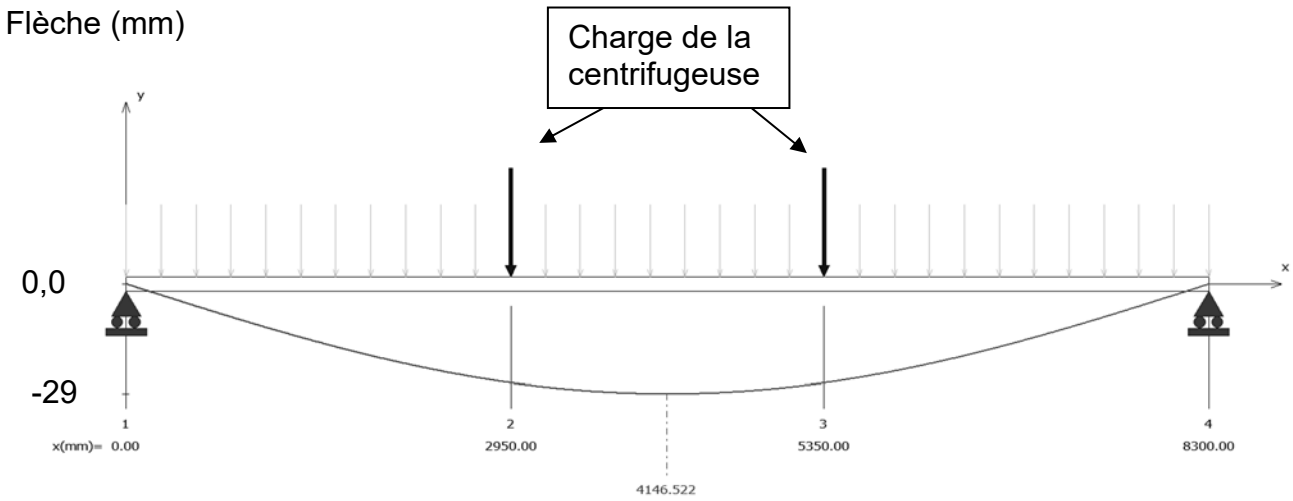
| Affaiblissement acoustique des murs | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Type de mur | Mur Nu | | Mur Isolé | |
| | Epaisseur (mm) | Rw | Doublage laine minérale (mm) Doublage collés | Rw |
| Parpaing plein + enduit | 150+15 | 46 | 10+40 | 54 |
| | 150+15 | 43 | 10+80 | 55 |
| Béton | 160 | 45 | 10+100 | 54 |
| Brique creuse | 200 | 34 | 10+80 | 55 |
| Parpaing creux | 200 | 39 | 10+40 | 53 |
| | 200 | 39 | 13+80 | 58 |
| Carreau de plâtre | 70 | 20 | 10+50 | 41 |
| | 70 | 20 | 10+80 | 43 |

## DTS4 : caractéristiques des charges

**Moment de flexion de la poutre IPE450 à l'ELU**



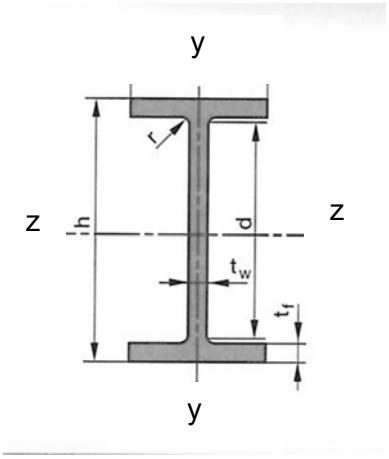

**Flèche de la poutre IPE450 à l'ELS**



## DTS5 : caractéristiques des poutres IPE

### extrait des caractéristiques de poutres IPE

| Désignation | Aire | Iz | | Wel.z |
|---|---|---|---|---|
| IPE | cm² | cm⁴ | mm⁴ | cm³ |
| 400 | 84,46 | 23 128,37 | 231 283 700 | 1 156,42 |
| 450 | 98,82 | 33 742,94 | 337 429 400 | 1 499,69 |




| Grandeurs | | Unités | Valeurs |
|---|---|---|---|
| Module de Young | E | Mpa | 250 000 |
| Masse volumique | ρ | kg·m$^{-3}$ | 8 000 |
| Limite élastique | Re | Mpa | 250 |

