

Session 2014

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

Étude d'une station d'épuration

- **Sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
 - ✓ **Partie 1 (3 heures)** pages 2 à 10
 - ✓ **Partie 2 (1 heure)** page 11
- **Documents techniques** pages 12 à 19
- **Document réponse** page 20

Le sujet comporte 20 pages numérotées de 1/20 à 20/20.

Le sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Le document réponse DR1 de la page 20 sera à rendre agrafé aux copies.

PARTIE 1 : de la conception à l'utilisation de la station d'épuration

Selon son implantation et son exploitation, la conception d'une station d'épuration doit faire appel à des solutions technologiques particulières pour répondre aux exigences du cahier des charges. Les différentes études proposées ont pour but de vérifier en quoi les choix effectués ont permis, par des compromis, de satisfaire à ces exigences.

PROBLEMATIQUE N°01 : approche globale – principe de fonctionnement de la station

L'objectif de cette partie est de valider le choix du procédé de traitement de la station de Jougne.

Le rôle de la station d'épuration (STEP)

(Source ADEME)

Avec le développement de l'urbanisation, de l'industrialisation, de l'évolution des modes de consommation, les rejets d'eaux dites "usées" ont considérablement évolué en quantité et en qualité. Les rejets domestiques simples se sont enrichis de produits plus complexes (lessives...) et les réseaux d'assainissement recueillent des rejets industriels, commerciaux ou artisanaux aux caractéristiques très diverses. Les eaux de pluie, lessivant des surfaces croissantes de bitume et de toitures, se chargent en produits minéraux et organiques

et augmentent d'autant le flux polluant à traiter. Lorsque les eaux usées ne sont pas traitées, les cours d'eau sont dépassés dans leur capacité naturelle d'épuration et se retrouvent pollués.

Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de **réduire la charge polluante qu'elles véhiculent afin de rendre au milieu aquatique une eau de qualité**, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs (pêche, loisir, alimentation, utilisation agricole ou industrielle, etc.).

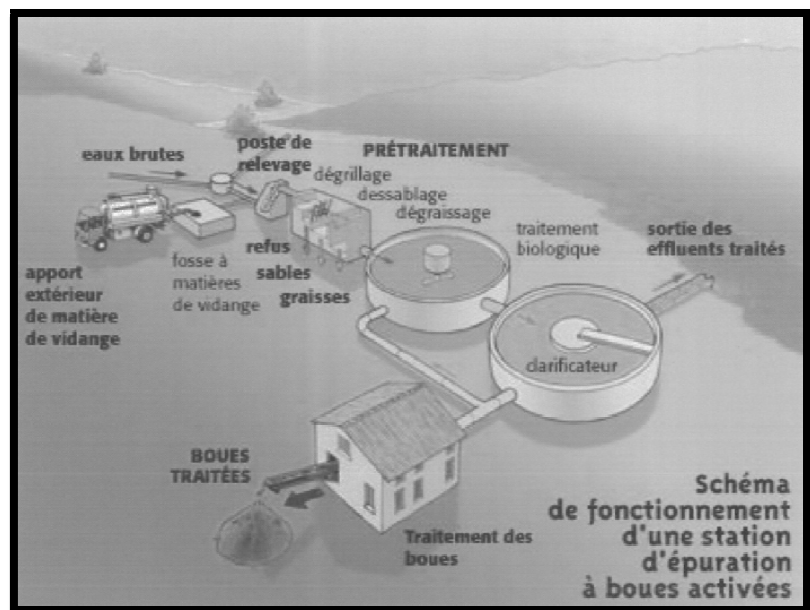
Le processus de traitement

Les eaux résiduelles (eaux brutes) admises comprennent généralement :

- les eaux ménagères ;
- les eaux-vannes ;
- les eaux pluviales ;
- les eaux résiduelles industrielles.

Elles contiennent :

- des matières en suspension (matières solides insolubles) ;
- des matières organiques et carbonées ;
- des matières azotées ;
- des matières phosphorées.



Question 1.1	A l'aide du diagramme de spécification du besoin du document DT1 (1/3), énoncer la fonction réalisée par la station d'épuration.
Répondre sur copie Consulter le document réponse DT1 (1/3)	

Le processus de traitement par boues activées est le suivant :

- ✓ Dans un premier temps, les eaux brutes sont débarrassées des éléments solides en suspension.
- ✓ Elles subissent ensuite un **traitement biologique** (système des boues activées).
- ✓ Enfin, une **phase de clarification** termine le processus avant le rejet des effluents traités.

Question 1.2	À partir du diagramme de type SYSML de définition des blocs, identifier les différents éléments qui réalisent les opérations de traitement physiques et chimiques effectuées sur les eaux brutes avant rejet.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT1 (2/3)	

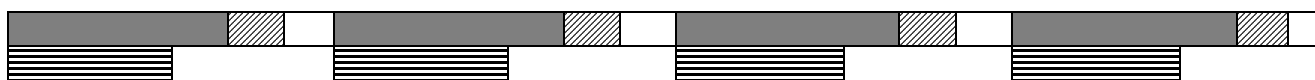
La station de JOUGNE

Contrairement aux stations d'épuration classiques constituées d'une succession de dispositifs empruntés tour à tour par les eaux usées (*voir le schéma de fonctionnement page 2*), la station de JOUGNE utilise le procédé **SBR** (*Sequential Batch Reactor*).

Le procédé SBR est une variante du procédé précédent. Les eaux usées après prétraitement sont placées **dans un seul bassin (réacteur)** où elles sont traitées puis évacuées. Le déroulement d'un cycle SBR est décrit sur le document technique DT 2.





Dans la pratique, la station de Jougne utilise deux réacteurs SBR capables de travailler en alternance, précédés d'un bassin tampon permettant un lissage de débit même en cas de fortes variations de charges selon le cycle de fonctionnement ci-dessous :

Réacteur n°01



Réacteur n°02



	Nitrification / dénitrification (séquence 1)
	Sédimentation (séquence 2)
	Vidange (séquences 3 et 4)
	Alimentation

Question 1.3	Conclure sur le choix du procédé SBR au regard des contraintes spécifiques à la station de Jougne.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT1 (3/3)	

PROBLEMATIQUE N°02 : vérification du choix du matériau par rapport aux contraintes techniques et environnementales.

L'objectif de cette partie est de valider la solution retenue par le maître d'ouvrage (propriétaire de la station) à partir d'une étude assistée d'un logiciel.

L'équipe de maîtrise d'œuvre, chargée de la conception, doit effectuer et valider un choix entre deux solutions pour la réalisation de la couverture de la partie technique de la station en répondant aux exigences du cahier des charges.

Solution n°1 : une couverture acier simple peau fixée directement sur les pannes reposant sur les portiques en lamellé collé.

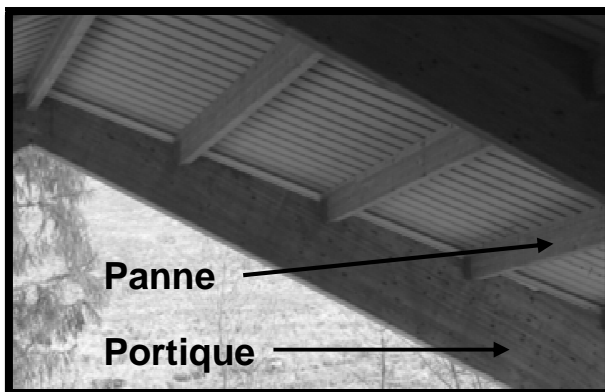


Figure 2.a Panne et portique

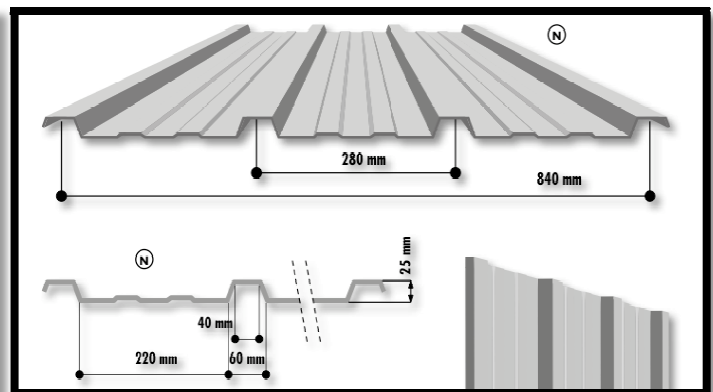


Figure 2.b Profil géométrique du bac acier simple peau

Solution n°2 : une couverture tuile mécanique à emboîtement en terre cuite.

