

Session 2013

# 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

**Ce sujet sera traité par les candidats se présentant pour la première fois aux épreuves terminales du baccalauréat**

BAC DE RETENTION DE BEZONS

#### Constitution du sujet

- **sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
  - **partie 1 (3 heures)**.....pages 2 à 13
  - **partie 2 (1 heure)**.....pages 13 à 14
- **documents techniques**.....pages 15 à 22
- **documents réponses**.....pages 23 à 27

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

**Les documents réponses DR1 à DR5 (pages 23 à 27) seront à rendre agrafés aux copies.**

## Présentation

Pour limiter la pollution de la Seine par les eaux usées et pluviales, le SIAHCBC (Syndicat Intercommunal d'Assainissement Houilles-Carrières-Bezons-Chatou) fait construire un gigantesque bassin de rétention à Bezons.

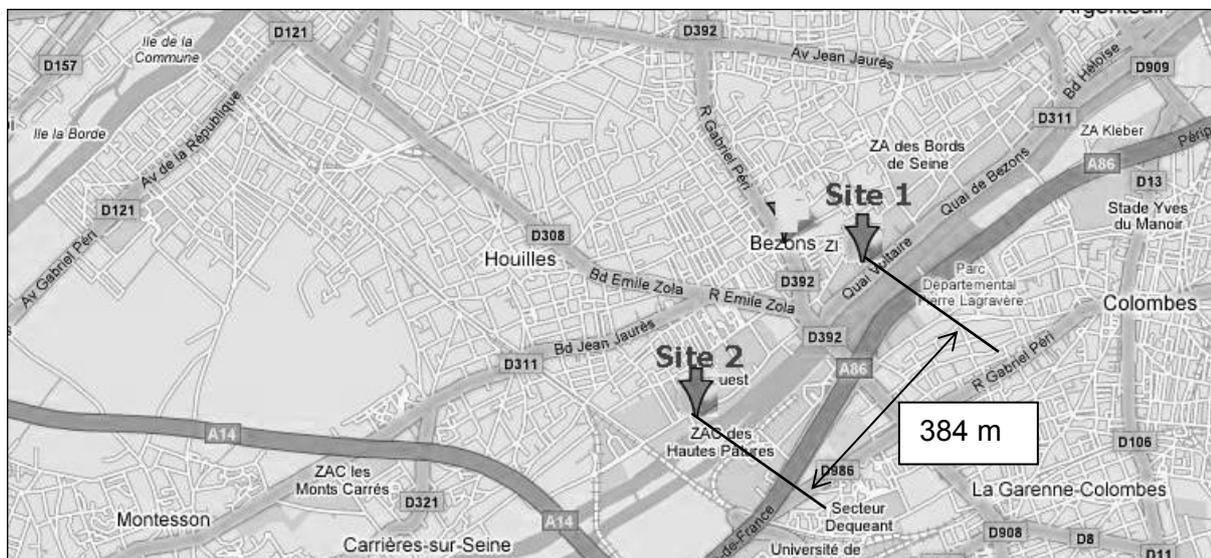
Il regroupe trois communes des Yvelines (Carrières sur Seine, Chatou, Houilles) et une commune du Val d'Oise (Bezons), pour une population totale desservie estimée à 97 365 habitants (source INSEE 1999). Ce syndicat est bordé au nord par le Syndicat Intercommunal d'Assainissement du Val Notre Dame (SIAVND) qui regroupe les communes d'Argenteuil, Bezons et Sartrouville.

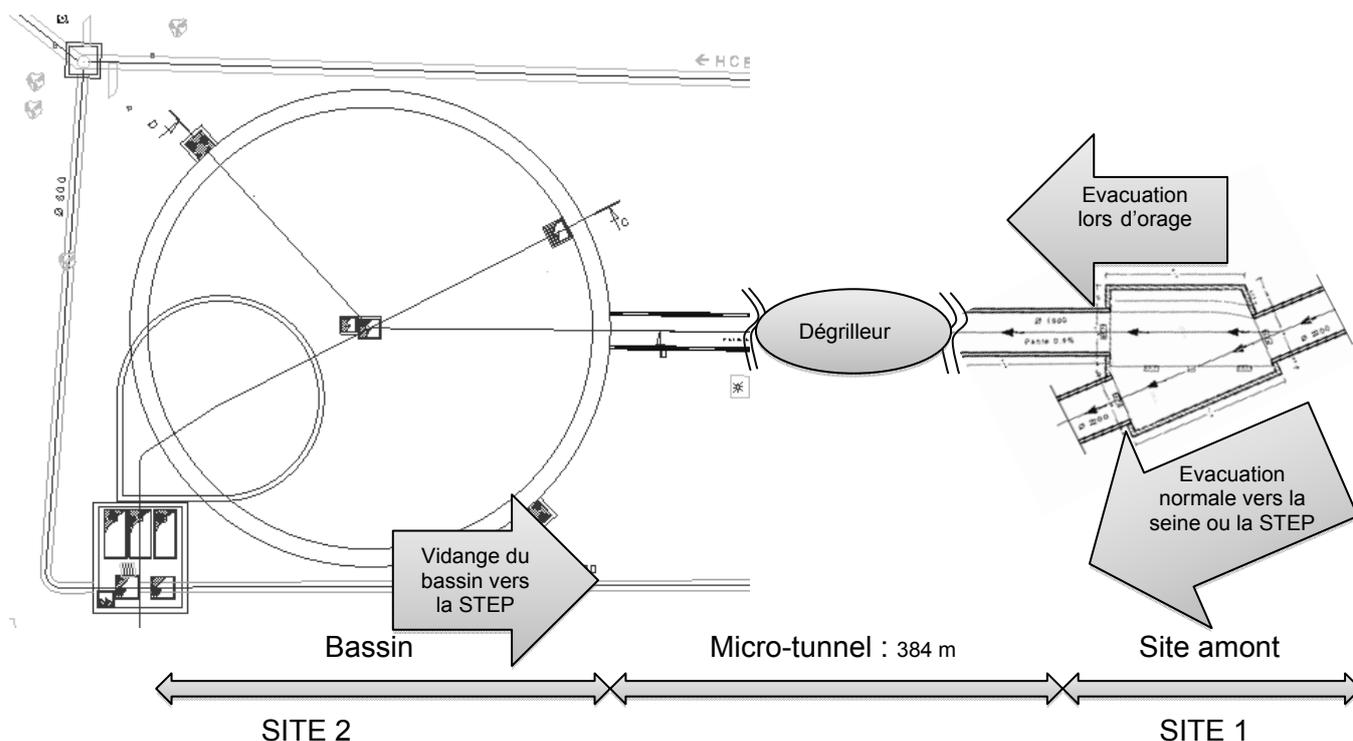


Le sujet concerne deux sites distincts.

1. L'un (site amont) est situé au débouché de la rue de Pontoise à Bezons, à proximité des voiries départementales en berge de la Seine : un ouvrage souterrain avec des accès en surface et un bâtiment technique y seront réalisés.
2. L'autre (bassin) se trouve à l'angle des rues Carasso et de la Pâture à Bezons : il accueillera le bassin de stockage restitution des eaux pluviales.

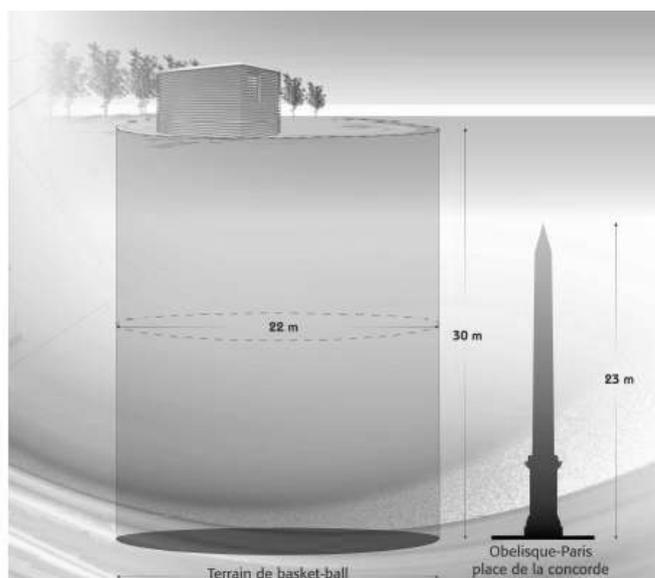
Les deux sites sont reliés par un micro-tunnel d'une distance de 384 m.





En cas de forte pluie, les eaux polluées, collectées sur Bezons se rejettent directement dans la Seine. Ce phénomène se produit en moyenne une quinzaine de fois par an.

Grâce au bassin de rétention d'une capacité d'environ 10 000 m<sup>3</sup>, ces eaux sont stockées temporairement avant d'être renvoyées vers la station d'épuration pour être traitées.



### Fonctionnement général des aménagements

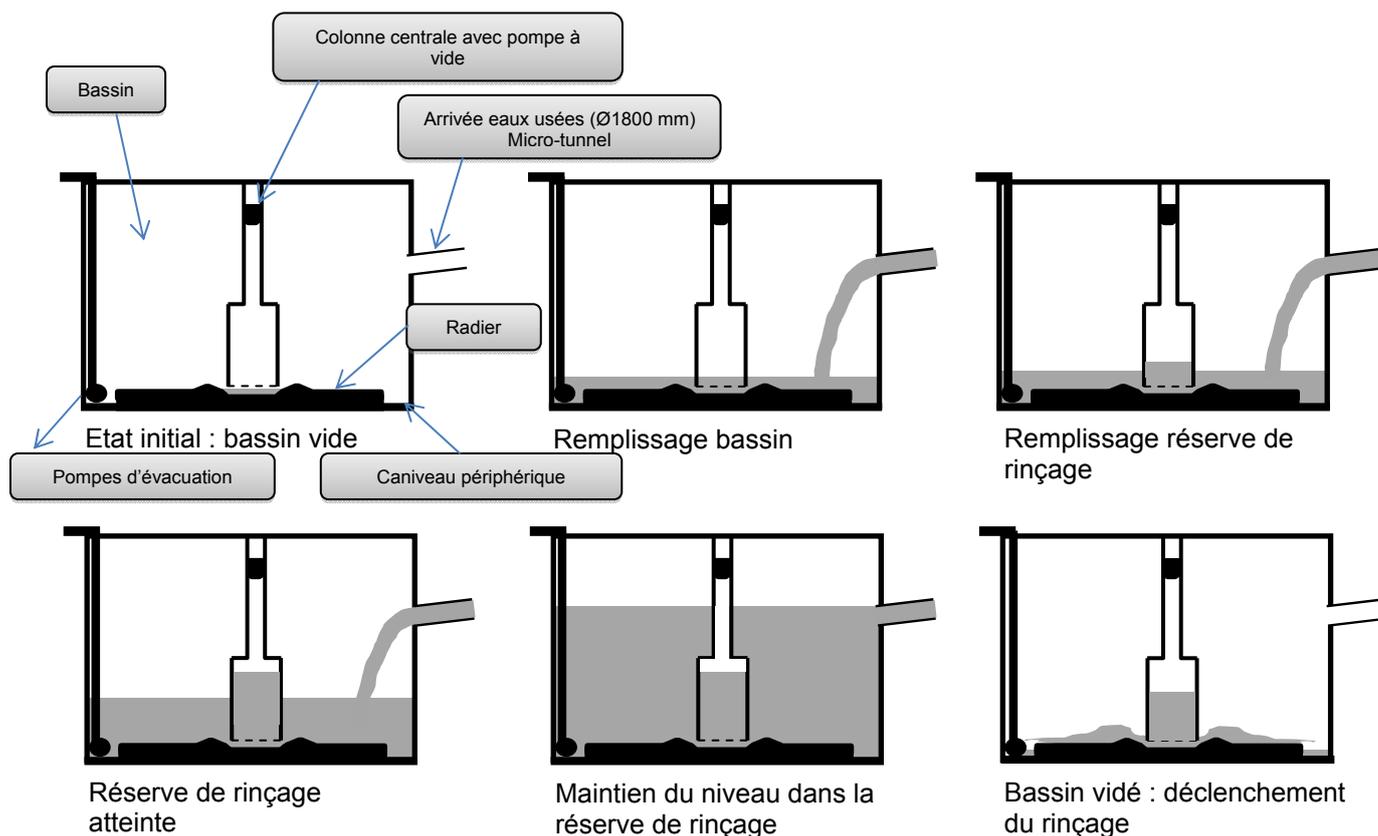
- Par temps sec (eaux usées) et lors de faibles pluies les eaux seront acheminées au site amont du pont de Bezons, vers la **station d'épuration (STEP)**, comme en situation « normale ».
- En temps de pluie, dès que la capacité maximale du site amont est dépassée, un système à débordement fait chuter les effluents dans la chambre de départ du site amont vers un collecteur Ø1800 mm. Les effluents sont acheminés vers le dispositif de dégrillage automatique puis vers le bassin. Ce dispositif permet de retenir les déchets flottants afin de protéger les pompes de vidange.
- Si l'évènement pluvieux est vraiment important et dépasse la capacité de stockage du bassin, les effluents sont dirigés directement du site amont vers la Seine.

