



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES-ÉTANCHEITÉ

U32 – SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2015

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).
- Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- Annexe A

page 8/8

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES-ÉTANCHEITÉ		Session 2015
U32 – SCIENCES PHYSIQUES	Code : 15 EBE3SC1	Page : 1/8

Thème : Autour des eaux usées

Le sujet est constitué de 3 parties indépendantes qui peuvent être traitées dans n'importe quel ordre.

On s'intéresse à quelques aspects du traitement et de la gestion des eaux usées.

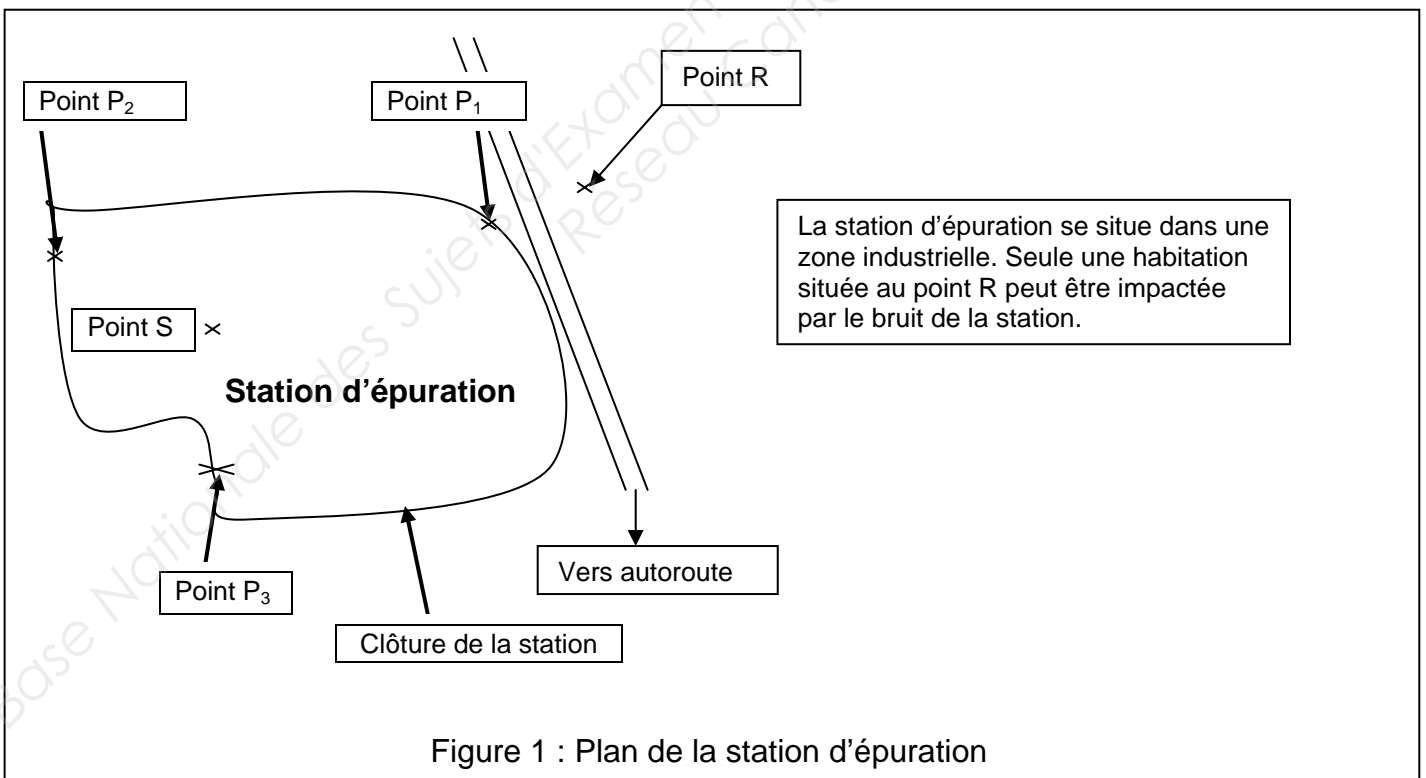
Dans une première partie, on étudie l'impact acoustique nocturne d'une station d'épuration sur son voisinage, dans une deuxième partie on aborde le fonctionnement d'un bassin d'orage et enfin dans une troisième partie on s'intéresse à un procédé de désodorisation des gaz dit « d'épuration ».