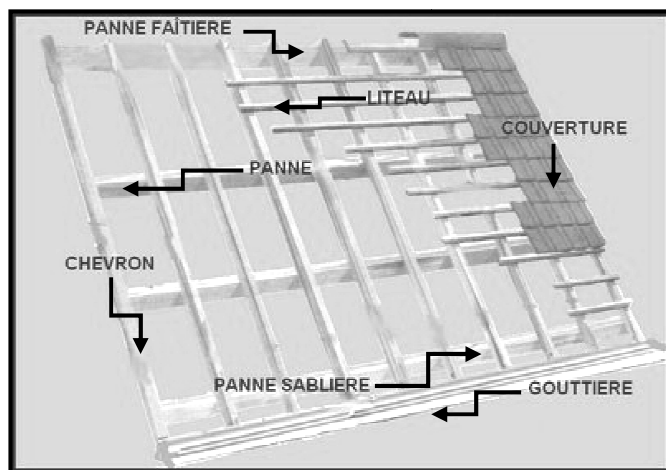


Figure 2.c

Principe de pose d'une tuile mécanique à emboîtement en terre cuite

L'unité fonctionnelle retenue pour cette comparaison est la suivante : «constituer 1 m² de couverture, durant une annuité, en assurant les performances propres à l'enveloppe du bâtiment (protéger des intempéries)».

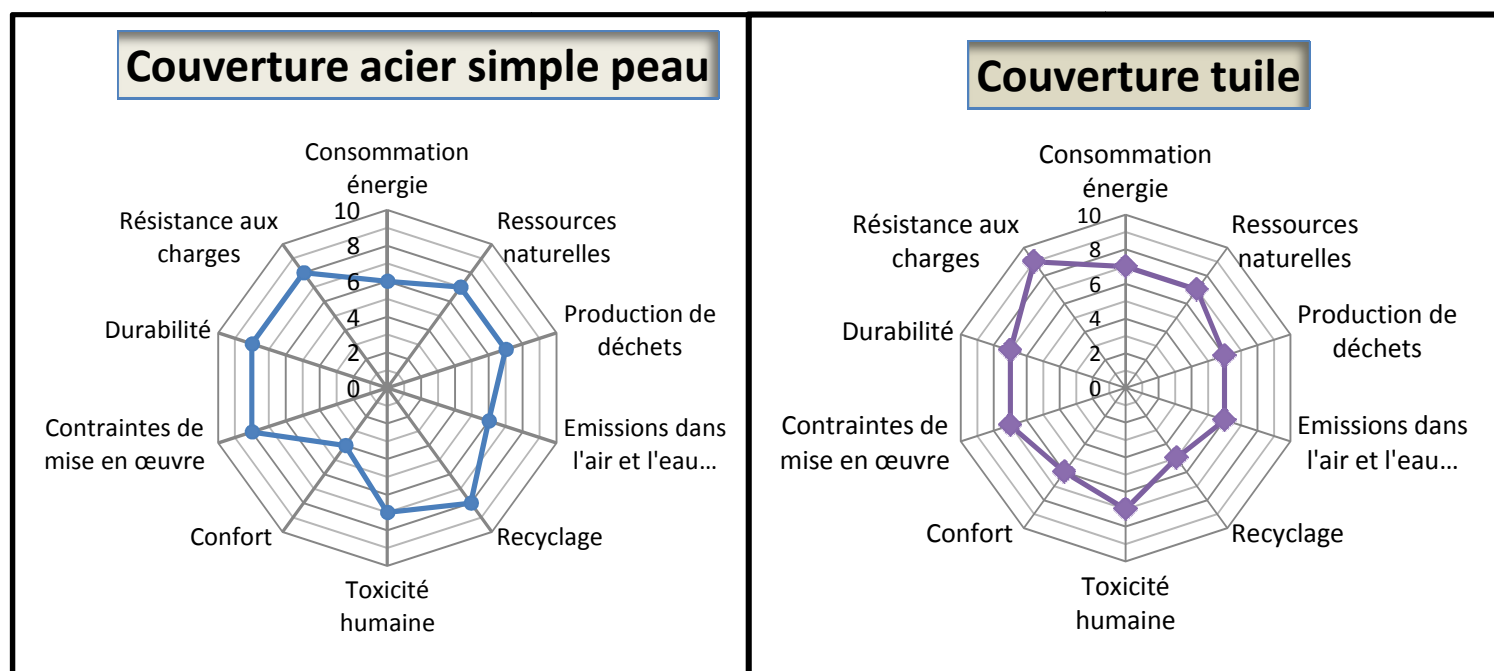
Dans la suite de notre étude, nous réalisons **une analyse multicritères** englobant par souci de simplification **l'ensemble des étapes** du cycle de vie des couvertures.

Extrait du cahier des charges

Fonction	Indicateurs à prendre en compte	Indice de flexibilité
FC1 : Résister aux charges extérieures	Résistance aux différentes charges : neige, vent,...	F0
	Durabilité	F1
FC2 : Tenir compte des impacts environnementaux	Consommation d'énergie	F0
	Ressources naturelles	F0
	Production de déchets	F0
	Emissions dans l'air et l'eau (GES,...)	F0
	Recyclage	F0
FC3 : Être sans danger pour la santé	Toxicité humaine	F0
	Confort	F2
FC5 : Être adapté à la mise en œuvre	Contraintes de mise en œuvre	F2

Indices de flexibilité : 0 impératif ; 1 un peu négociable ; 2 négociable ; 3 très négociable

L'étude comparative est représentée sous la forme de deux diagrammes « radar »



L'échelle de notation va de 0 à 10 en partant du centre du diagramme. Une note égale à 0 est mauvaise alors qu'une note égale à 10 est excellente.

Question 1.4	Indiquer quelle serait la meilleure solution du point de vue des impacts environnementaux (fonction FC2). Justifier votre réponse pour chaque indicateur.
Répondre sur copie	
Question 1.5	Choisir la solution qui vous paraît respecter le mieux l'ensemble des indicateurs mentionnés dans l'extrait du cahier des charges et conclure sur cette étude en insistant sur la pertinence des indicateurs pris en compte et sur le choix des indices de flexibilité.
Répondre sur copie	

PROBLEMATIQUE N°03 : dimensionnement d'un élément de la structure – choix technologique.

L'objectif de cette partie est de choisir une solution technologique qui permette de réaliser la liaison entre le portique en lamellé collé et les fondations (voir les figures 3.a et 3.b).

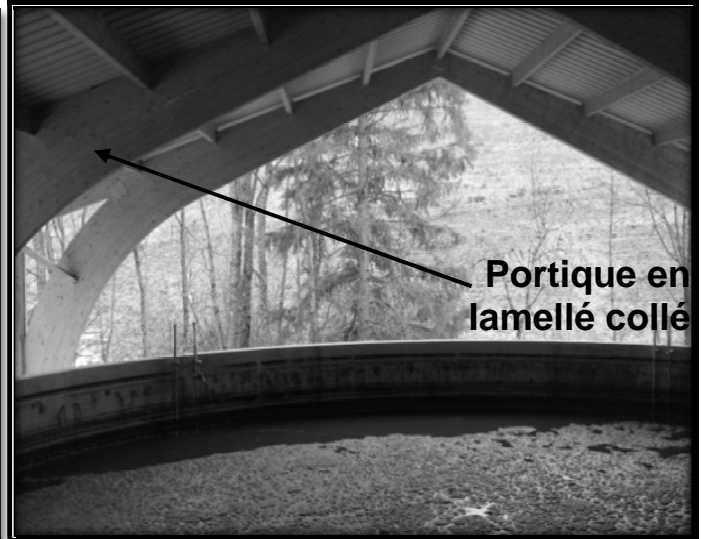
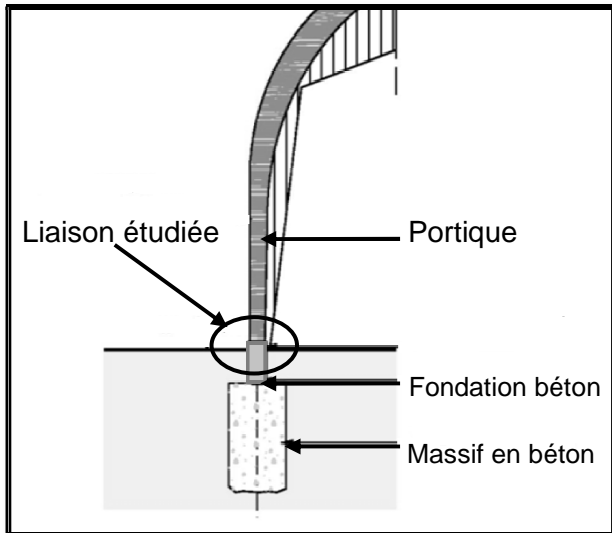
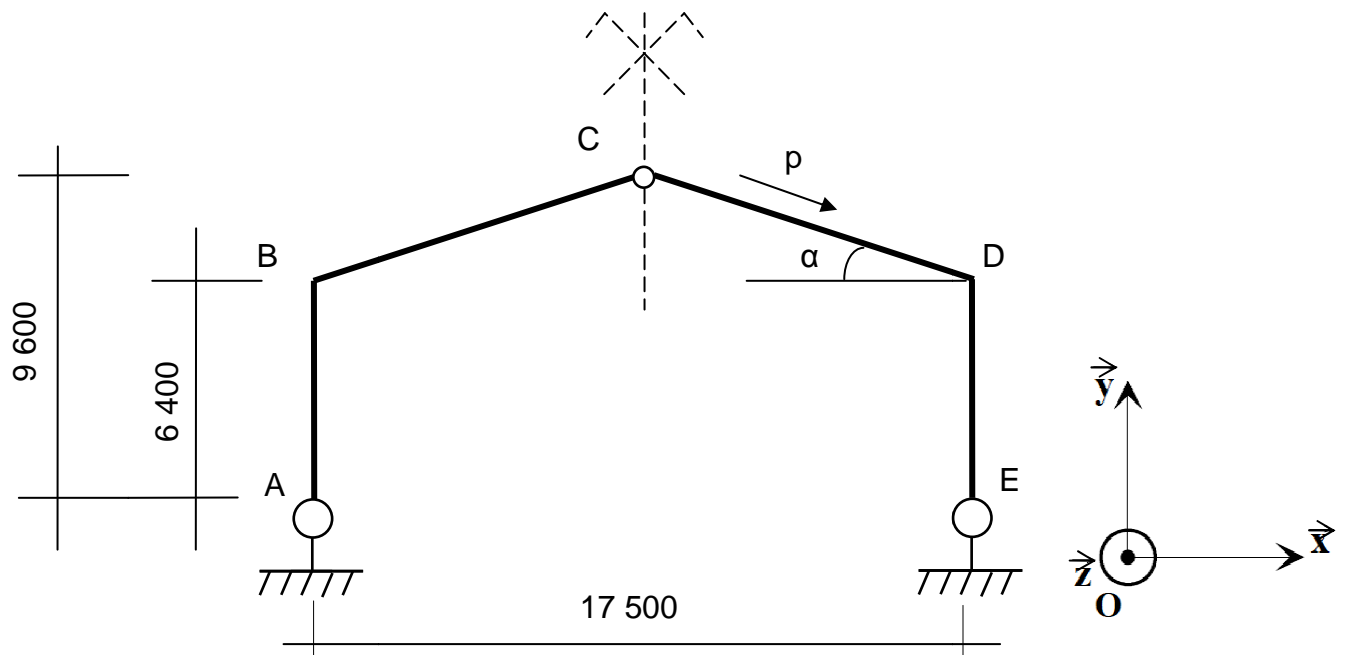