- A la fin de l'évènement, le système de pompage vidangera au débit maxi de 400 l/s par refoulement, les eaux stockées dans le bassin vers la **STEP**.
- Une fois le bassin vidangé, un système de nettoyage par colonne sous vide (décrit ci-dessous) sera actionné : une vague violente, créée par une réserve d'eau située dans la colonne centrale, nettoiera le radier du bassin et sera amortie dans un caniveau périphérique.
- Ce caniveau périphérique sera rincé par une seconde colonne, qui transportera les effluents chargés vers la fosse de pompage.

### Système de nettoyage du bassin

Après la fin de la vidange, il est nécessaire de procéder au nettoyage du radier du bassin afin d'éviter la formation d'une croûte de dépôts qui pourrait se révéler particulièrement épaisse et pourrait altérer significativement le fonctionnement du bassin.

Le système de rinçage de radier sous vide Biogest MF a la particularité d'être entièrement automatique et de n'avoir aucune pièce en mouvement et en contact avec les eaux chargées du bassin. Il permet également un rinçage du radier lors d'un remplissage partiel du bassin.



## Partie 1 (approche globale pluri technologique)

### Problématique 1 : Réduire la quantité d'effluents pollués déversés dans la Seine sans augmenter la capacité de traitement de la station d'épuration

L'objectif de cette partie est de vérifier en quoi l'adjonction d'un bassin de stockage peut contribuer à améliorer l'efficacité du système de dépollution de la Seine.

Avec les fortes pluies, la station d'épuration n'étant plus en capacité de traiter les eaux usées, le réseau de collecte d'eau du secteur à cheval sur Houilles et Bezons se déversait dans la Seine. Pour limiter ces rejets, le SIAHCBC a décidé la construction d'un bassin de rétention qui doit permettre d'optimiser le fonctionnement de la station d'épuration.

Question 1.1 À partir du dossier technique DT1, **déterminer** le volume d'eau maximum que peut contenir le bac de rétention (bassin + tunnel) avant que le site amont redirige les eaux vers la Seine (le caniveau périphérique et la colonne centrale seront négligés). **Vérifier** le respect du CDCF (diagramme d'exigences).  
Voir : DT1 - DT2

Question 1.2 Avant la construction du bassin, le rejet des polluants représentait environ 548 000 m<sup>3</sup> par an. **Déterminer** la diminution de pollution en pourcentage du volume des rejets pollués.  
Voir : DR1

Question 1.3 Le graphe du DR1 représente le volume d'eau déversé dans le site amont sur une année. **Tracer** le volume pouvant être reçu par le bassin et le micro-tunnel, puis **en déduire** le nombre de rejets vers la Seine. **Vérifier** le respect du cahier des charges (diagrammes d'exigences).  
Voir : DR1 - DT2

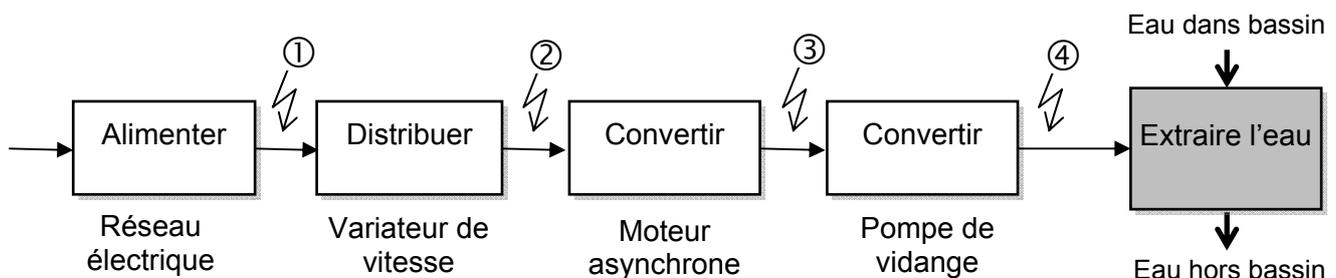
Question 1.4 **Conclure** sur deux paramètres (technique et environnemental) intervenant sur le niveau de pollution de la Seine et conclure quant à la capacité de cette solution à respecter les exigences en termes de quantité de rejets.

### Problématique 2 : Optimiser la consommation énergétique des pompes de vidange

L'objectif de cette partie est de vérifier que la solution technique employée pour la vidange du bassin permet de respecter les exigences de fonctionnement tout en améliorant l'efficacité énergétique.

Une grande partie de l'énergie consommée est utilisée pour la vidange du bassin. Trois pompes permettent cette vidange, mais seulement deux fonctionnent simultanément, la troisième étant une pompe de secours.

La chaîne d'énergie relative à une pompe de vidange du bassin est représentée ci-après.



Question 2.1 **Indiquer** le type de l'énergie (mécanique, électrique,...) aux points ①, ②, ③ et ④ du diagramme ci-dessus.

Les courbes de fonctionnement des pompes fournies par le bureau d'études sont représentées sur le document technique DR2. Ces courbes ont été réalisées pour deux niveaux du bassin :

- lorsque le bassin est quasiment vide (niveau bas),
- lorsque le bassin est quasiment plein (niveau haut).

Question 2.2 **Expliquer** brièvement ce que représentent les pertes de charge.  
Voir DR2 **Justifier** l'allure de la courbe 3.

**Indiquer** sur les courbes du document DR2 et pour chacun des deux niveaux, les points de fonctionnement qui seront notés P1, P2, P'1 et P'2.

**En déduire**, pour les deux niveaux, le débit de vidange du bassin lorsqu'une seule pompe puis les deux sont en fonctionnement.

Voir DT2 **Justifier** alors l'utilisation de deux pompes pour la vidange du bassin relativement aux exigences du diagramme DT2.

Les courbes du document DT4 ont été tracées à partir des relevés effectués sur le site dans les **conditions réelles** d'exploitation pour une seule pompe.

Question 2.3 **Comparer** le débit mesuré au point de fonctionnement repéré sur la courbe  
Voir : DR2 et DT4 (pour une hauteur de 31 m environ) avec celui annoncé par le bureau d'études (courbes du document DR2).

**Conclure** quant aux performances de la motopompe annoncées par le bureau d'études.

Question 2.4 À partir des courbes du document technique DT4, **indiquer** la puissance  
Voir : DT4 électrique absorbée par le moteur ainsi que le rendement total au point de fonctionnement considéré (hauteur = 31m).  
**En déduire** les pertes totales en kW dans la motopompe.

**Analyser** la courbe de rendement et **indiquer** pour quelle hauteur de pompage le rendement est maximum.

**Conclure** quant au choix de la solution technique retenue et **proposer** une autre forme architecturale du bassin qui aurait permis, pour le même volume de stockage, une diminution des pertes énergétiques.

### **Problématique 3 : Valider un Procédé de rinçage du bassin respectueux de l'environnement**

L'objectif de cette partie est de vérifier que la procédure de rinçage utilisée permet de répondre aux exigences du cahier des charges dans le respect des impacts environnementaux.

Afin de nettoyer le fond du bassin après une vidange, on procède à un rinçage du radier. On utilise pour cela un réservoir de rinçage central (Cf. § présentation page 4 – système de nettoyage).

Un deuxième réservoir périphérique, plus petit, permet le rinçage du caniveau. Cette étude ne concerne que le réservoir central. La pente du radier est de 2%.

Le cycle de rinçage en mode de fonctionnement automatique est décrit sur le document technique DT5.

Question 3.1 **Compléter** le diagramme d'état/transition du document réponse DR3 en indiquant :

Voir : DT5  
DR3

- les actions de l'état\_0101 ;
- la condition de passage de l'état\_0101 à l'état\_0102 ;
- les actions de l'état\_0102 ;
- la condition manquante entre l'état\_01 et l'état\_00.

Question 3.2 **Justifier** la solution retenue pour le rinçage du bassin au regard des impacts environnementaux.

#### **Problématique 4 : Assurer la maîtrise des niveaux d'eau dans le bassin et la colonne de chasse**

L'objectif de cette partie est de s'assurer que les niveaux mesurés sont fiables afin de garantir le bon déroulement du cycle de remplissage, vidange et rinçage.

Question 4.1 À partir du diagramme de définition de bloc, **identifier** les différents capteurs mis en œuvre pour la mesure de hauteur d'eau dans le bassin et la colonne de chasse.

Voir: DT3

Pour le capteur à ultrasons :

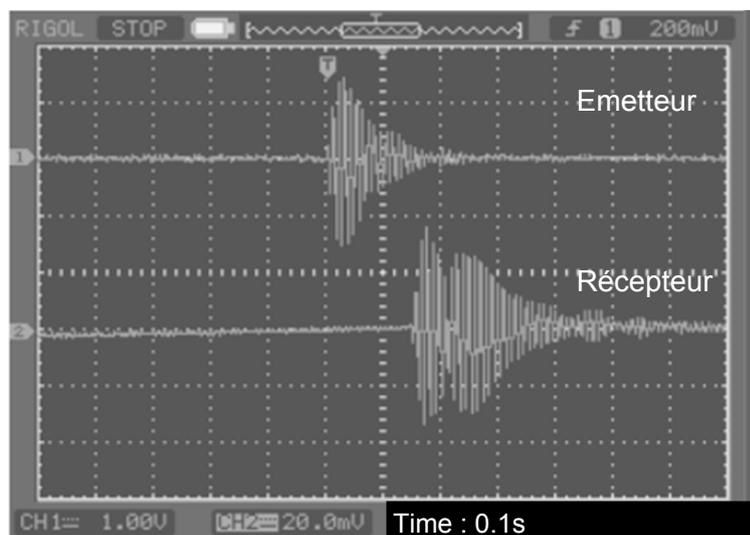
Question 4.2 **Donner** le principe de la mesure d'une distance par capteur à ultrasons en illustrant votre réponse par un croquis.

Question 4.3 **Déterminer**, sur l'oscillogramme ci-après, la valeur de la distance entre le capteur et la surface de l'eau (l'émetteur et le récepteur se situent dans le même boîtier).

On rappelle que la vitesse du son est environ de 330 m/s dans l'air.

Question 4.4 **Justifier** le fait que l'émission ne puisse pas être en continue.