Moment fléchissant admissible dans une poutre :

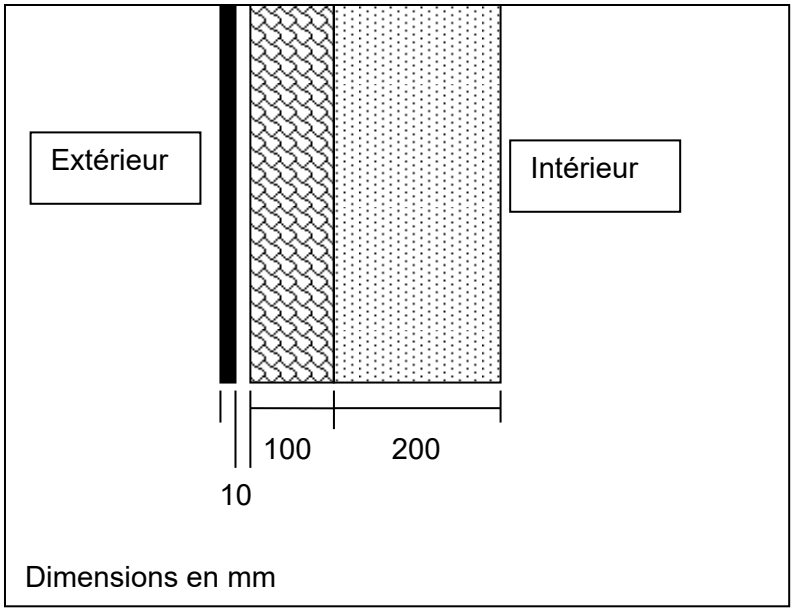
| | | |
|---|---|---|
| $M_f = -R_e \times Wel.z$ | $R_e$ | Limite élastique (MPa) |
| | $M_f$ | Moment fléchissant (N·mm) |
| | Wel.z | Moment statique (mm$^3$) |

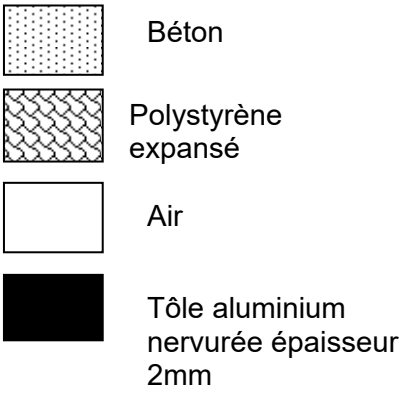
Flèche admissible dans une poutre :

| | | |
|---|---|---|
| $f = \frac{L}{250}$ | $f$ | Flèche maximale (mm) |
| | $L$ | Portée de la poutre (mm) |

## DTS6 : caractéristiques thermiques des parois

Paroi du méthaniseur :




Caractéristiques des matériaux :

| Matériaux | Masse Volumique | λ |
|---|---|---|
| | kN·m$^{-3}$ | W·m$^{-1}$·K$^{-1}$ |
| Béton | 24 | 1,75 |
| Laine de roche | 0,19 | 0,047 |
| Polystyrène expansé | 0,1 | 0,043 |
| Acier | 78 | 50 |
| Aluminium | 27 | 230 |
| Air | | 0,024 |

Résistances thermiques de surface Rsi et Rse :