Figure 3.a : Liaison pied de portique – fondation

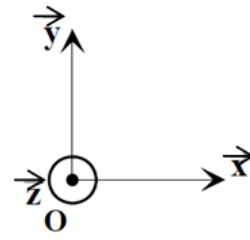
Figure 3.b : Photographie des portiques et de la couverture



Modélisation de la structure et de ses liaisons (Pas d'échelle – cotation en mm)

Dans la suite de notre étude, les liaisons sont considérées planes et le tableau des degrés de liberté s'écrit pour chaque liaison de la façon suivante :

Tableau des degrés de liberté		
Axe	Translation	Rotation
(O, \vec{x})	T_x	
(O, \vec{y})	T_y	
(O, \vec{z})		R_z



Question 1.6	Déterminer le tableau des degrés de liberté pour chaque liaison aux points A et E en remplaçant T_x , T_y et R_z par 1 si le déplacement est possible et par 0 s'il est bloqué.
Répondre sur copie	

Question 1.7	Justifier que la liaison au point A génère deux actions de liaison que vous noterez X_A et Y_A et que la liaison au point E génère deux actions de liaison que vous noterez X_E et Y_E .
Répondre sur copie	

Hypothèses à prendre en compte pour la suite de l'étude :

- la toiture est soumise à son poids propre et aux charges climatiques ;
- la toiture est étudiée uniquement au soulèvement (neige non prise en compte) ;
- l'action du vent sur la partie verticale du portique sera négligée ;
- l'étude porte sur un portique intermédiaire (le portique aux extrémités ne sera pas étudié) ;
- l'espacement entre les portiques en lamellé collé est égal à 5,50 m ;
- l'angle d'inclinaison de la toiture est de 20° (voir la figure 3.c) ;
- les charges réparties linéiques appliquées seront considérées comme uniformément réparties et exprimées en $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ (Kilo Newton par mètre).

Question 1.8	Représenter sur la figure du document réponse DR1, la surface de toiture reprise par le portique (préciser la largeur de la surface à l'aide d'une cotation).
Compléter le DR1	

Pour le calcul de la charge permanente linéique due au poids propre, il faut considérer la modélisation ci-dessous :

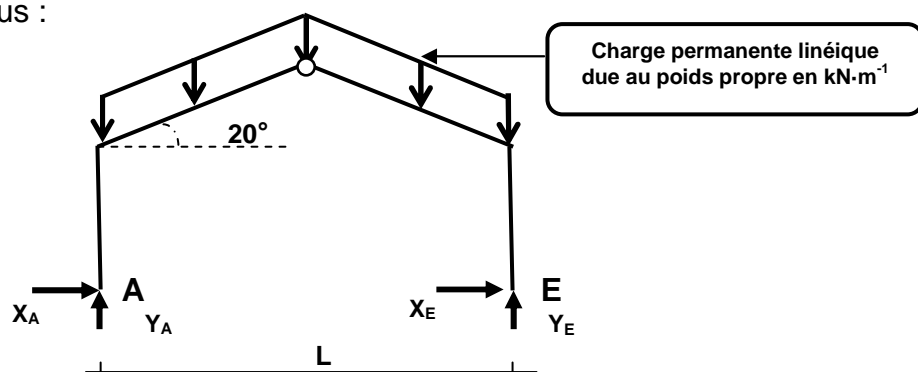
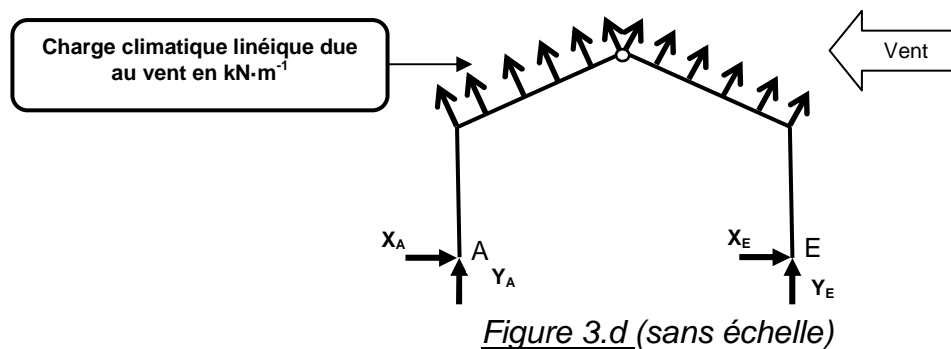


Figure 3.c (sans échelle)

Question 1.9	Calculer la charge permanente linéique (en $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$) due au poids propre de la couverture et du portique appliquée au portique (figure 3.c). La charge répartie surfacique correspondante au poids propre de la couverture et du portique est égale à $0,1 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$.
Répondre sur copie	

Les résultats que vous venez de calculer permettent de saisir les données de notre étude dans un logiciel de calcul afin de simuler le comportement du portique. Les résultats obtenus à l'aide du logiciel pour le calcul des actions de liaison au point A sont :

- pour la charge due au poids propre :
 - Au point A : $X_{AP} = 2,3 \text{ kN}$ et $Y_{AP} = 5,1 \text{ kN}$
- Pour la charge climatique due uniquement au vent :
 - Au point A : $X_{AV} = -6,6 \text{ kN}$ et $Y_{AV} = -18,2 \text{ kN}$



- Pour étudier le soulèvement du portique, il faut calculer les actions de liaison aux points A, résultant de l'action de la pesanteur (poids propre) et du vent. Pour cela, il faut prendre en compte une combinaison d'actions égale à $G + 1,5 \cdot W$ (où G représente la valeur de l'action de liaison due au poids propre en kN, et W la valeur de l'action de liaison due au vent en kN).

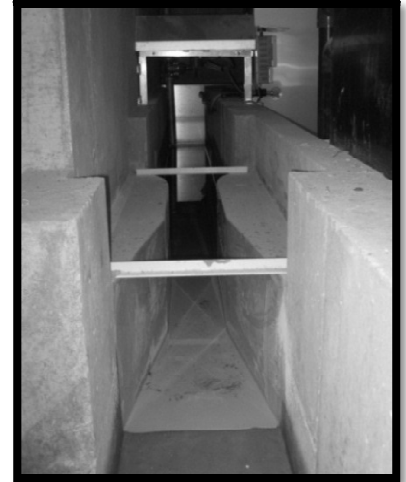
Question 1.10	Calculer les actions de liaison au point A correspondant à cette combinaison d'actions.
Répondre sur copie	
Question 1.11	À l'aide du document technique DT3, choisir un modèle de pied de poteau permettant d'établir la liaison mécanique entre le portique en lamellé collé et la fondation en béton au point A. Justifier votre choix et conclure .
Répondre sur copie Consulter le document technique DT3	
Question 1.12	Sachant que la contrainte normale maximale, calculée dans le pied de poteau métallique est égale à 219 MPa et que la résistance élastique de l'acier utilisée est égale à 275 MPa, calculer le coefficient de sécurité appliqué par le constructeur sur le soulèvement et conclure sur l'étude que vous venez d'effectuer.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT3	

PROBLEMATIQUE N°04 : mesure du débit d'eau en sortie de station

La mesure du débit à la sortie de la station permet à l'exploitant de contrôler le bon fonctionnement (un prélèvement d'échantillons est également prévu pour s'assurer de la qualité des rejets).