Oscillogramme  
(dans l'air)

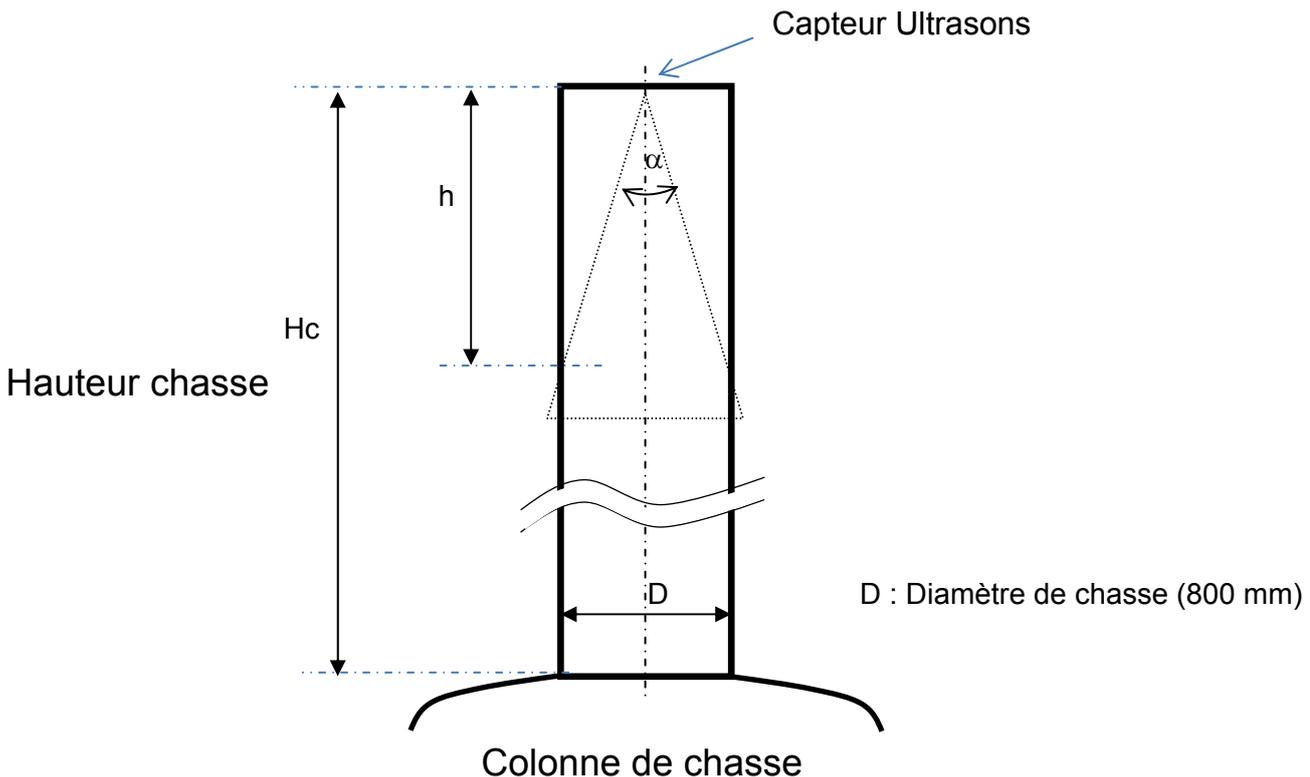


On désire éliminer les échos contre la paroi verticale dans la colonne de chasse et montrer que ceci n'est pas possible avec le capteur à ultrasons.

**Données complémentaires : l'angle d'ouverture  $\alpha$  du capteur à ultrasons est de  $6^\circ$ .**

Question 4.5 **Déterminer** l'expression littérale de la distance  $h$  (distance entre le capteur et le point d'impact de l'onde sur la paroi verticale) en fonction de l'angle d'ouverture du capteur et de la géométrie de la chasse.

**Calculer**  $h$  et **conclure** quant à cette technologie de capteur à informer sur le niveau réel d'eau dans la colonne de chasse.



### **Problématique 5 : Insérer la colonne centrale dans la structure du bassin.**

#### **Transfert de charges (hors local technique)**

L'objectif de cette partie est d'insérer la structure de la colonne centrale dans la structure du bassin sans incidence sur cette dernière.

Les hypothèses de cette étude sont décrites ci-après.

- La part des charges dues au local technique surmontant le bassin sera négligée dans cette étude.
- Les poids volumiques sont pour : le béton armé (BA) :  $25 \text{ kN/m}^3$  ; la terre :  $20 \text{ kN/m}^3$ .
- Les surcharges de circulation sur le bassin seront comptées et limitées à  $20 \text{ kN/m}^2$ .
- Dans la colonne centrale : la charge des escaliers métalliques et de la porte étanche sera prise égale à  $100 \text{ kN}$ .
- Les trémies de la dalle de couverture seront ignorées.
- La disposition des poutres sous la dalle est régulière.

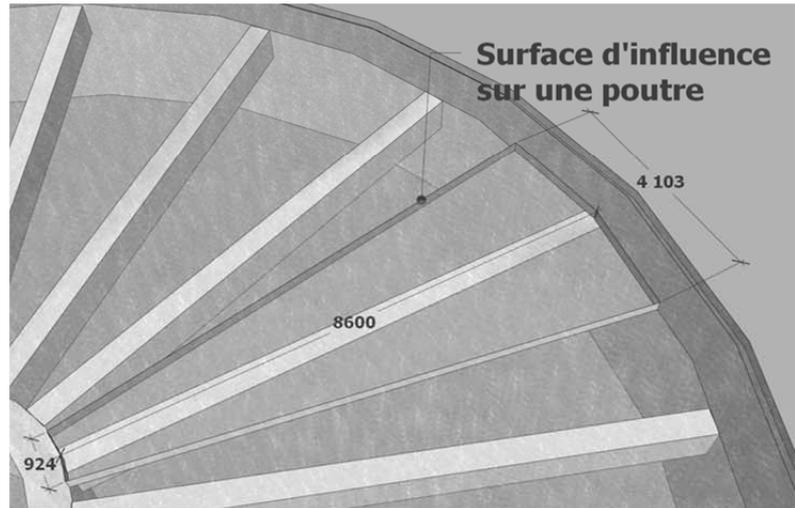
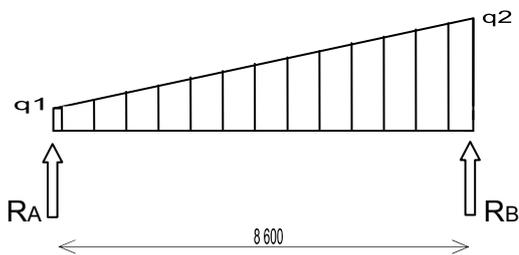
- Les charges permanentes (poids propres) et surcharges (circulations) ne seront pas distinguées dans les résultats.

Question 5.1  
Voir : DT1 et  
DR4 §1)a-b)

**Effectuer**, en complétant la note de calcul du DR4 §1)a-b), le calcul des charges dans la couverture s'exerçant sur le bassin et **déterminer** le poids d'un mètre linéaire d'une poutre.

**Donnée à prendre en compte : Masse volumique du béton armé : 2500 kg/m<sup>3</sup>**

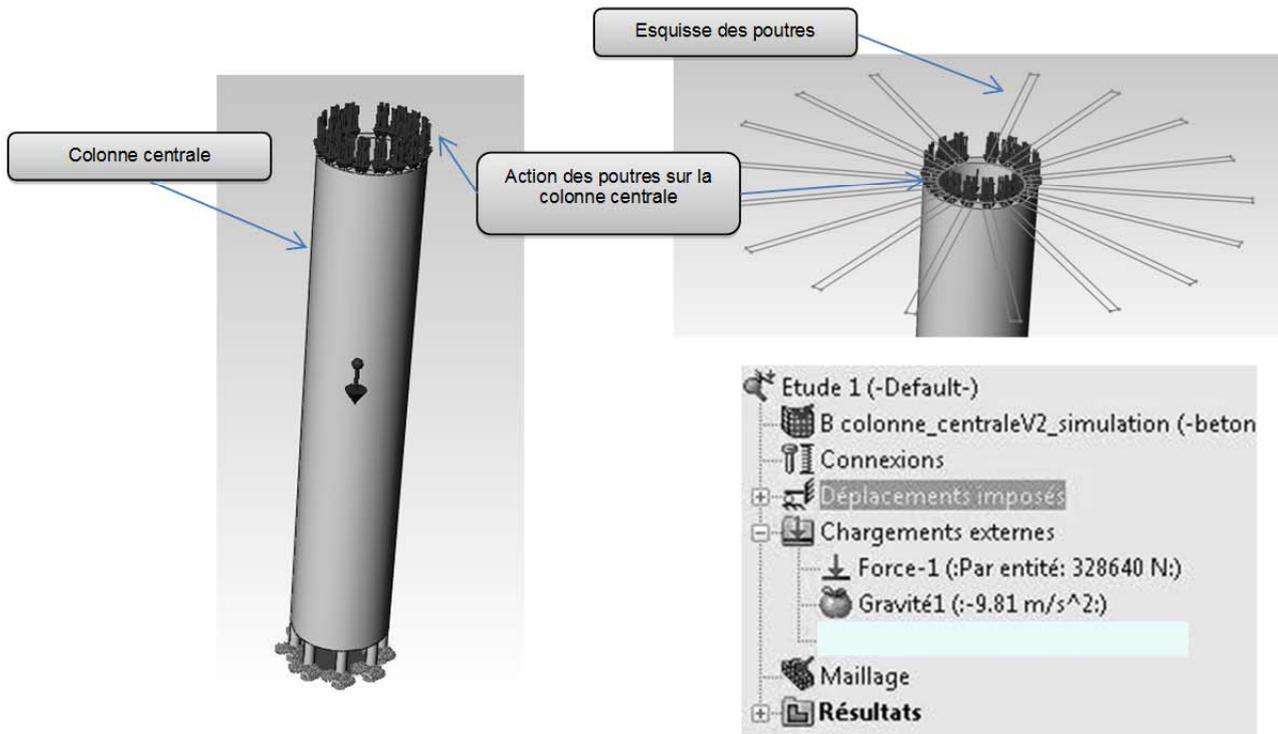
La géométrie de la surface d'influence sur une des poutres entraîne une répartition non linéaire de la charge.



Taux chargement  $q_1$  en A sur colonne centrale :  $q_1 = 39,34 \text{ kN/m}$

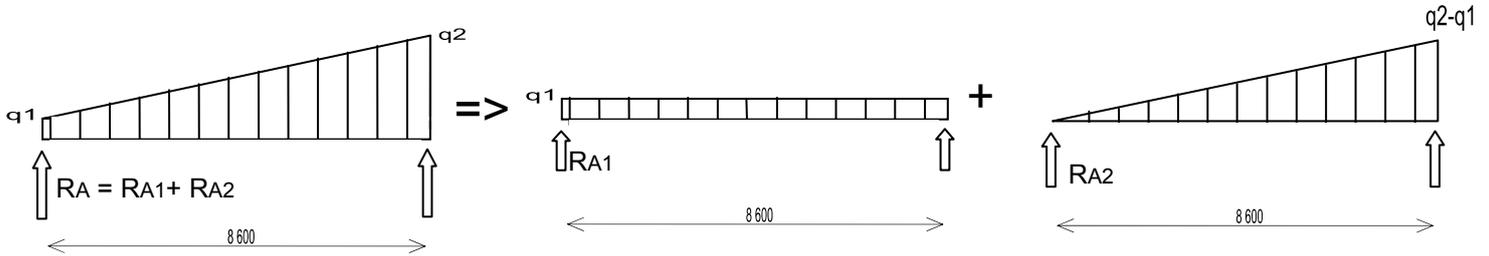
Taux chargement  $q_2$  en B sur paroi périphérique :  $q_2 = 150,61 \text{ kN/m}$

Afin de simuler le comportement de la colonne centrale, il est nécessaire de connaître l'action des 17 poutres sur celle-ci.