Partie 1	Impact acoustique d'une station d'épuration	(7 points)
Partie 2	Étude d'un bassin d'orage	(6 points)
Partie 3	Désodorisation des gaz d'épuration	(7 points)

Partie 1 : Impact acoustique d'une station d'épuration (7 points)

On étudie ici l'impact acoustique en période nocturne d'une station d'épuration sur son voisinage. En effet, une station d'épuration fonctionnant 24 heures sur 24, il est important d'évaluer son impact sonore sur l'environnement. De tous les systèmes en fonctionnement dans une telle installation, il est communément admis que les surpresseurs sont les principaux responsables des nuisances sonores. Ils sont localisés au point S du plan de la station donné figure 1.

Afin de quantifier ces nuisances sonores un technicien a effectué des relevés du niveau de bruit aux points P₁, P₂ et P₃ comme indiqué sur le plan de la station donné figure 1.



Les nuisances sonores d'une station d'épuration sont réglementées par la norme d'émergence spectrale (Arrêté du 23 janvier 1997) rappelée dans le document 1.

L'émergence spectrale est définie par la différence entre :

- le niveau de bruit ambiant dans une bande d'octave normalisée, comportant le bruit particulier en cause,
- et le niveau de bruit résiduel dans la même bande d'octave, constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs.

Ces émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures ainsi que les dimanches et jours fériés
> 35 dB(A) ≤ 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Document 1 : Norme d'émergence spectrale

Fréquences centrales des bandes d'octave (Hz)	Niveau de bruit résiduel en dB par bande d'octave en Hz en période nocturne							Niveau global en dB(A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	
Point P ₁	46,0	41,0	41,0	40,0	36,0	27,0	17,0	40,7
Point P ₂	42,0	41,0	46,0	45,0	37,0	29,0	21,0	44,3
Point P ₃	41,0	40,0	45,0	43,0	36,0	29,0	20,0	42,9

Document 2 : Caractéristique du bruit résiduel nocturne.

Fréquences centrales des bandes d'octave (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
Pondération dB(A)	- 26,2	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	1,2	1,0

Document 3 : Rappel des pondérations dB(A) pour les différentes bandes d'octave

1-1) On rappelle que le bruit nocturne généré par la station est essentiellement dû à ses surpresseurs. Le document 2 présente les caractéristiques du bruit résiduel (c'est-à-dire sans les surpresseurs) en dB retenu aux trois emplacements. Seul le niveau global est pondéré en dB(A) :

1-1-1) Pourquoi pondère-t-on les niveaux acoustiques en dB(A) ?

1-1-2) En calculant le niveau pondéré pour chaque bande d'octave au point P₁, remplir entièrement le tableau 1 en annexe A à rendre avec la copie.

1-1-3) Montrer par un calcul que le niveau de bruit global $L_{tot} = 10 \cdot \log(\sum_i 10^{\frac{L_i}{10}})$, avec L_i, le niveau sonore à la fréquence i au point P_i, est bien environ égal à 41 dB(A).

Phases Marche / Arrêt en période nocturne		
Repérage (voir croquis)	Niveau de bruit ambiant global	
	Equipements en fonctionnement	Equipements à l'arrêt
Point 1	47 dB(A)	41 dB(A)
Point 2	48 dB(A)	45 dB(A)
Point 3	48 dB(A)	43 dB(A)

Document 4 : Niveaux de bruit de la station d'épuration

1-2) Le document 4 donne les niveaux de bruit lorsque les équipements sont ou ne sont pas en fonctionnement.

1-2-1) Calculer les émergences aux trois points étudiés et remplir le tableau 2 en annexe A à rendre avec la copie.

1-2-2) La station d'épuration respecte-t-elle les normes établies en période nocturne pour chacun des trois points ? Justifier.

1-2-3) L'emplacement des surpresseurs noté (S) est situé à 50 m du point 1, noté P₁. Le riverain, noté R, est à 10 m de P₁. Les points S, P₁ et R sont alignés (voir figure 1). Déterminer le niveau sonore L_{tot}(R) chez le riverain si L_{tot}(P₁) = 47 dB(A).