L'objectif de cette partie est de s'assurer du bon choix des éléments constituant la chaîne de mesure.

On utilise pour la mesure de débit des **canaux Khafagi-Venturi** qui permettent une mesure en caniveaux ouverts (voir le document technique DT4) ; cette mesure permet de déterminer le débit d'eau en fonction de la hauteur d'eau mesurée dans le canal.



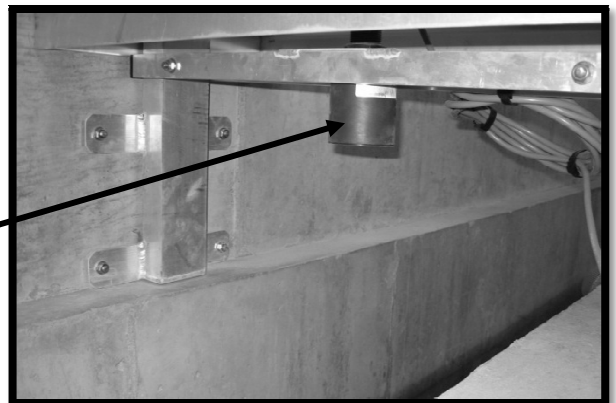
Question 1.13	Déterminer le débit en sortie de la station sachant que la hauteur maximum d'eau h_1 mesurée est de 30 cm pour un canal dont l'étranglement b_e est de 16 cm
Répondre sur copie Consulter le document technique DT4	

Donnée complémentaire : la striction $S = b_e/b_o$ retenue pour les canaux est de 0,4

Question 1.14	Calculer la largeur b_o du canal de sortie. Choisir le canal nécessaire dans la documentation technique et donner sa référence.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT4	Conclure sur la compatibilité du canal avec le débit calculé à la question précédente.

La mesure de la hauteur d'eau est réalisée à l'aide de détecteurs à ultrasons ; il s'agit de déterminer la sonde nécessaire ainsi que son transmetteur (voir le document technique DT5).

Sonde ultrasonique placée au-dessus du canal venturi



Question 1.15	Expliquer à l'aide d'un croquis légendé le principe de fonctionnement d'une sonde à ultrasons.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT5	

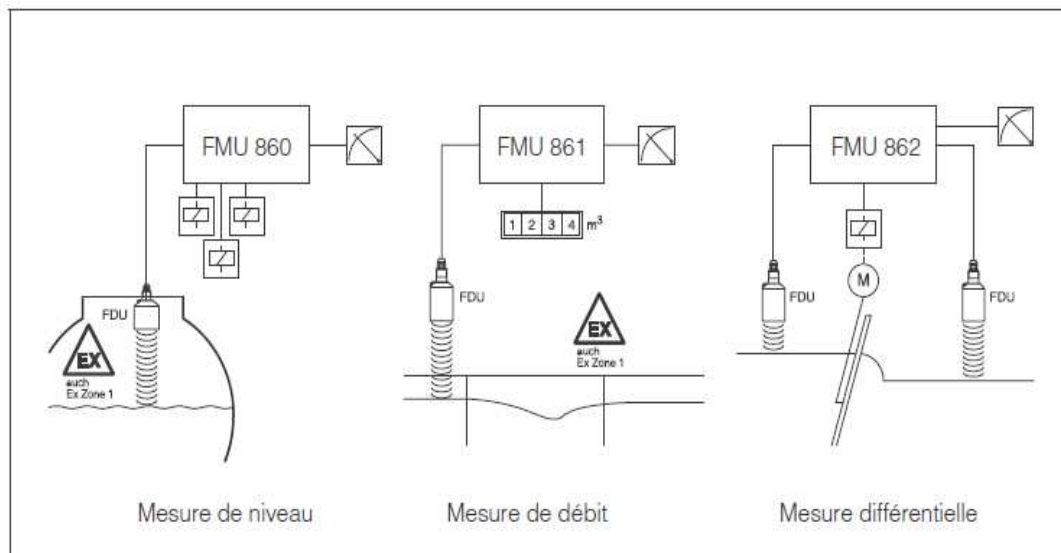
Afin de choisir correctement la sonde, il faut établir l'affaiblissement du signal envoyé (en décibel : dB). Compte tenu des critères de construction de la station, il a été retenu les paramètres suivants :

- pas d'installation de la sonde au niveau d'une sortie d'écoulement du produit (aussi appelée veine) ;
- l'écart de température entre l'eau épurée et l'air extérieur est de 15°C maximum ;
- la surface de l'eau est agitée lors du rejet et l'implantation de la sonde ne provoque aucune perte de signal.

Donnée complémentaire : la distance de blocage sera la plus petite possible.

Question 1.16	Calculer l'affaiblissement (amortissement) de la sonde (en dB) dans les conditions citées précédemment.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT5	Choisir à l'aide de l'abaque fourni dans le document technique DT5, la sonde en indiquant sa référence.

Toutes les données de mesure sont transmises à un automate programmable. Cependant, l'automate n'est pas capable d'interpréter directement le signal issu du capteur à ultrasons. On utilise alors un **conditionneur / transmetteur** de signal.



Exemples d'applications d'un conditionneur / transmetteur

Question 1.17	Déterminer le modèle à choisir compte tenu de l'application choisie.
Répondre sur copie	

L'information est transmise avec un signal de sortie analogique par une boucle de courant dont les gammes de valeurs selon la configuration choisie sont les suivantes : 0-20 mA ou 4-20 mA.

Question 1.18	Expliquer la conséquence d'une coupure d'un fil de la sonde et conclure sur l'intérêt d'utiliser une gamme de valeurs plutôt qu'une autre pour transmettre l'information à l'automate.
Répondre sur copie	

PARTIE 2 : Étude des pompes du poste de relevage de la station

PROBLEMATIQUE N°05 : dimensionner les pompes du poste de relevage de la station (débit rentrant) afin d'assurer un débit suffisant.

L'alimentation en eaux brutes de la station est un des postes clé. Cette fonction est réalisée par le poste de relevage qui doit être capable d'assurer un débit d'eau assez important pour pouvoir absorber la pollution, même lors de fortes pointes saisonnières (20 semaines par an). L'objectif de cette partie est de dimensionner la pompe nécessaire.

Question 2.1	Compléter le diagramme état/transition du document réponse DR1 en indiquant :
Consulter le document technique DT6 Compléter le DR1	<ul style="list-style-type: none"> - les actions de l'état 011 ; - la condition de passage de l'état 01 à l'état 00.

Au début de chaque cycle, on remplit un réacteur à concurrence de **185 m³** d'eaux usées.

Question 2.2	Calculer le débit nécessaire de la pompe pour alimenter un réacteur, en litres·s ⁻¹ en effectuant le relevé de <u>la durée de relevage</u> sur les chronogrammes de fonctionnement du document DT6.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT6	

La hauteur manométrique totale d'une pompe (HMT) est la différence de pression du liquide la franchissant, exprimée en mètre colonne d'eau. Lorsqu'une pompe est associée à une canalisation, la HMT est l'addition de :

- la hauteur géométrique totale (différence d'altitude entre l'entrée du liquide et sa sortie à l'atmosphère) ;
- des pertes de charge, elles-mêmes composées des pertes de charge régulières et singulières ;
- de la pression de refoulement à la sortie.

Cette hauteur d'eau HMT est de 8 m dans la station d'épuration de Jougne.

Question 2.3	À l'aide des courbes fournies, donner la hauteur HMT maximale de la pompe pour un débit de 16 litres·s ⁻¹ et vérifier la compatibilité de la pompe avec le débit demandé.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT6	