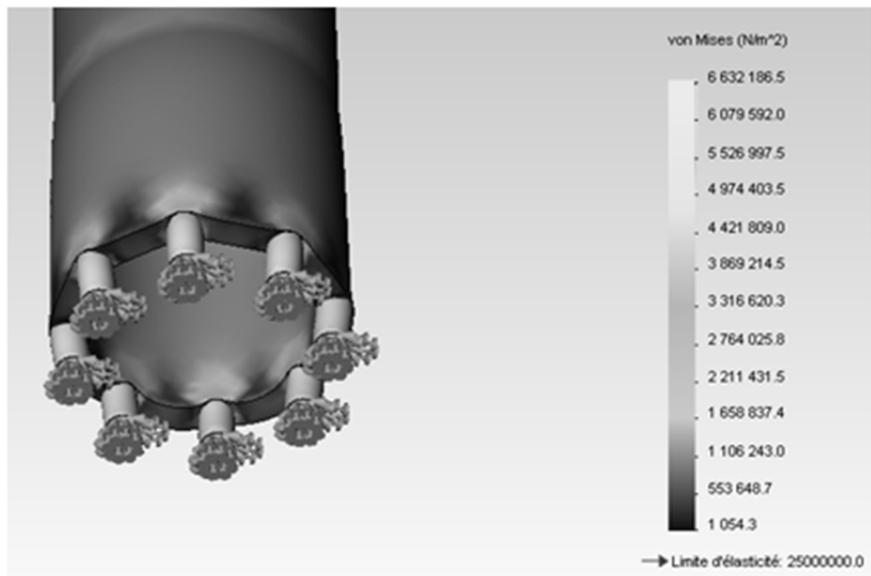
Question 5.2 Les taux de charges  $q_1$  et  $q_2$  étant donnés, **déterminer** les forces  $R_A$  et  $R_B$  aux appuis, à l'aide du formulaire ci-dessous. **Justifier** les charges externes utilisées pour le modèle numérique.  
 Voir : DR4 §2)

**Le principe de superposition permet d'écrire**



$R_A = \frac{qL}{6} \quad R_B = \frac{qL}{3}$ <p>Charge à répartition variable</p>	$V_A = -R_A \quad V_B = R_B$ $V_0 = 0 \text{ pour } x = \frac{L}{\sqrt{3}}$	$M(x) = \frac{qLx}{6} \left[ 1 - \frac{x^2}{L^2} \right]$ $M_0 = \frac{qL^2}{9\sqrt{3}} \text{ pour } x_0 = \frac{L}{\sqrt{3}}$	<p>Avec <math>P = \frac{qL}{2}</math></p> $R_A = \frac{P}{3} \quad R_B = \frac{2}{3}P$ $M_0 = \frac{2PL}{9\sqrt{3}}$
$R_A = \frac{qL}{2} \quad R_B = \frac{qL}{2}$ <p>Charge uniformément répartie</p>	$V_A = -\frac{qL}{2} \quad V_B = -\frac{qL}{2}$ $V(x) = \frac{q \cdot L^2}{2} - q \cdot x$	$M_0 = \frac{q \cdot L^2}{8} \text{ pour } x_0 = \frac{L}{2}$ $M(x) = \frac{q \cdot x}{2} (L - x)$	<p>Flèche</p> $f = \frac{5}{384} \cdot \frac{qL^4}{EI}$ <p>pour <math>x = \frac{L}{2}</math></p>

**Résultat de la simulation :**



Question 5.3  
 Voir : DT1 et  
 DR4 §2)

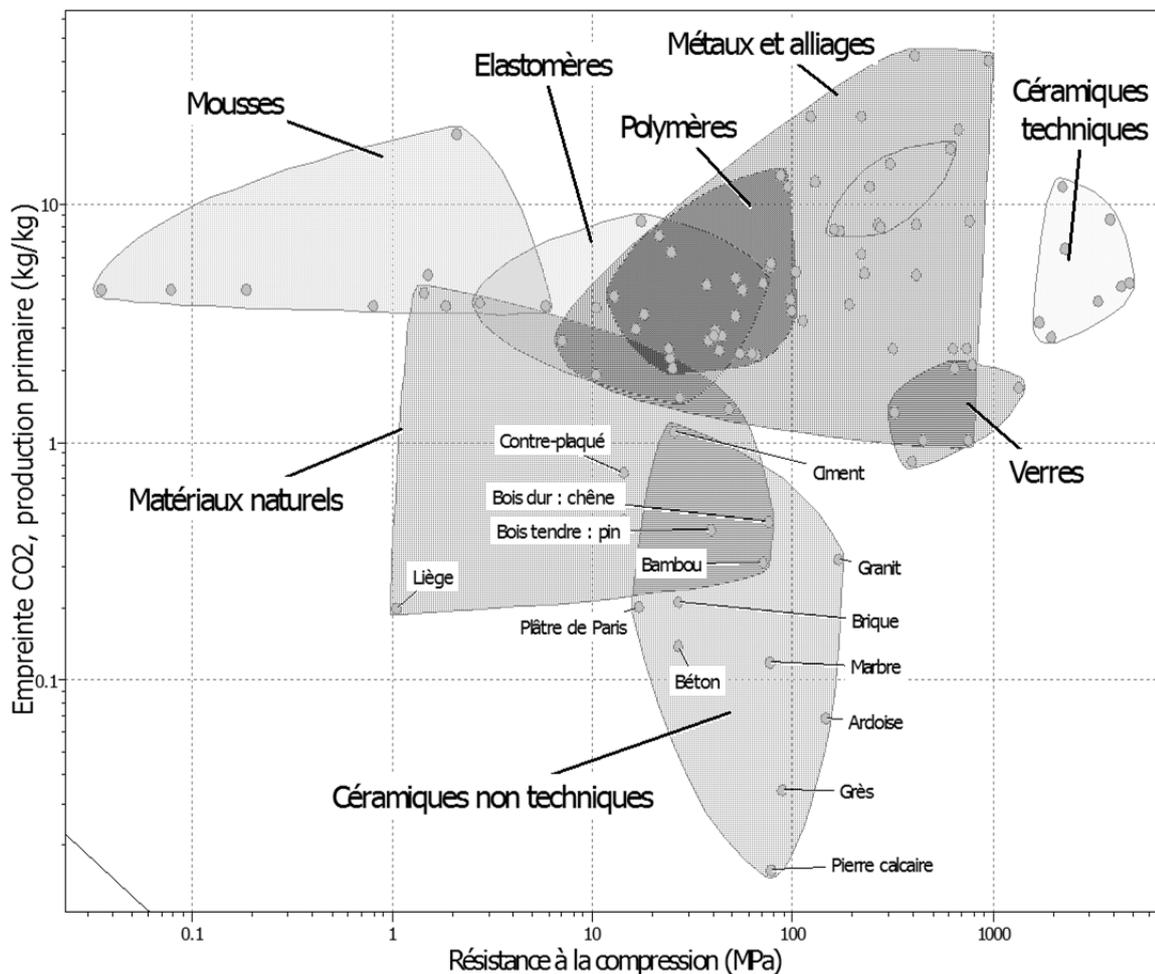
**Préciser** le type de sollicitation s'exerçant sur un poteau de la colonne centrale. La deuxième partie de la note de calcul de descente des charges de la colonne centrale étant donnée sur le document DR4, **calculer** la contrainte dans le matériau au pied d'un des 8 poteaux de la colonne centrale.

Question 5.4 Le résultat de la simulation étant donné, **calculer** le coefficient de sécurité.

Question 5.5 **Conclure** quant au choix du matériau des poteaux pour assurer le maintien de la colonne centrale.

**Donnée à prendre en compte : Résistance nominale du béton à la compression : 25 Mpa**

### Empreinte CO<sup>2</sup> production primaire (kg/kg) vs Résistance mécanique (MPa)



**Extrait du logiciel CES EduPack**

## Problématique 6 : Assurer la transmission des informations de l'installation

L'objectif de cette partie est de vérifier les données transmises par des capteurs. La structure de communication est donnée sur le DT6 et le protocole utilisé est le Modbus/TCP.

Question 6.1 Pour la liaison Modbus/TCP, en vous aidant du Document Technique DT7, Voir : DT6 – DT7 **identifier** dans les deux trames suivantes (les données sont en hexadécimal) :

- le capteur répondant à une requête du Maître ;
- la grandeur physique et la valeur retournée en décimal.

Trame n°1

Octet n°1	Octet n°2	Octets n°3 & 4	Octets n°5 & 6	CRC
<b>0x05</b>	<b>0x03</b>	<b>0x1224</b>	<b>0x0852</b>	<b>Sans objet</b>

Trame n°2

Octet n°1	Octet n°2	Octets n°3 & 4	Octets n°5 & 6	CRC
<b>0x0A</b>	<b>0x03</b>	<b>0x0512</b>	<b>0x0028</b>	<b>Sans objet</b>

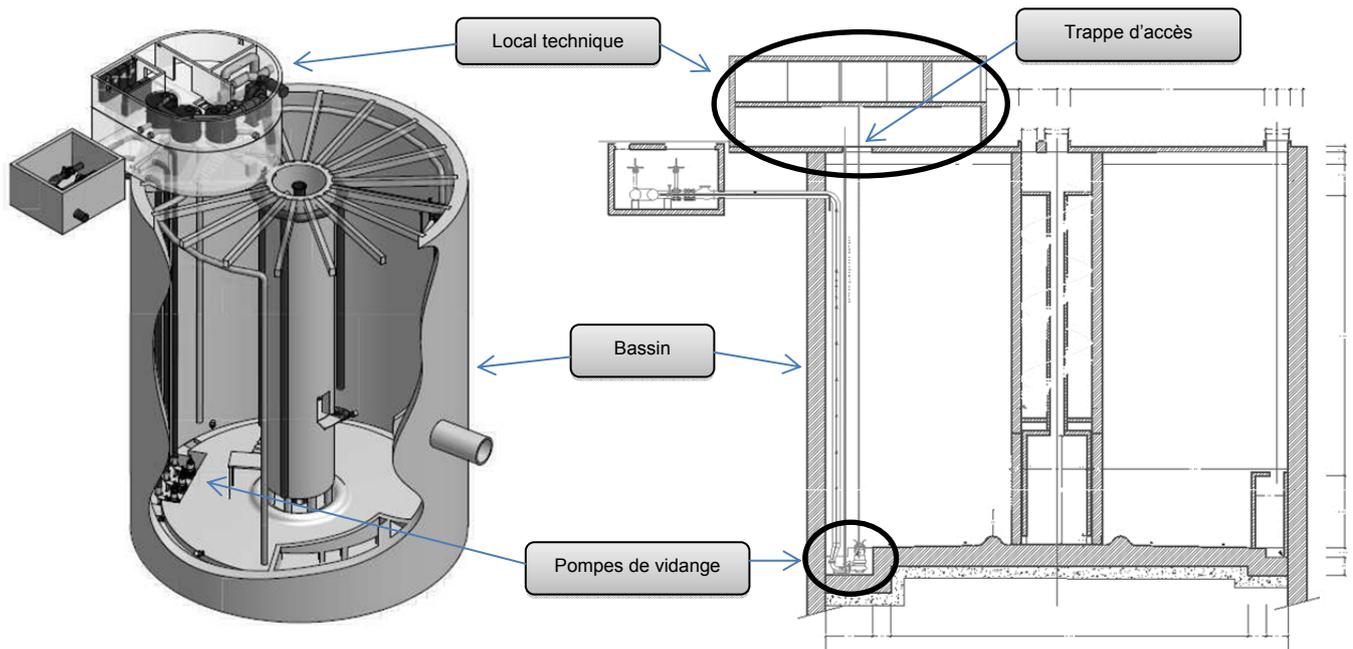
## Partie 2 (approche ciblée sur une problématique particulière)

### Mise en situation

La vidange du bassin de rétention de Bezons se fait par l'intermédiaire de 2 pompes (+ une de secours) immergées au fond du bassin.