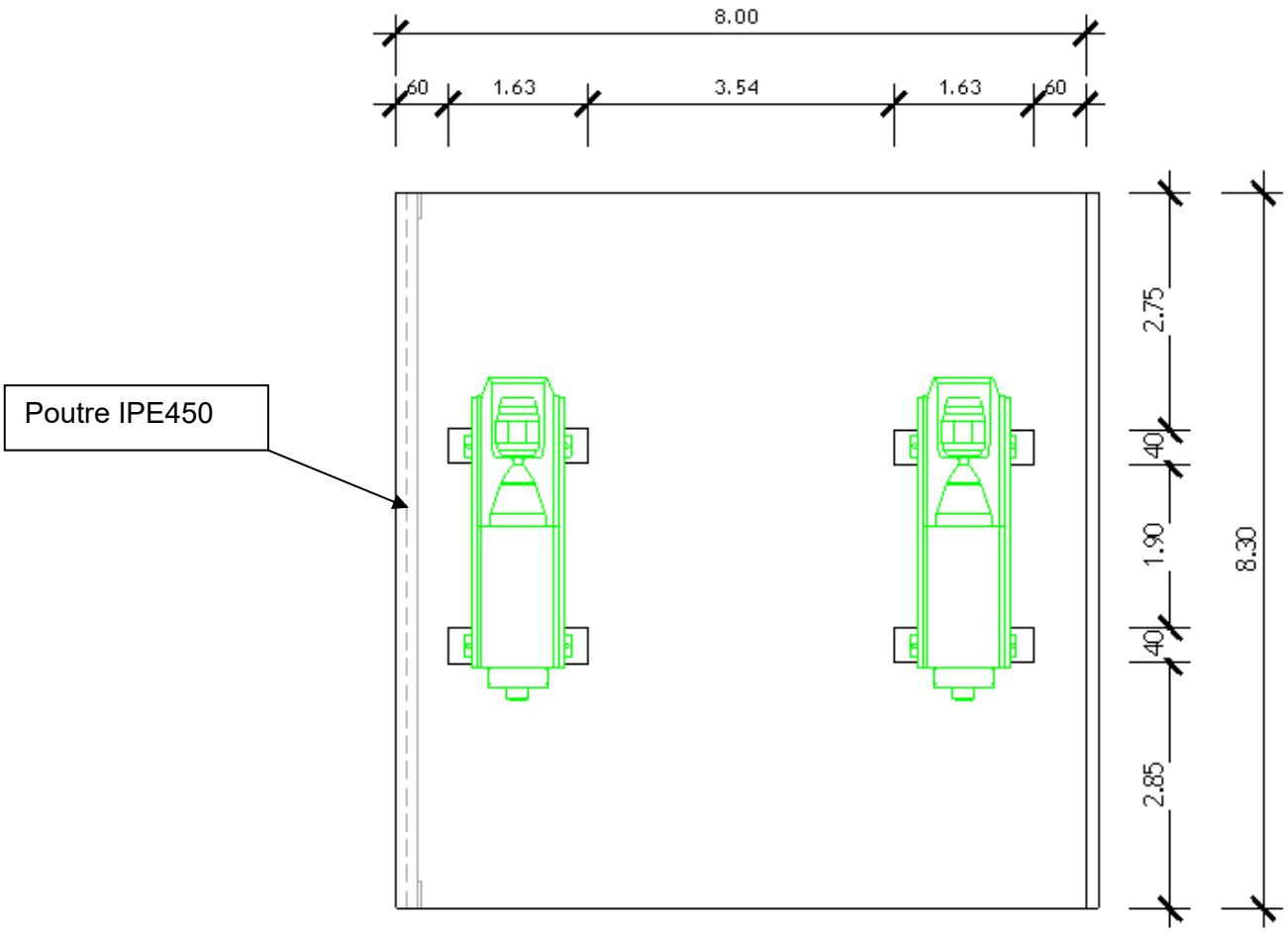
| | Sens Flux | Rsi | Rse | Rsi + Rse |
|---|---|---|---|---|
|  | Horizontal | 0,13 | 0,04 | 0,17 |
|  | Ascendant | 0,1 | 0,04 | 0,14 |
|  | Descendant | 0,17 | 0,04 | 0,21 |

Rappels de calculs thermiques :

$R = \frac{e}{\lambda}$ (m²·K·W$^{-1}$) ; $R_t = \sum R$ (m²·K·W$^{-1}$) ; $U = \frac{1}{Rt}$ ; $\Phi = U \cdot S \cdot \Delta T$ (W)

## DRS1 : surface influence

Question B1 :




Surface influence = m²

Question B3 :




Poutre IPE450

Modèle CCYC : ©DNE

**NOM DE FAMILLE** (naissance) :
*(en majuscules)*

**PRENOM :**
*(en majuscules)*

**N° candidat :**

**N° d'inscription :**

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

*Liberté • Égalité • Fraternité*
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Né(e) le :** ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.