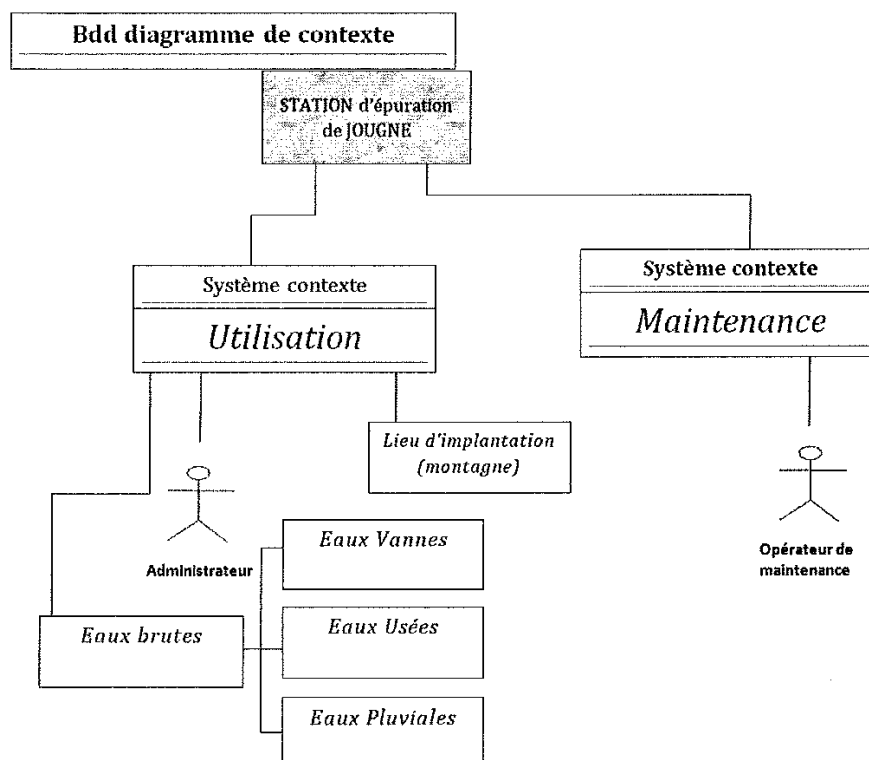
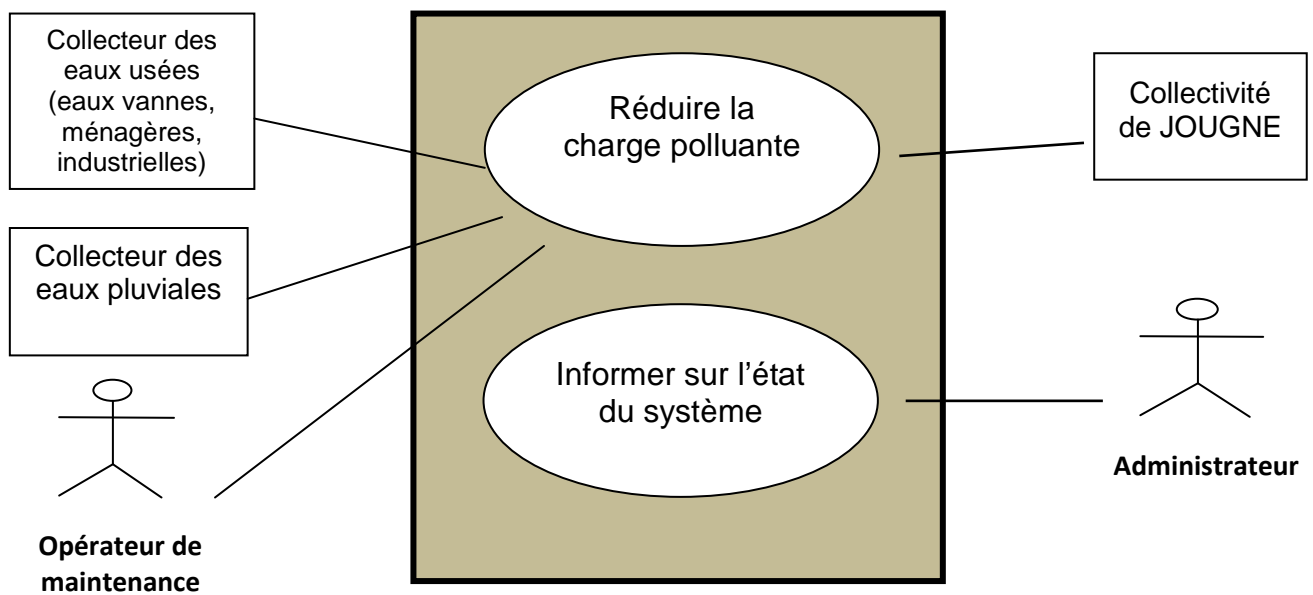
Question 2.4	Déduire à l'aide de la courbe $P_{mécanique}$ la puissance utile à la pompe.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT6	

Données complémentaires pour la suite de l'étude :

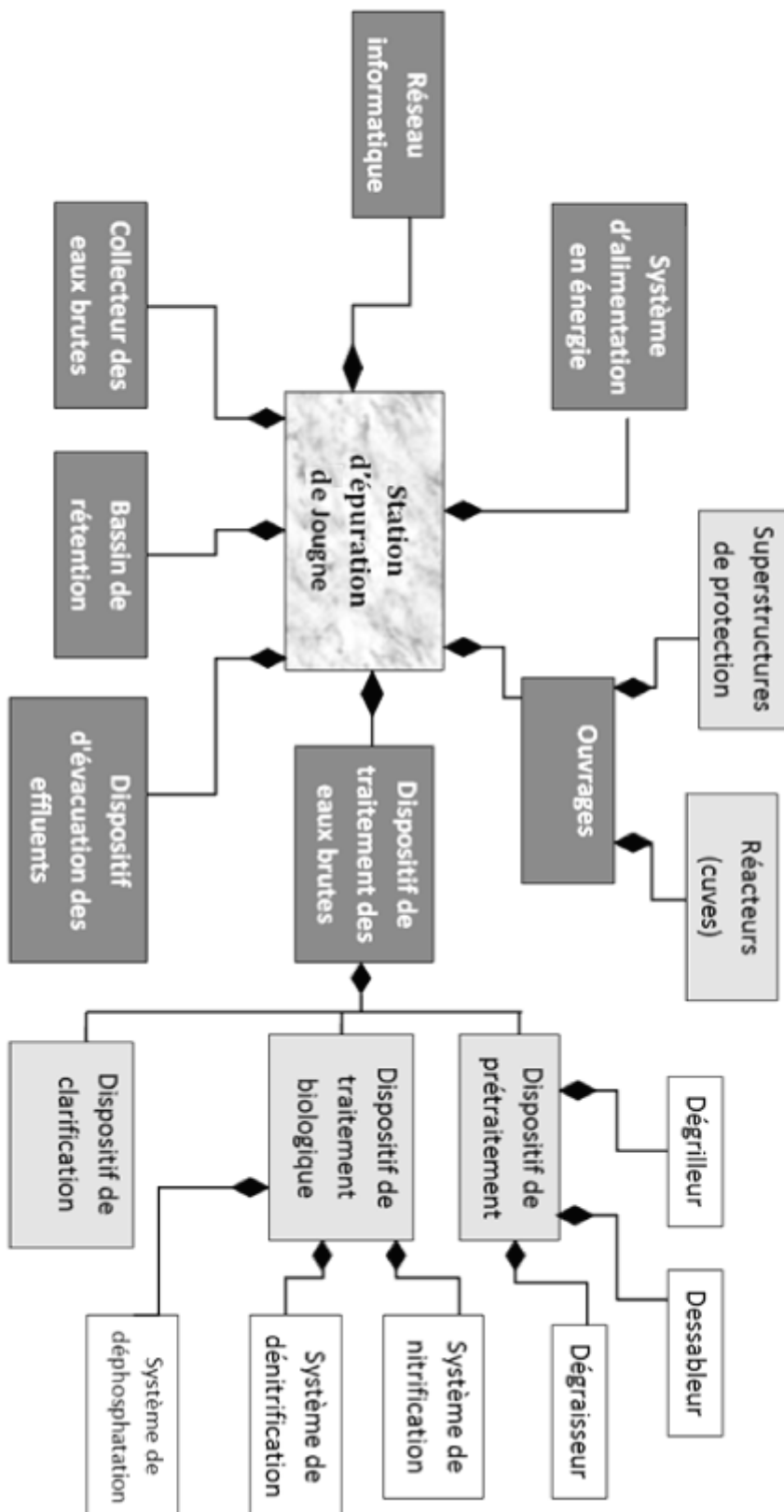
- La pompe est alimentée en 400 V triphasé.
- Rappel : $P_a = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi$ avec $\cos\phi = 0,86$ facteur de puissance du moteur.
- $I = 8$ A, courant absorbé par le moteur de la pompe, par phase.