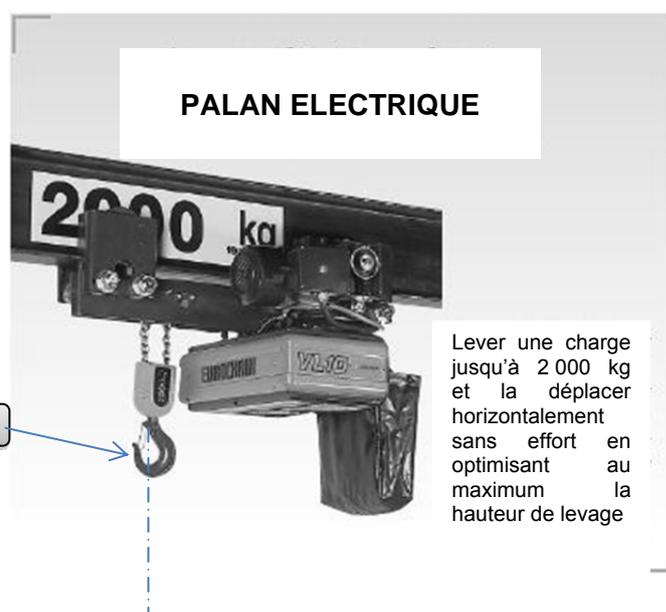
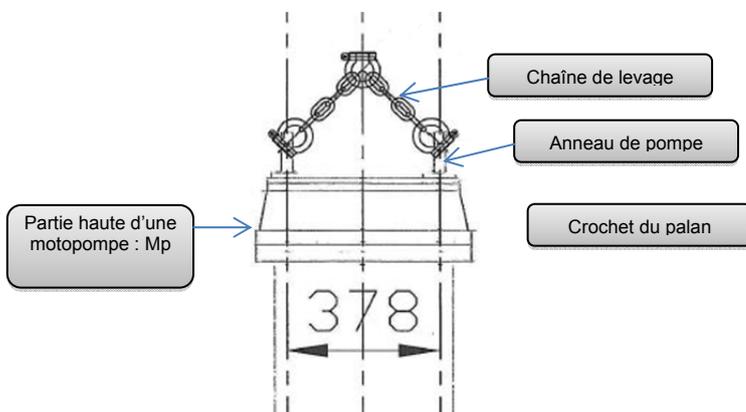
Lors de l'installation et des opérations de maintenance, il est parfois nécessaire de mettre en place ou de retirer les pompes de vidange.

Ces opérations sont effectuées à partir du local technique situé sur le bassin (Cf. DT8).



Un palan électrique sur rail permet la montée et le déplacement de l'ensemble vers le quai de chargement.

Une chaîne de levage fera la liaison entre le crochet du palan et les anneaux des pompes. Deux chaînes permettront de relier le crochet du palan aux anneaux de levage.



**Problématique :**

Problématique : Assurer l'échange des pompes en toute sécurité.

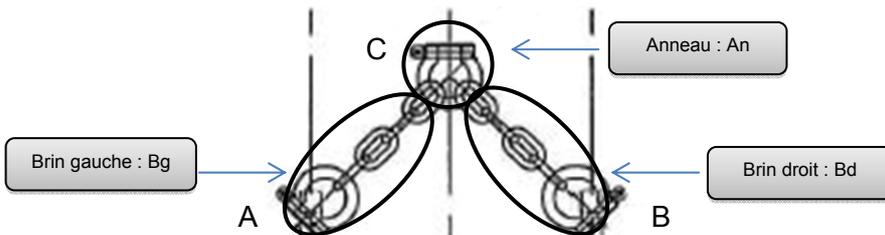
L'objectif de cette partie est de choisir les chaînes de levage qui permettront de remonter les pompes du fond du bassin en toute sécurité.

**Données :**

Masse de l'ensemble motopompe : 1950 kg

On prendra :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

La chaîne de levage est constituée de deux brins et d'un anneau dont on négligera le poids.

**Travail demandé :**

Question 7.1 Sur feuille de copie, **isoler** le brin de gauche et **faire le bilan** des actions mécaniques extérieures.  
Voir : DR5

Question 7.2 **Justifier** que la droite (AC) est la direction de  $\overrightarrow{A(Mp \rightarrow Bg)}$  et que la droite (BC) est la direction de  $\overrightarrow{B(Mp \rightarrow Bd)}$ .  
Voir : DR5

Question 7.3 Sur feuille de copie, **isoler** la pompe de vidange lorsqu'elle est suspendue par le palan et **faire le bilan** des actions mécaniques extérieures.  
Voir : DR5

Question 7.4 **Déterminer** graphiquement les efforts s'exerçant sur l'anneau de levage.  
Voir : DR5

Question 7.5 On notera  $\vec{F}_b$  les actions  $\overrightarrow{A_{Bg \rightarrow pompe}}$  et  $\overrightarrow{B_{Bd \rightarrow pompe}}$ .  
Voir : DR5

**Exprimer** l'effort  $F_b$  en fonction de l'angle  $\beta$  et du poids de la pompe.

**Exprimer** l'angle  $\beta$  en fonction de la longueur d'un brin de la chaîne

Question 7.6 **Expliquer** ce qui se passe si on diminue trop la hauteur de la chaîne de levage  $h$ .

Une chaîne est dimensionnée pour résister à un effort maximum de 14 000 N.

Question 7.7 **En déduire :**

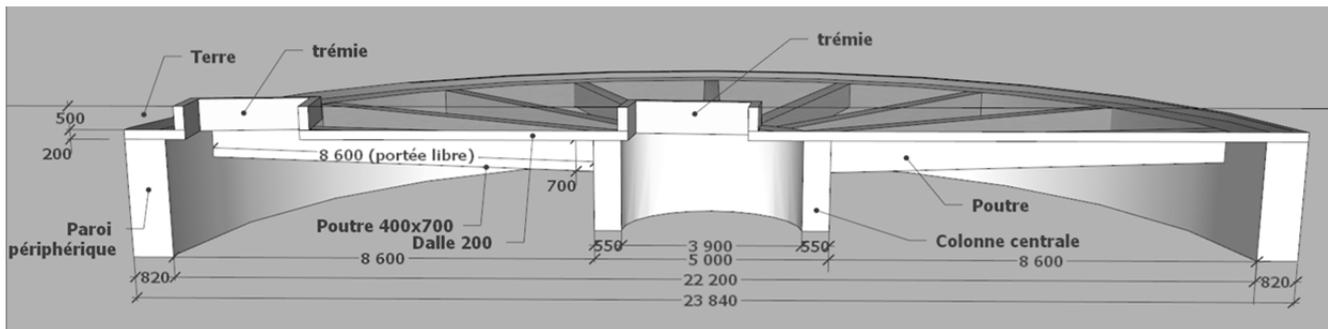
Voir : DR5

- l'angle  $\beta$  minimum ;
- la valeur minimale de la hauteur de chaîne  $h$  ;
- la valeur minimale de la hauteur du rail  $H$ .