Données : $L_{tot}(M) = L_{tot}(N) + 20 \log(\frac{r_N}{r_M})$ où L_{tot}(M) est le niveau sonore global en dB(A) à la distance r_M de la source sonore et L_{tot}(N) est le niveau sonore en dB(A) à la distance r_N de la source.

1-2-4) Sachant que le niveau résiduel au niveau du riverain est de 39 dB, le niveau sonore est-il conforme aux normes établies ?

Partie 2 : Étude d'un bassin d'orage (6 points)

En cas de fortes pluies, le réseau d'eaux usées risque la saturation et les collecteurs des stations d'épuration un débordement. Afin d'éviter des déversements d'eaux non traitées dans les rivières, il est parfois construit un réseau de bassins d'orage dont la fonction est de stocker ces eaux usées excédentaires le temps nécessaire à leur traitement par la station d'épuration. De tels bassins se trouvent aussi bien en environnement urbain que le long des grands axes de communication. L'un d'entre eux est représenté figure 2.



Figure 2 : un bassin d'orage source FranceBTP.com

Les dimensions intérieures du bassin d'orage auquel on s'intéresse sont données figure 3. Ce bassin d'orage est alimenté par une galerie cylindrique de 315 m de long et de 2,20 m de diamètre.

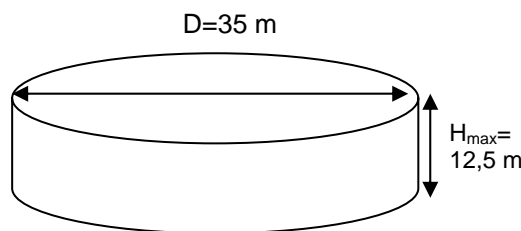


Figure 3 : Capacité de stockage du bassin d'orage

2-1) Montrer que le volume de stockage du bassin d'orage est d'environ 12000 m³.

2-2) Le bassin d'orage est vidangé par pompage. Le système de pompage a un débit de $D = 300$ L/s.

2-2-1) Calculer le temps T de vidange du bassin.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES-ÉTANCHEITÉ		Session 2015
U32 – SCIENCES PHYSIQUES	Code : 15 EBE3SC1	Page : 5/8

2-2-2) La canalisation de vidange a une section de $s = 0,38 \text{ m}^2$. Vérifier que la vitesse v de l'eau dans la canalisation est d'environ $0,79 \text{ m.s}^{-1}$.

2-3) Dans un document technique, un ingénieur écrit que le fond du bassin d'orage représenté figure 3 est étudié pour supporter « 13 tonnes d'eau par m^2 » maximum (sans tenir compte de la pression atmosphérique).

On suppose que le bassin est complètement rempli.

Données : accélération de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

Masse volumique des eaux pluviales $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

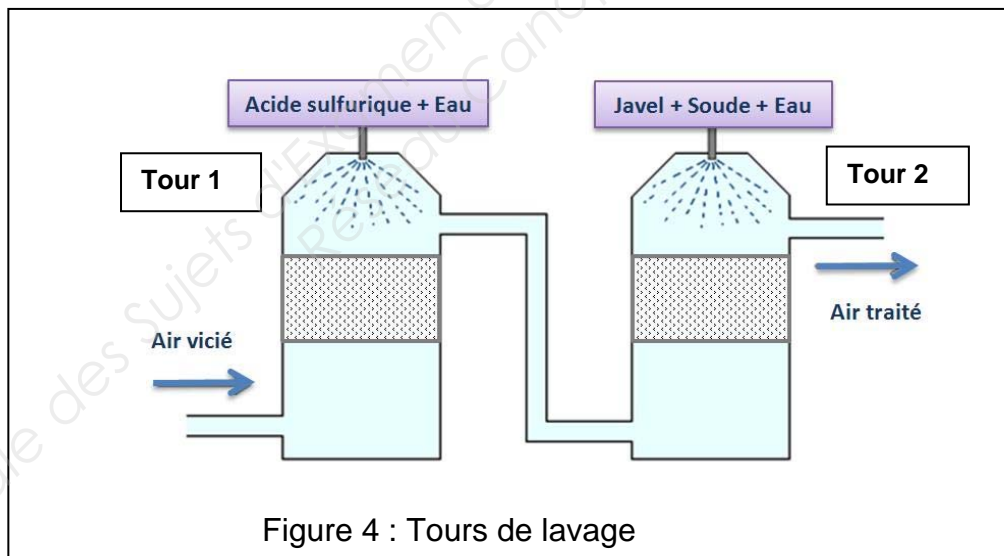
2-3-1) Expliciter en termes de pression ce qu'a voulu dire cet ingénieur.