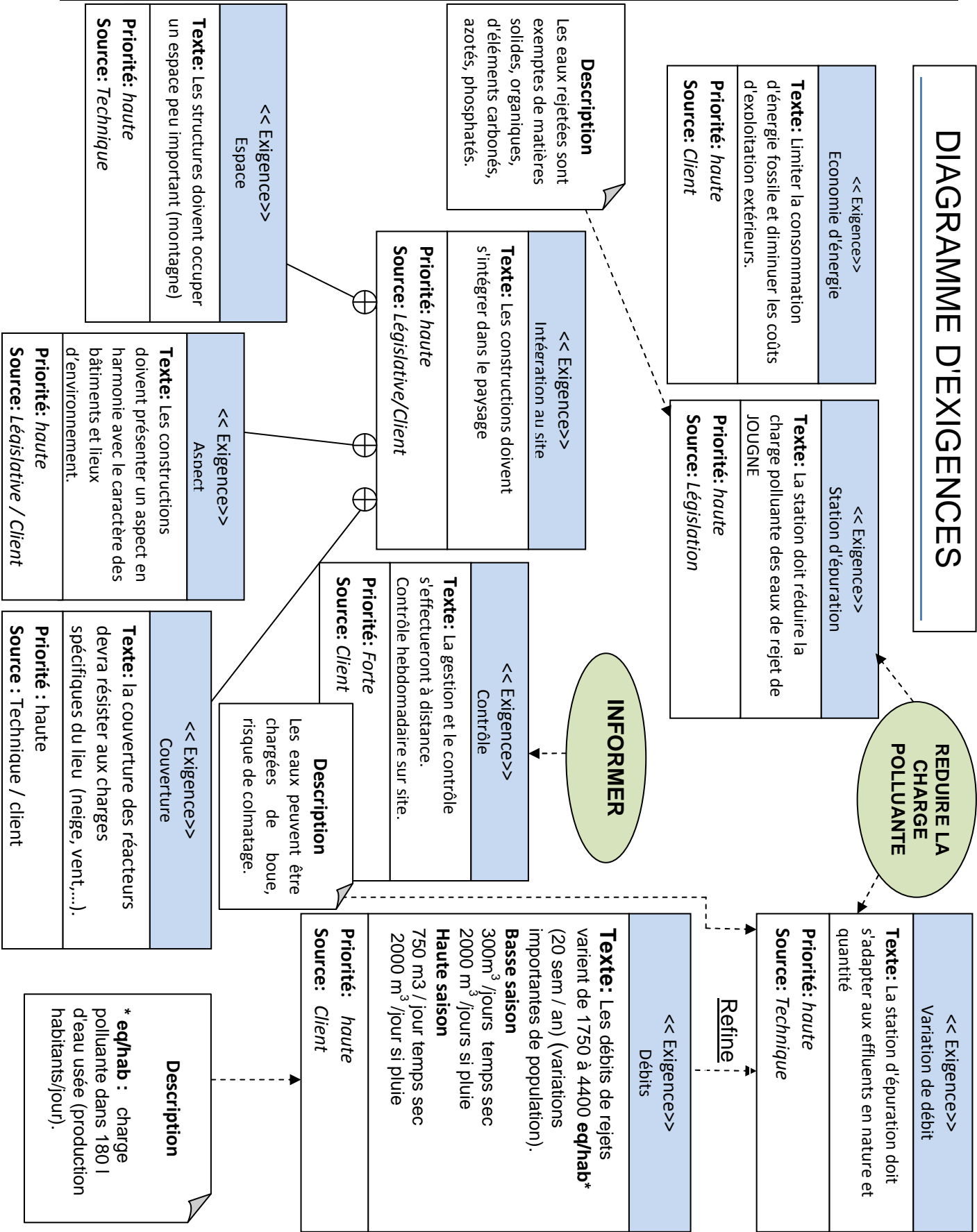
Question 2.5	Calculer alors la puissance électrique absorbée et déduire le rendement de la pompe.
Répondre sur copie Consulter le document technique DT6	Conclure sur le choix de la pompe de relevage.

Diagramme de spécification du besoin



Bdd diagramme de définition de blocs



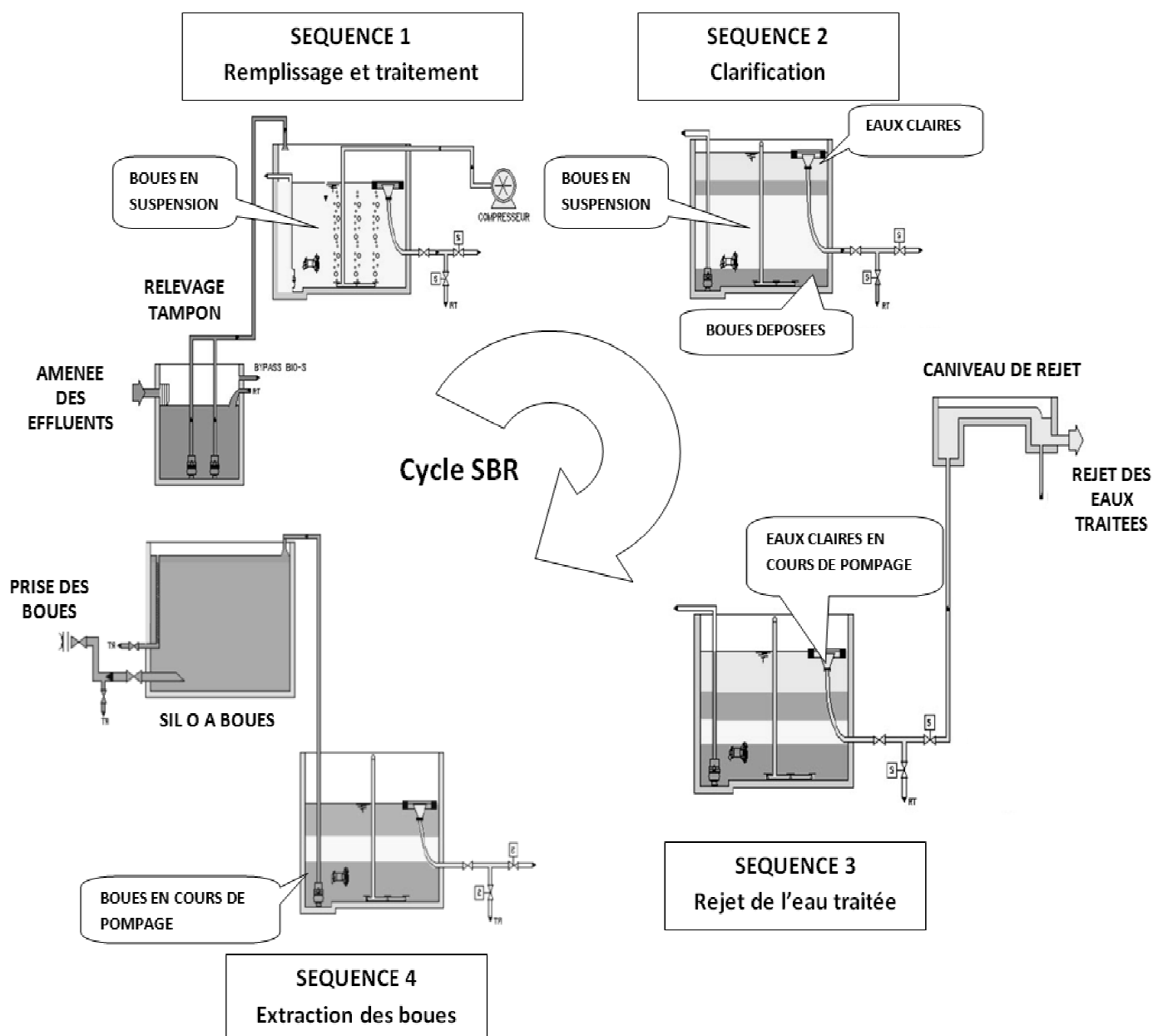


Déroulement d'un cycle SBR :

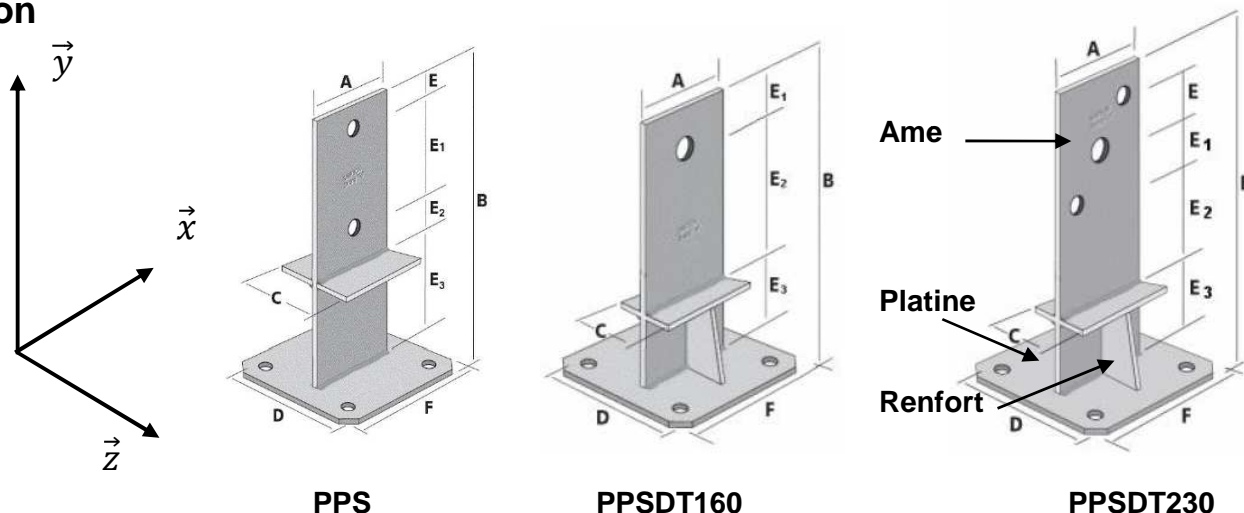
Les eaux usées arrivent dans le réacteur (cuve) rempli en partie de boues activées, l'ensemble est alors mélangé et aéré, puis le traitement biologique est effectué **dans la même cuve** (séquence 1).