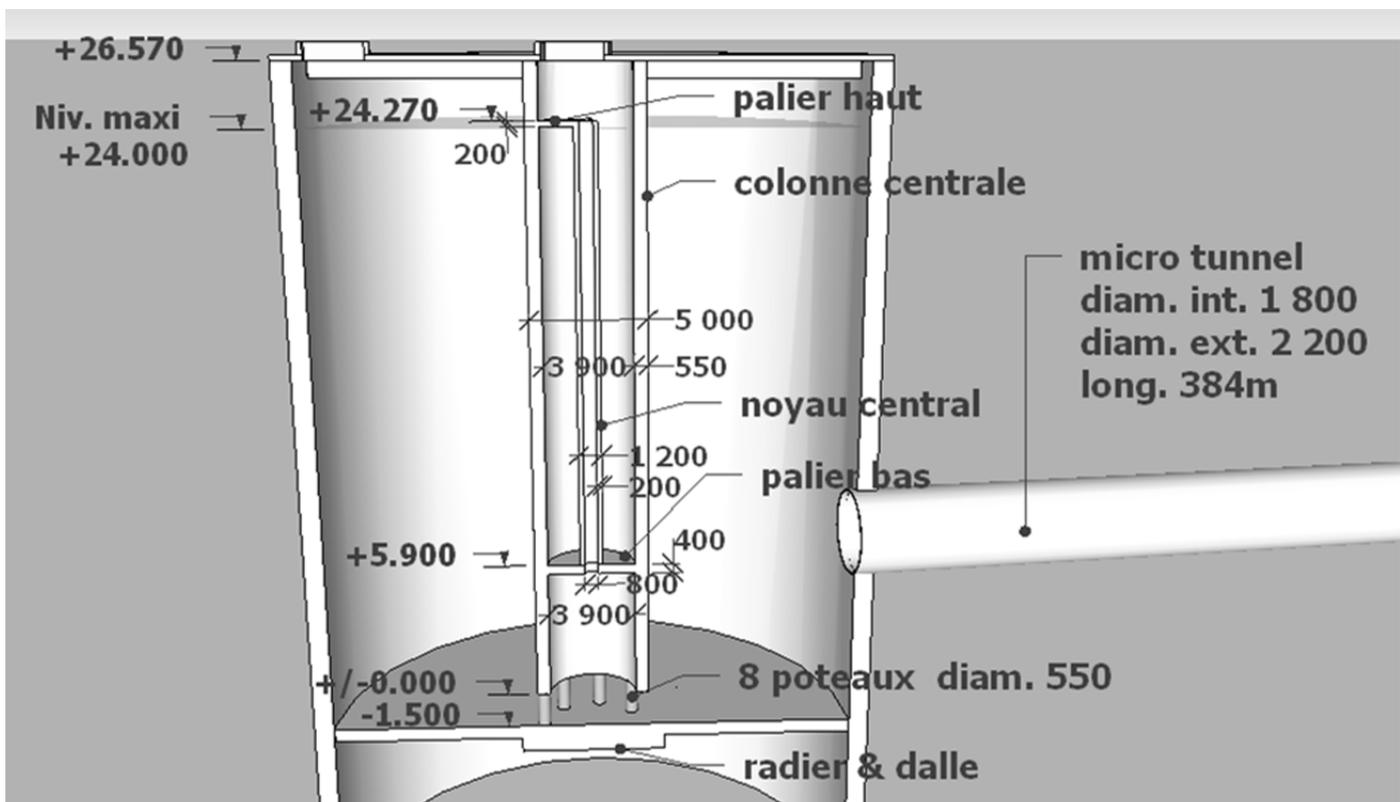
## Documents techniques DT1

### Description :

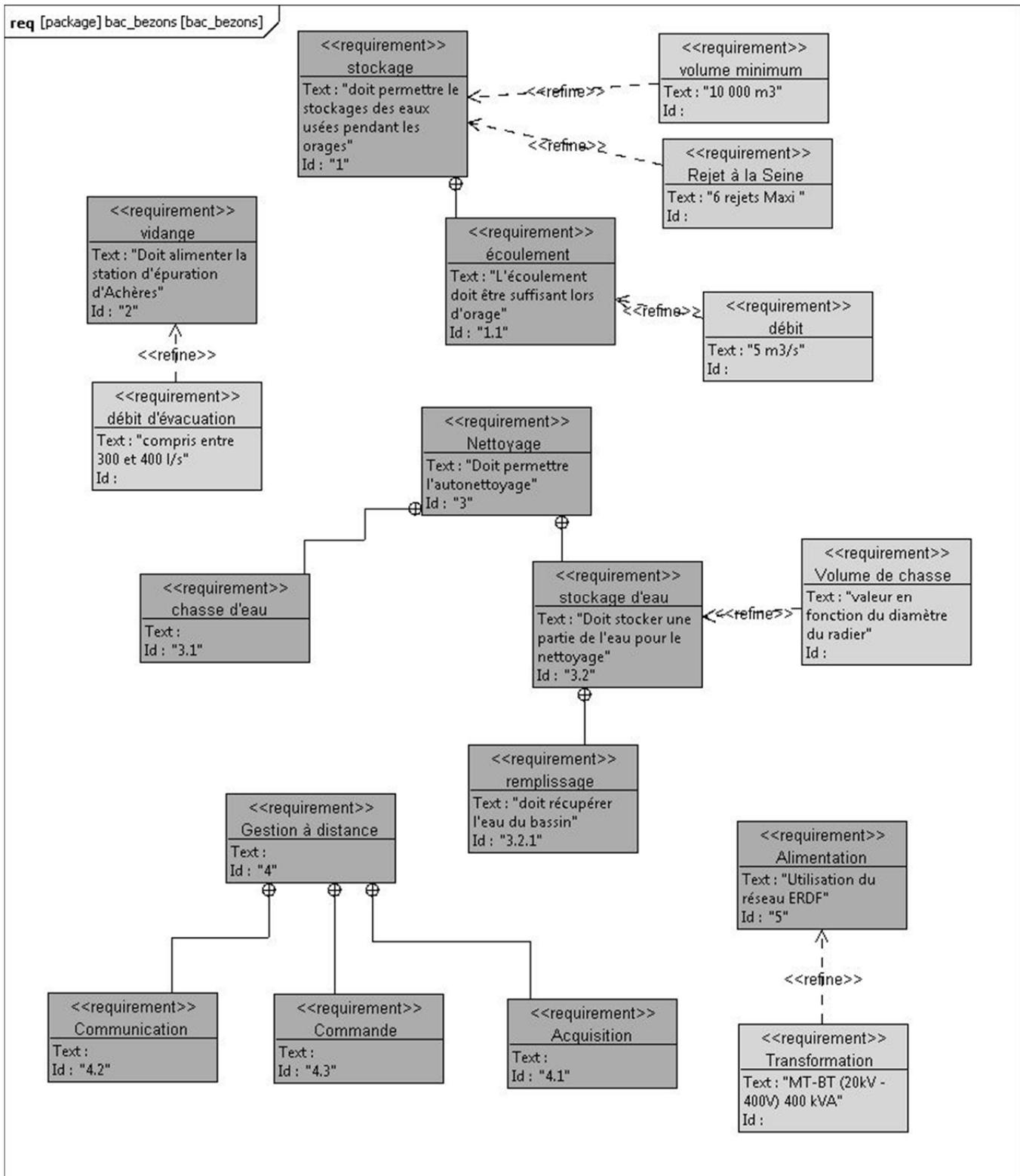
- Le bassin enfoui dans le sol est recouvert de 0,50m de terre.
- La couverture du bassin en appui sur la colonne centrale et la paroi périphérique est constituée : de 17 poutres en béton armé rayonnantes depuis la colonne vers la paroi, supportant une dalle en béton armé de 0,20 m d'épaisseur.
- Détail côté de la couverture du bassin :



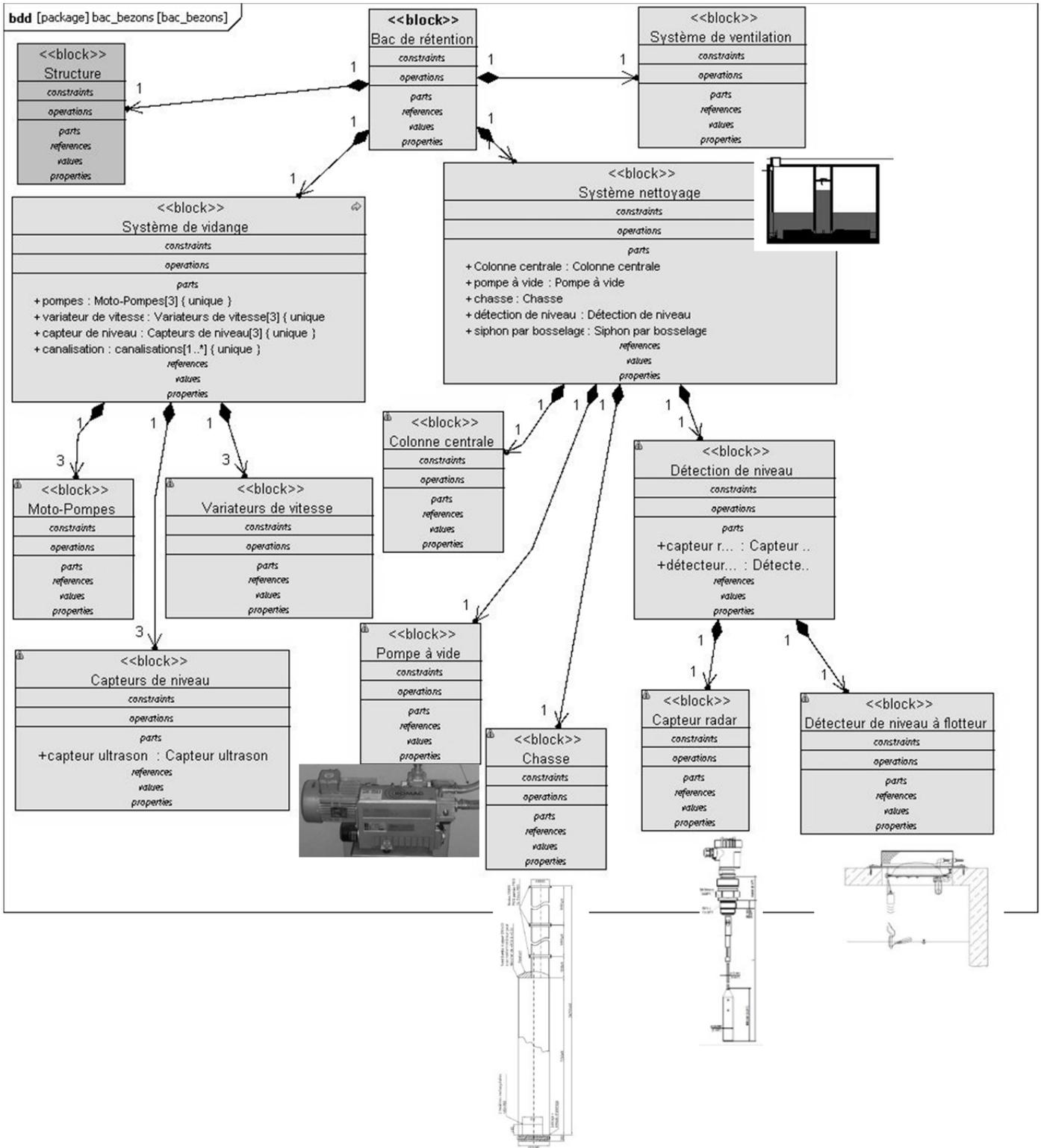
- Détail simplifié et coté du bassin (sans le système de chasse) :



## Documents techniques DT2



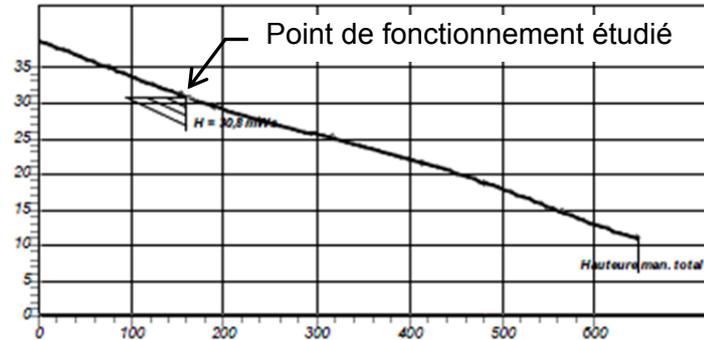
Documents techniques DT3



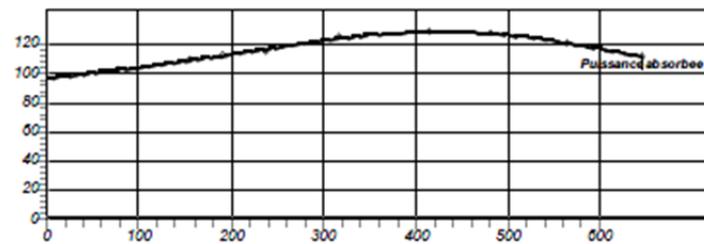
## Documents techniques DT4

Mesures effectuées sur le site (en grande vitesse avec  $f=50$  Hz)

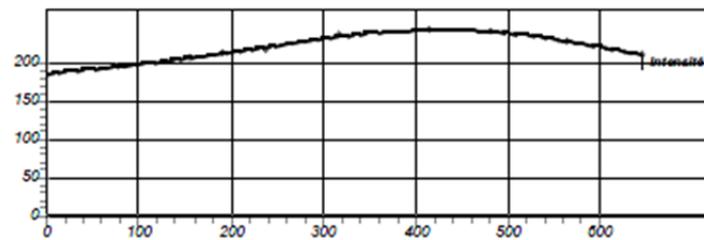
Hauteur man. totale



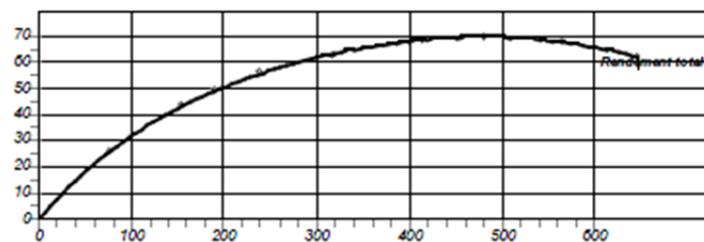
Puissance absorbée par le moteur (kW)



Intensité (A)



Rendement total (%)  
Moteur + pompe



Débit (l/s)

## Documents techniques DT5

---

### Rinçage du radier : PROCESS DE FONCTIONNEMENT EN MODE AUTOMATIQUE

Dès que le niveau d'eau a atteint le siphon (information **niveau\_siphon=1**) :

- démarrage de la pompe à vide ;
- la vanne motorisée « *Aspiration* » s'ouvre ;
- la vanne motorisée « *Gonflage membrane* » s'ouvre. Sa fermeture s'effectue après 60 secondes de fonctionnement.

Dès le niveau d'eau dans le réservoir de chasse central a atteint le niveau maximum (information **Niveau\_haut = 1**) :

- la vanne motorisée « *Aspiration* » se ferme ;
- arrêt de la pompe à vide.

Le système est alors opérationnel, en attente de l'autorisation de rinçage.

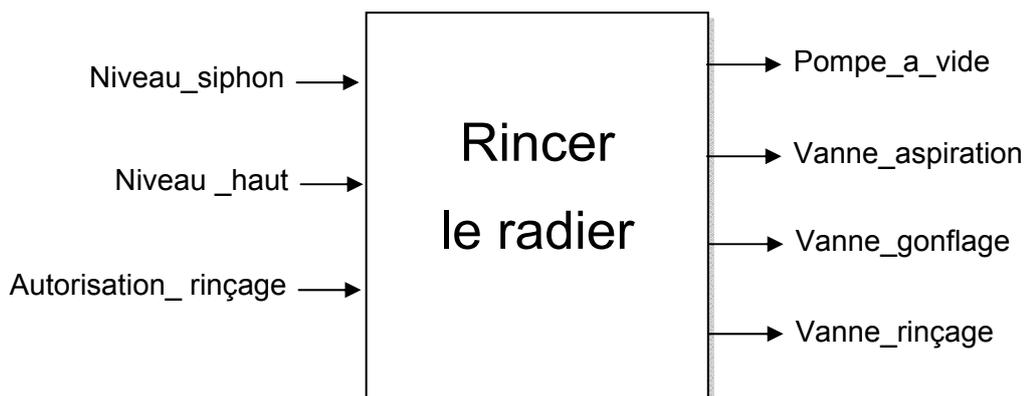
Déclenchement du rinçage (information **autorisation\_rinçage**) :

- la vanne motorisée « *Rinçage* » s'ouvre ;
- rinçage du radier.