2-3-2) Calculer la pression due à l'eau au fond du bassin, sans tenir compte de l'indication de l'ingénieur.

2-3-3) Montrer que le fond du bassin supporte la pression de l'eau explicitée en **2-3-1)**.

Partie 3 : Désodorisation des gaz d'épuration (7 points)

Les premières phases du traitement des eaux d'épuration sont généralement confinées dans des bâtiments afin d'éviter tout problème de nuisance. Les dégagements gazeux nauséabonds sont ainsi collectés et lavés dans des tours de lavage représentées sur la figure 4.



3-1) Un des principaux gaz nauséabonds est l'ammoniac de formule brute NH_3 . On rappelle que c'est une base pouvant capter un proton H^+ pour donner l'ion ammonium. Ce gaz est neutralisé dans la *tour 1* par réaction acide-base avec la solution aqueuse d'acide sulfurique composée des ions H_3O^+ et SO_4^{2-} .

Données : masses molaires atomiques (g.mol^{-1}): $M_S = 32$, $M_O = 16$, $M_N = 14$, $M_H = 1$

3-1-1) Donner la formule des ions ammonium.

3-1-2) Écrire l'équation de la réaction acido-basique associée à la transformation chimique de l'ammoniac avec la solution d'acide sulfurique.

3-2) Le débit massique d'ammoniac entrant dans la tour 1 est de 1,0 kg/h.

3-2-1) Calculer la quantité de matière d'ammoniac qui passe par la tour 1 en 8 h de fonctionnement de la station.

3-2-2) Sachant que pour neutraliser deux moles d'ammoniac il faut une mole d'acide sulfurique notée H_2SO_4 , montrer que la masse d'acide sulfurique nécessaire pour neutraliser tout l'ammoniac est environ égale à 23 kg.

3-3) On maintient un pH de 11 dans une des tours et un pH de 3 dans l'autre tour. Attribuer, en le justifiant, le pH correspondant à chaque tour.

3-4) La solution de Javel est une solution d'hypochlorite de sodium : $(Na^+, ClO^-)_{aq}$. L'ion hypochlorite ClO^- permet entre autres d'éliminer par réaction d'oxydo-réduction le sulfure d'hydrogène H_2S (sous forme d'ion sulfure S^{2-} dans la tour 2) à l'odeur caractéristique d'œuf pourri.

Les demi-équations électroniques sont les suivantes :



3-4-1) Pourquoi le sulfure d'hydrogène H_2S (diacide) est-il sous forme S^{2-} dans la tour 2 ?

3-4-2) Qu'est-ce qu'une oxydation ?

3-4-3) Identifier parmi les ions ClO^- et S^{2-} , ceux subissant une oxydation et ceux subissant une réduction ?

3-4-4) Donner l'équation de réaction associée à la transformation chimique de l'ion hypochlorite ClO^- sur l'ion S^{2-} .

ANNEXE A – DOCUMENT RÉPONSE

(À rendre avec la copie)

Tableau 1 :

Fréquence centrale des bandes d'octaves (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau sonore en dB au point P ₁							
Pondération dB(A)							
Niveau sonore pondéré en dB(A)							

Tableau 2 :

Repérage (voir croquis)	Niveau de bruit ambiant		Emergence Bruit engendré par les équipements de la station
	Equipements en fonctionnement	Equipements à l'arrêt	
Point 1	47 dB(A)	41 dB(A)	
Point 2	48 dB(A)	45 dB(A)	
Point 3	48 dB(A)	43 dB(A)	