Une phase de sédimentation et de clarification permet de séparer les boues des eaux traitées (séquence 2).

Les séquences 3 et 4 consistent à évacuer successivement par pompage les eaux traitées puis les boues (séquences 3 et 4)



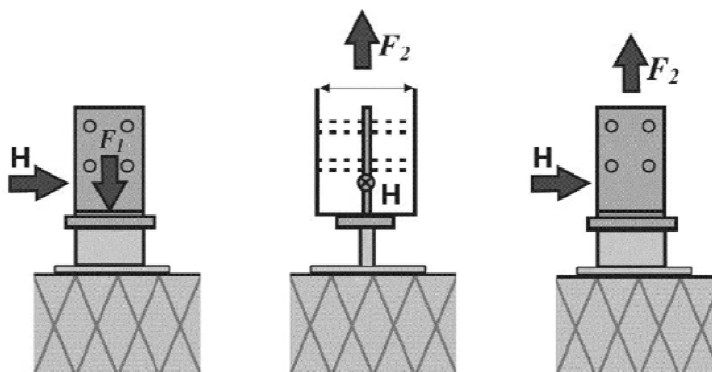
Liaison entre le pied du portique en lamellé collé et la fondation en béton



MODELE	Dimension en mm										Perçages sur l'âme
	A	B	C	D	E	E1	E2	E3	F	Ep	
PPS170	60	170	60	100	18	48	48	56	100	4	2 Ø13
PPS230	80	230	80	130	22	70	46	92	130	4	2 Ø13
PPSDT160	60	160	34	100	--	20	84	56	100	4	1 Ø13
PPSDT230	80	234	44	130	28	28	84	58	130	4	1 Ø17 et 2 Ø13

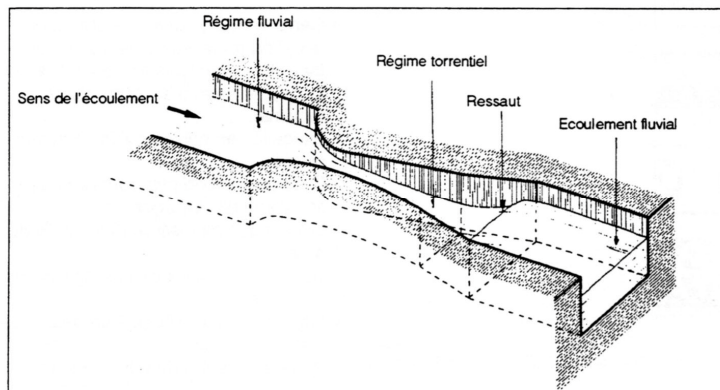
Les différentes directions de sollicitations représentées sont : **F1** (effort de compression au droit de l'axe central du poteau) – **F2** (effort de soulèvement au droit de l'axe central du poteau) – **H** (effort latéral toléré au niveau du centre de gravité des éléments de fixation)

MODELE	Valeurs caractéristiques maximales en kN		
	F1 _{max}	F2 _{max}	H _{max}
PPS170	24,70	16,40	10,50
PPS230	32,90	18,00	13,30
PPSDT160	39,10	8,50	9,30
PPSDT230	50,90	25,00	15,20



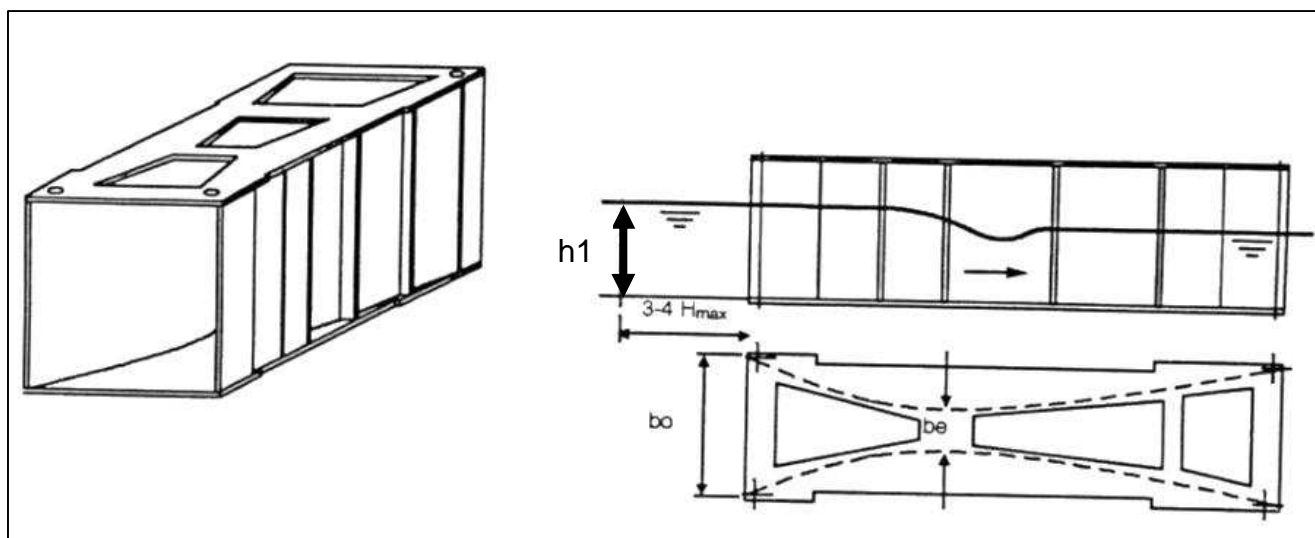
Le canal KHAFAFI-VENTURI

Le principe de la mesure du débit est basé sur la mesure de la hauteur d'eau dans le canal Venturi. Le laboratoire d'hydrologie de l'université de Stuttgart (Allemagne) a défini la formule du débit instantané spécifique aux canaux Khafagi-Venturi, comme suit :



$$q = 0,001744 \times be \times h1^{1,5} + 0,00091 \times h1^{2,5}$$

avec $q =$ Débit instantané en $l \cdot s^{-1}$
 $b_e =$ Largeur à l'étranglement en cm
 $h1 =$ Hauteur de mesure en cm



DIMENSIONS STANDARD

Type	bo Largeur du canal (mm)	Débit max.		h/max (mm) Hauteur d'eau pour Q (max)
		$l \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot h^{-1}$	
QV 302	120	6,93	24,95	170
QV 303	300	28,97	104,29	250
QV 304	400	64,29	231,44	350
QV 305	500	89,71	322,96	380
QV 306	600	114,98	413,93	400
QV 308	800	284,86	1024,06	600
QV 310	1000	550,67	1982,41	800
QV 313	1300	918,88	3307,97	950
QV 316	1600	1717,10	6181,56	1250

Principe de fonctionnement d'une sonde ultrasonique

L'émetteur de la sonde est activé électriquement et envoie une impulsion ultrasonique vers le bas, en direction du produit.

En fonction de la durée d'activation du capteur, il existe une zone immédiatement en-dessous de la sonde dans laquelle les impulsions ne peuvent pas être captées. Cette distance qui s'appelle « **distance de blocage BD** » et qui dépend du type de sonde détermine l'écart minimal entre la membrane du capteur et le niveau maximum dans le silo. Si la « **distance de blocage BD** » n'est pas respectée, ceci peut provoquer une erreur de l'indication de mesure.

Principe de fonctionnement des sondes ultrasoniques FDU

BD = Distance de blocage

D = Distance sonde -

surface du produit

L = Niveau dans le silo

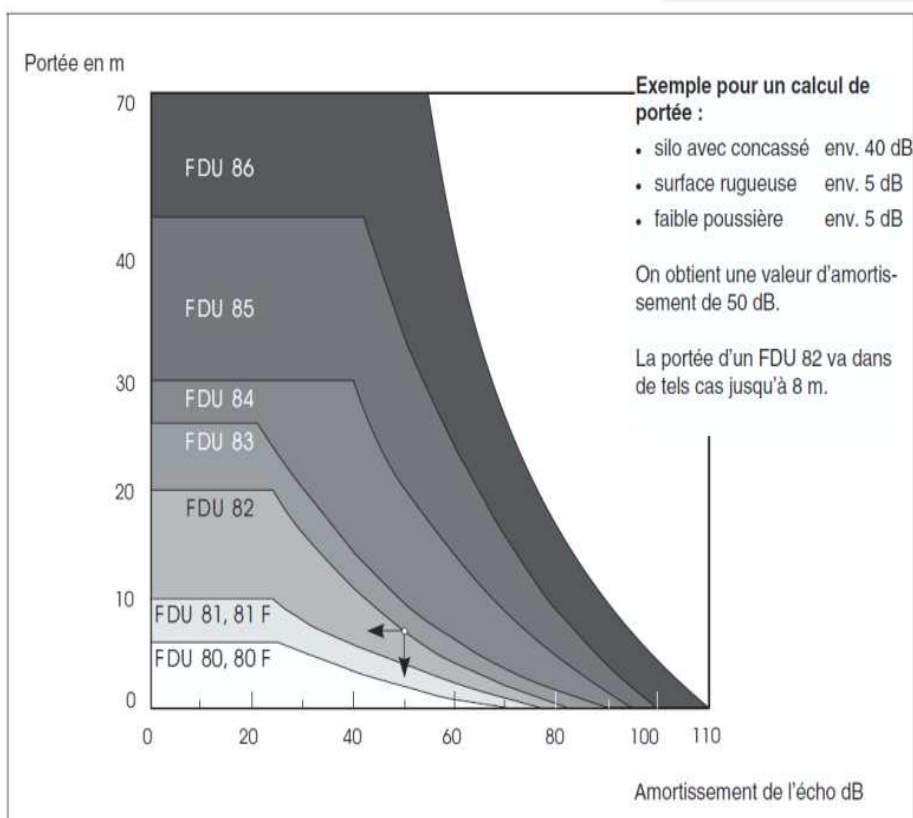
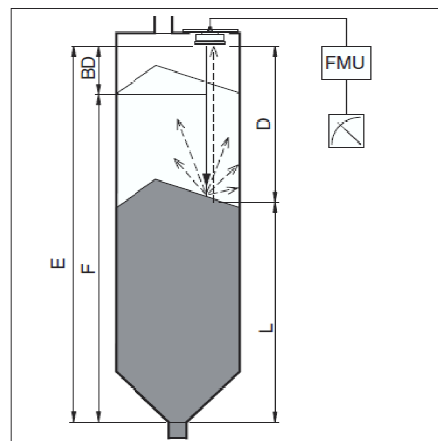
(Level)