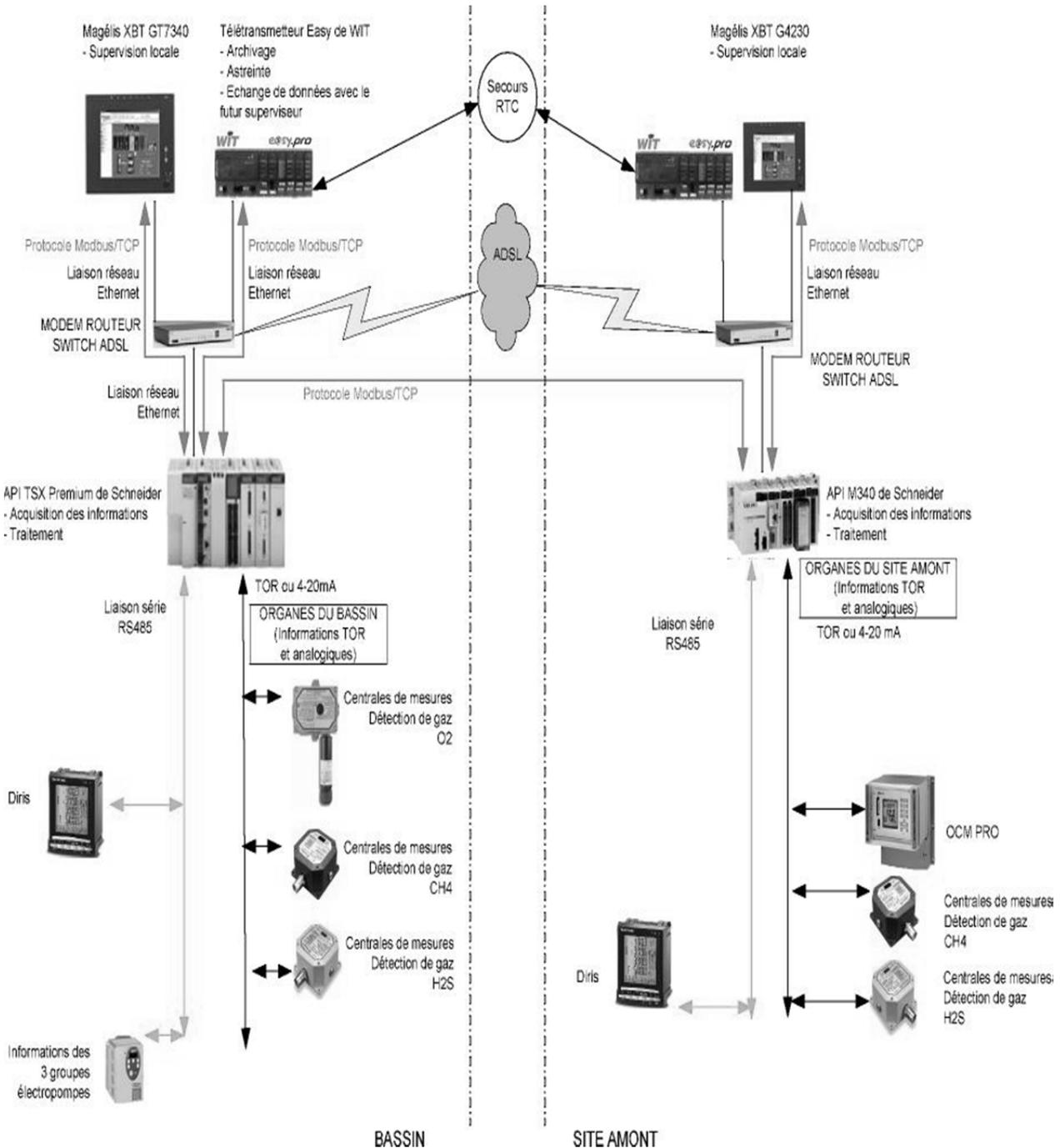
Dès que le niveau d'eau repasse en dessous du niveau du siphon, le cycle de rinçage est terminé, toutes les vannes motorisées se ferment.

Le système est en attente d'un nouveau cycle de remplissage/rinçage.

#### Bilan des entrées sorties :



Documents techniques DT6



Informations complémentaires

Eléments	N°Esclave
Capteur de niveau d'eau bassin (mm)	0x05
Capteur gaz CH4 (%)	0x06
Capteur gaz H2S (%)	0x07
Capteur gaz O2 (%)	0x08
Information Variateur groupes électropompes (Hz)	0x0A

## Documents techniques DT7

---

### Trame modbus (DT5 suite)

Le tableau suivant indique les fonctions Modbus. La définition des fonctions « lecture » et « écriture » s'entend vue du maître (automate).

Code fonction (décimal)	Nom des fonctions	Valeur maxi de N
3	Lecture de N mots de sortie	29 mots maxi
6	Ecriture d'un mot de sortie	
16	Ecriture de N mots de sortie	27 mots maxi
43	Identification	

### Ecriture d'un mot de sortie : fonction 6 (6<sub>16</sub>).

Requête et réponse (le format des trames dans ce cas est identique, les valeurs sont exprimées en hexadécimal).

N° esclave	N° fonction	N° du mot		Valeur du mot		CRC	
		PF	Pf	PF	Pf	Pf	PF
1 octet	1 octet	2 octets		2 octets		2 octets	

PF = Poids forts, Pf = Poids faibles

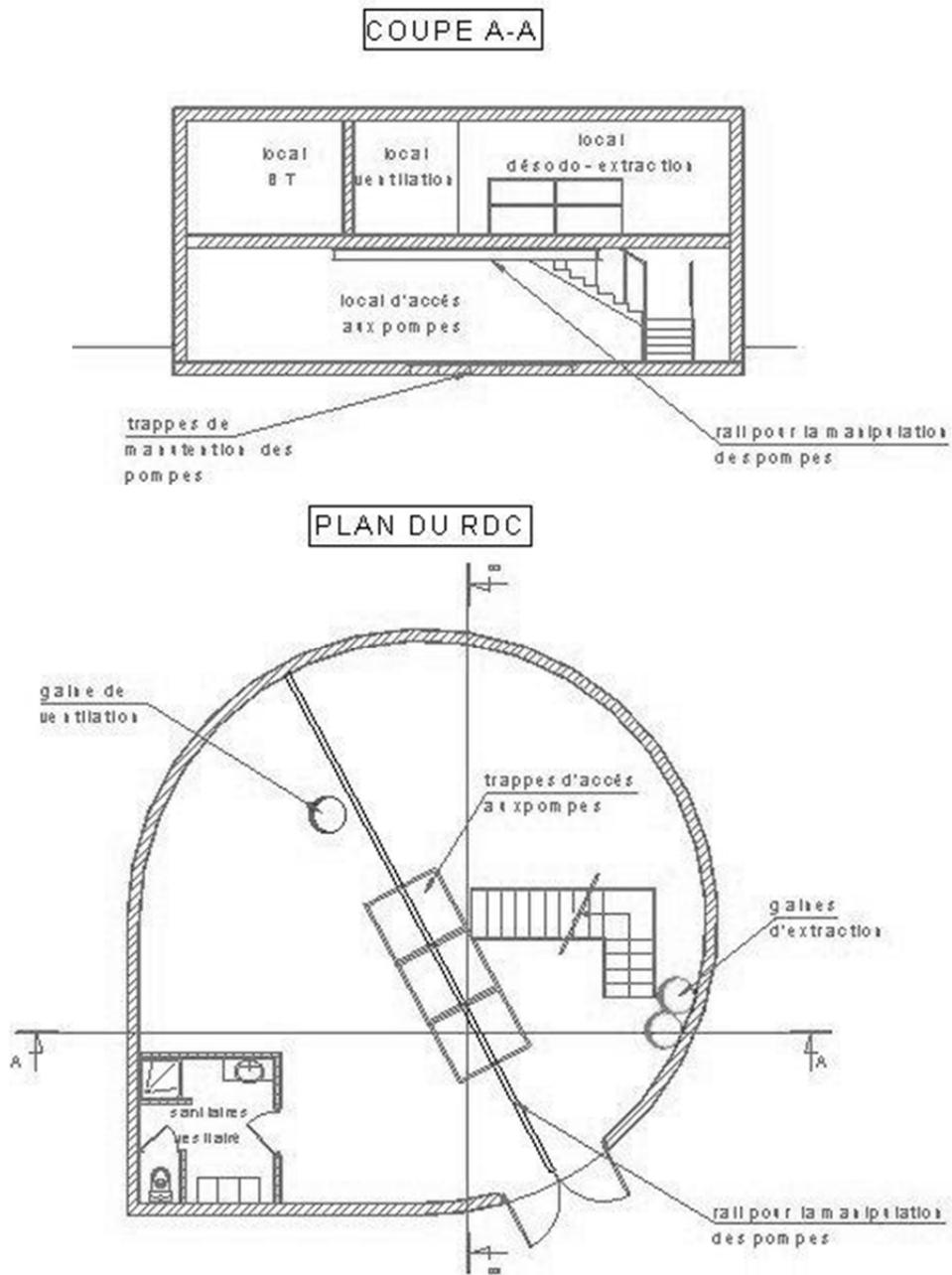
**Exemple :** écriture de la valeur 13 (000D<sub>16</sub>) dans le mot 9001 (232A<sub>16</sub>) de l'esclave 5.

CRC (Cyclic Redundancy Code) : 2 octets de contrôle de l'intégrité de la trame (non exploité dans le sujet).

Requête du maître et réponse de l'esclave :

05	06	232A	000D	CRC
----	----	------	------	-----

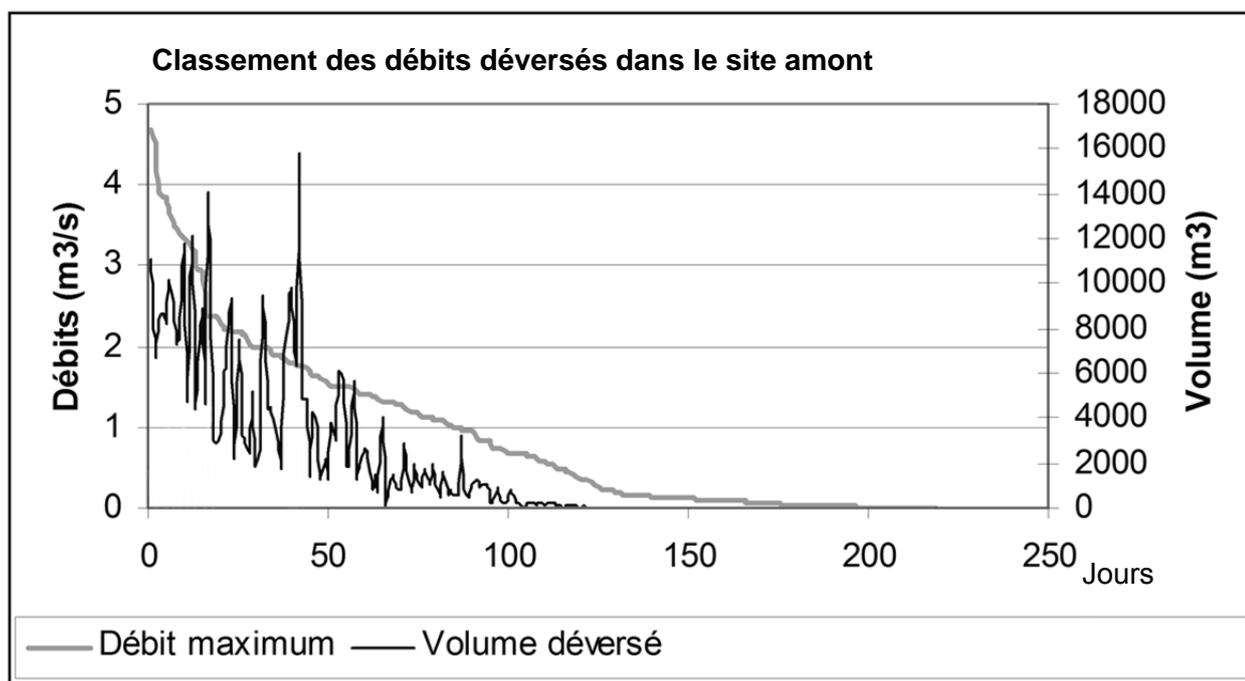
## Documents techniques DT8



## Documents réponses DR1

### Etat des lieux avant la construction de l'ouvrage

Volume total recueilli par an	<b>1 802 800 m<sup>3</sup></b>
Volume traité par la STEP par an	<b>1 254 800 m<sup>3</sup></b>
Volume rejeté à la Seine par an	<b>548 000 m<sup>3</sup></b>
Nombre moyen d'orages par an	<b>17</b>

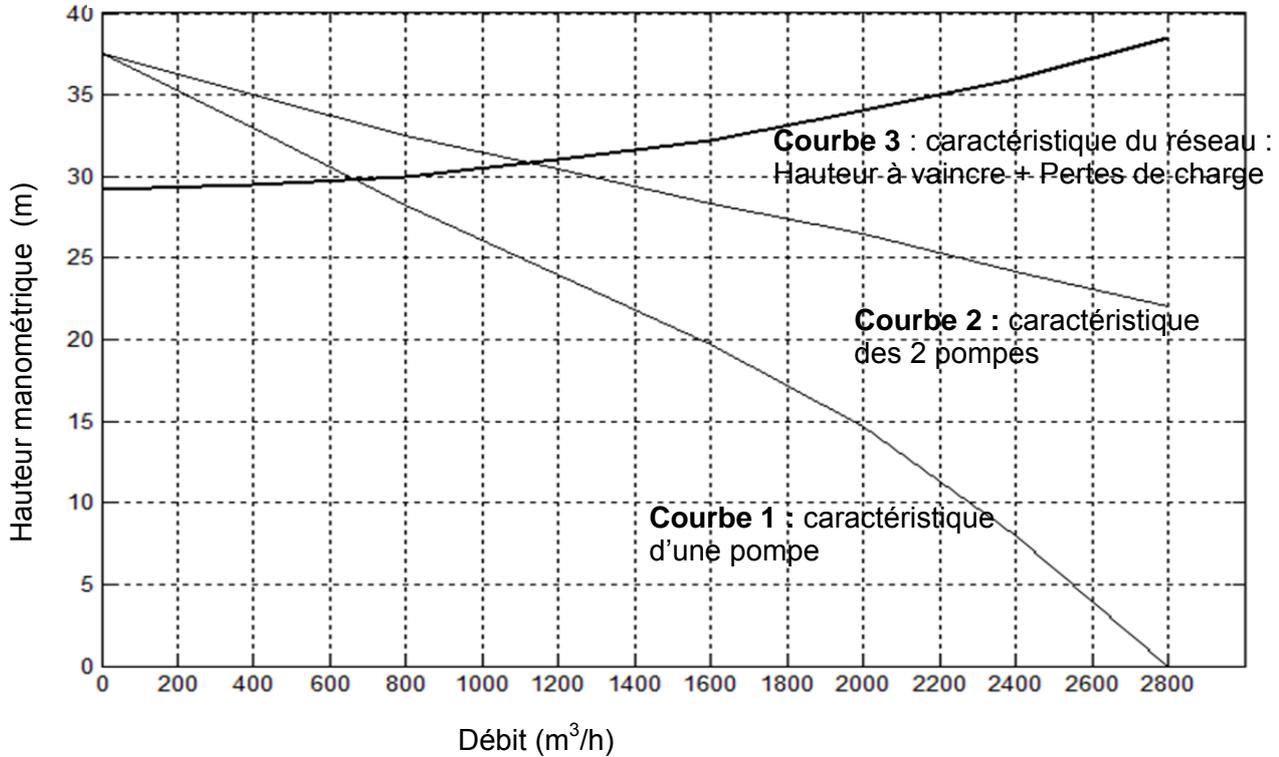


Documents réponses DR2

Courbes de performance des pompes de vidange

Niveau bas  
 $\Delta h = 29,2 \text{ m}$

Vitesse rapide ( $f=50 \text{ Hz}$ )

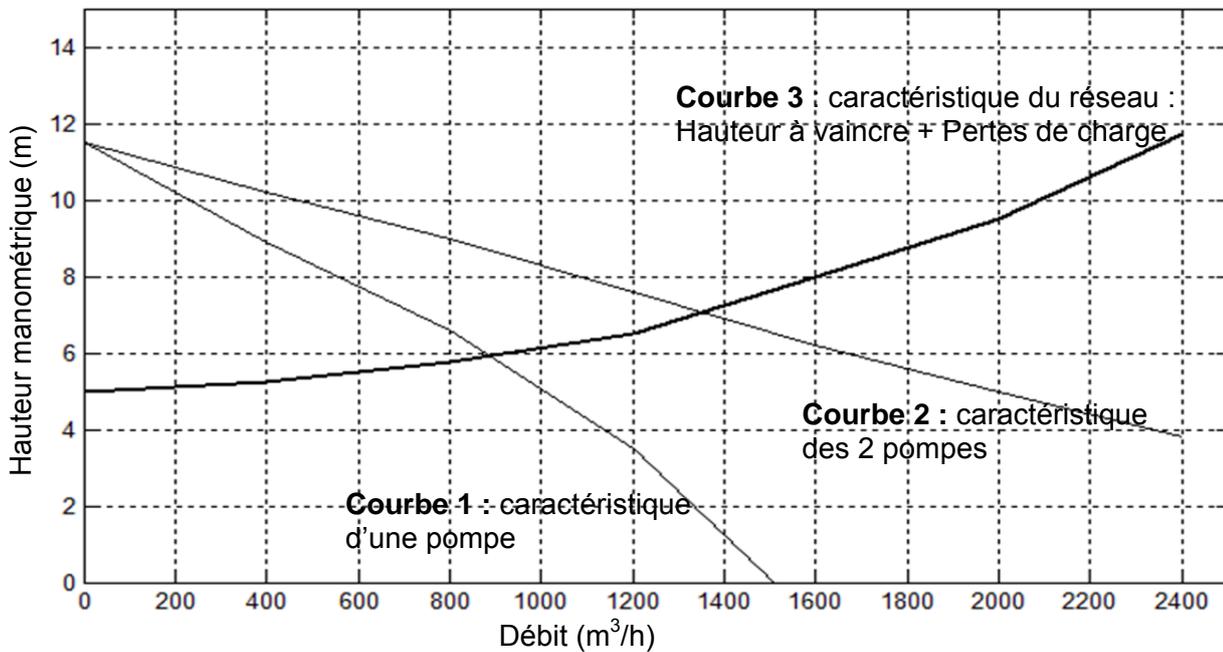


Débit pour une pompe : .....

Débit pour 2 pompes : .....

Niveau haut  
 $\Delta h = 5 \text{ m}$

Vitesse lente ( $f= 27,7 \text{ Hz}$ )

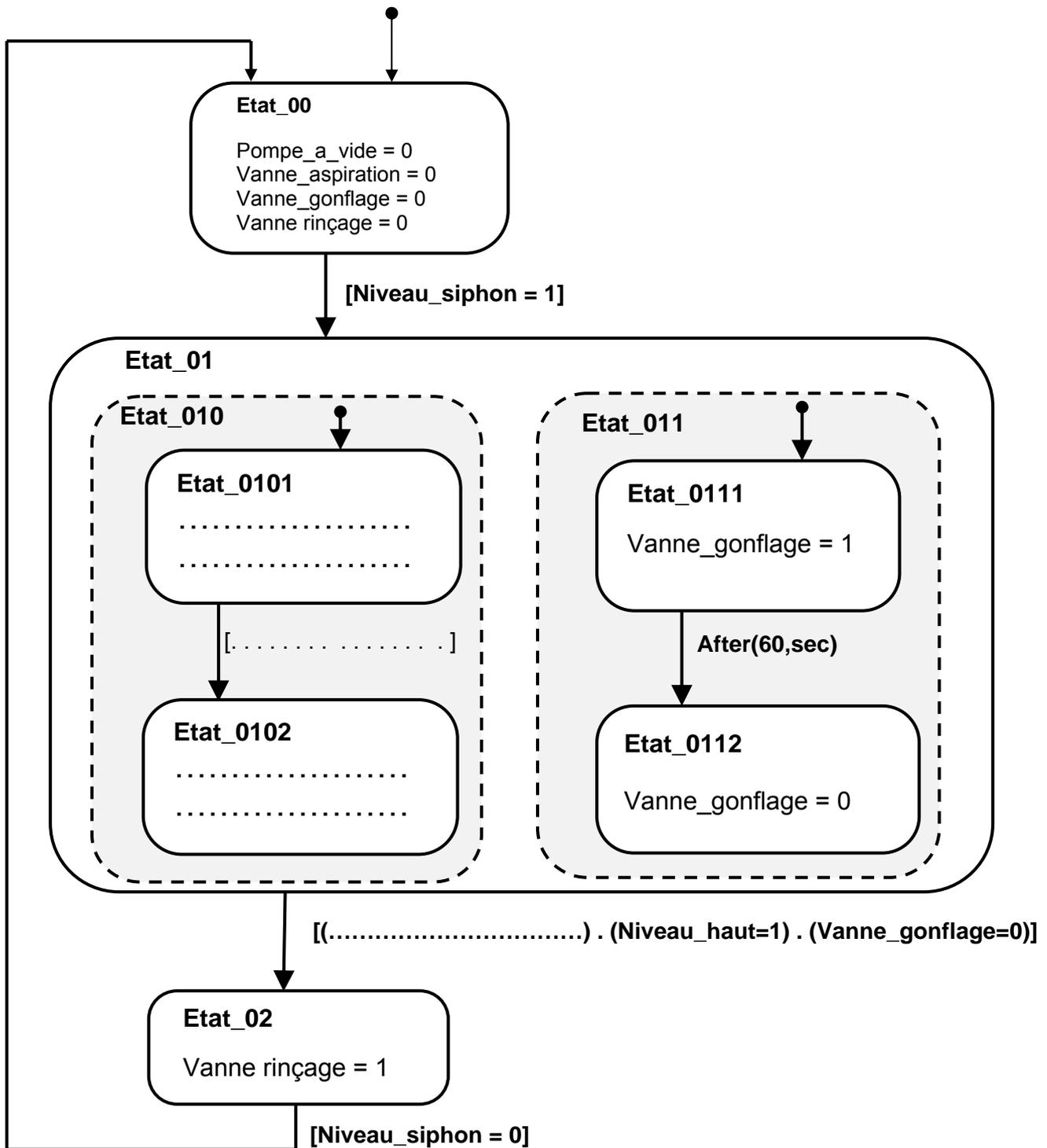


Débit pour une pompe : .....

Débit pour 2 pompes : .....

## Documents réponses DR3

Diagramme d'état de la fonction rincer



**Remarques :** Les états Etat\_010 et Etat\_011 représentés en pointillés sont *effectués simultanément*.

## Documents réponses DR4

### 1) Première partie : Note de calcul de la descente des charges dans la couverture

(Compléter les lignes ci-dessous sous la forme : ..... calcul ..... = ..... résultat ..... )

a) Poids au m<sup>2</sup> de la dalle de couverture BA ép. 0,20 m recouverte de 0,50 m de terre et supportant les surcharges de circulations :

- Poids au m<sup>2</sup> de la terre : ..... = ,
- Poids au m<sup>2</sup> du BA de la dalle : ..... = ,
- Surcharges de circulations : ..... = 20,000 kN/m<sup>2</sup>
- ensemble ..... = ,

b) Poids d'un mètre linéaire de poutre BA section 0,400x0,700 m

- ..... = ,

c) Portée de nu à nu des 17 poutres BA lue sur plan : 8,600 m

### 2) Deuxième partie : Note de calcul de la descente des charges dans la colonne

i. Somme des 17 actions d'appuis des poutres sur la colonne centrale :

$$\dots\dots\dots 328,6 \times 17 \dots\dots\dots = 5\,586,200 \text{ kN}$$

ii. Poids de la dalle BA circulaire centrale en appui périphérique sur la colonne (ép. 0,200m ; Ø5,000m) :

$$\dots\dots\dots 25 \times 0,2 \times 5^2 \times \pi / 4 \dots\dots\dots = \underline{98,18 \text{ kN}}$$

$$\text{Ensemble des charges appliquées à la tête de la colonne centrale :} = 5\,684,38 \text{ kN}$$

$$\text{Ensemble des charges au pied de la colonne centrale au niv. -1,500 :} = 11\,263,29 \text{ kN}$$

Documents réponses DR5