F = Etalonnage plein

(100%, Full)

E = Etalonnage vide

(0%, Empty)



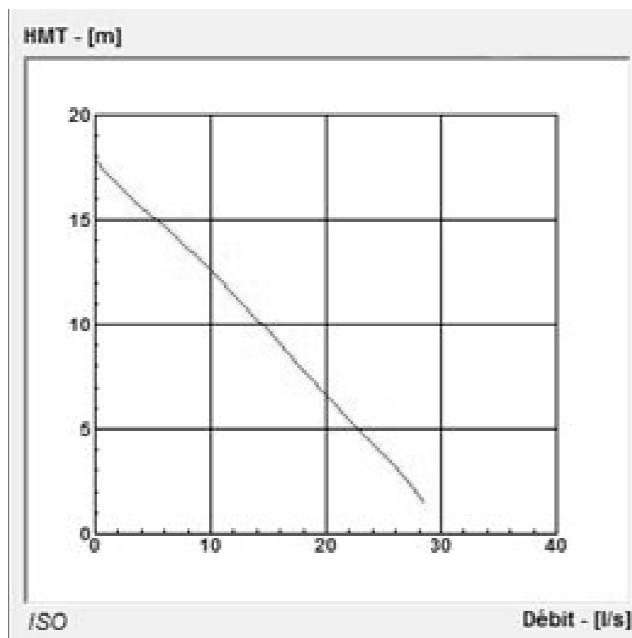
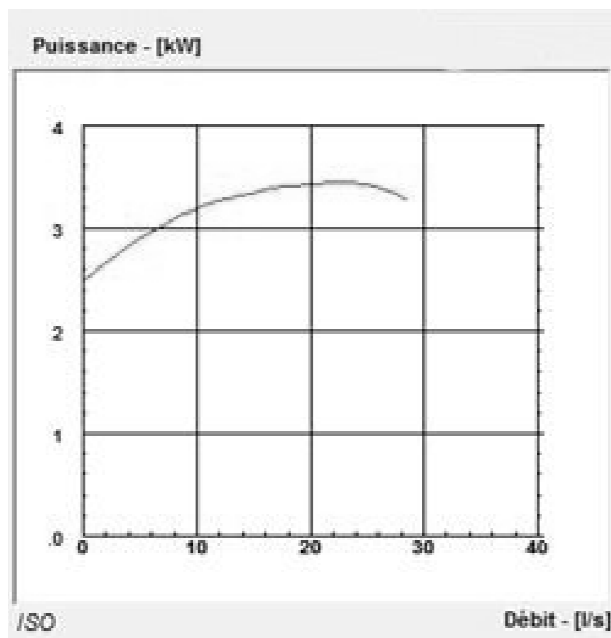
Influences	Amortissement (dB)
Températures	
Différence de la température de l'air entre sonde et surface du produit	jusqu'à 20 °C : 0 jusqu'à 40 °C : 5...10 jusqu'à 80 °C : 10...20 jusqu'à 150 °C : 20...30
Veine de produit	
en dehors de la zone de détection	0
faibles quantités dans zone de détection	5...10
Grandes quantités dans zone de détection	10...40
Poussière	
pas de production de poussière	0
faible production de poussière	5
forte production de poussière	5...20
Surface du produit en vrac	
dure, rugueuse	40
molle (par ex. tourbe, klinker recouvert de poussière)	40...60
Surface du liquide	
calme	0
agitée	5...10
très agitée (par ex. agitateur)	10...20
Mousse	
Veuillez consulter Endress+Hauser	
Montage de la sonde	
bord inférieur dans le silo	0
dans le piquage, bord biseauté, selon le rapport D/L	10...20
dans le piquage, bord droit, selon le rapport D/L	20...40

Caractéristiques techniques des sondes FDU 80 à 82

Type	FDU 80F	FDU 81F	FDU 80	FDU 81	FDU 82
Dimensions					
Gammes de mesure max.					
Liquides	5 m	10 m	5 m	10 m	20 m
Solides				5 m	10 m
Distance de blocage	0,3 m	0,5 m	0,3 m	0,5 m	0,8 m
Poids	0,5 kg	0,55 kg	0,55 kg	0,6 kg	1,2 kg
Température ambiante	-45 à +95°C	-45 à +95°C	-40 à +60°C	-40 à +80°C	-40 à +80°C
Pression service max.	4 bars	4 bars	2 bars	2 bars	2 bars
P _{absolue}					
Humidité relative	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

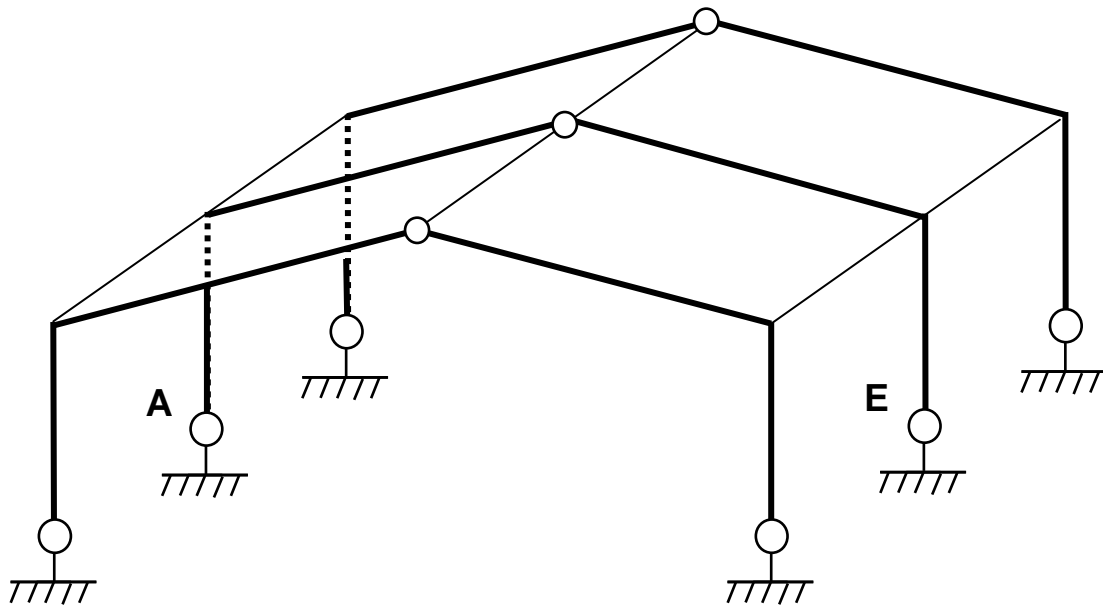
Chronogrammes de fonctionnement d'un bassin SBR										
Numéro des phases	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Durées en minutes	5	190	65	50	15	3	40	20	2	390
1 Ouverture vanne d'alimentation										
2 Relevage eau brute										
3 Ouverture vanne aération										
4 Aération										
5 Brassage										
6 Purge réseau d'air										
7 Déphosphatation										
8 Décantation										
9 Compresseur pelle										
10 Purge réseau air pelle										
11 Evacuation eau traitée										
12 Extraction des boues										
13 Attente										
14 Fonctionnement du poste TTO										
15 Autorisation Démarrage séquence 1 du SBR n°2										
Temps fixe "biologique" type 1	260									
Temps fixe "sédimentation" type 1				50	15					
Temps fixe "vidange" type 1							65			

Courbes de fonctionnement de la pompe de relevage

courbe $HMT=f(\text{débit})$ courbe $P_{\text{mécanique}}=f(\text{débit})$

Unité du débit sur les courbes : $[l \cdot s^{-1}]$

Question 1.8



Question 2.1

