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

BTS MÉTIERS DE L'EAU

ÉTUDE DE CAS – U.61

SESSION 2019

_____

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

_____

Matériel :
- l'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.
- ciseaux, colle et règle.

Documents à rendre et à agrafer à la copie :

- document-réponse hydraulique.....page 22
- document-réponse EAR 1.....page 23
- document-réponse EAR 2.....page 24

Tous les documents-réponse sont à agrafer à la copie correspondante.

RÉDIGER CHAQUE PARTIE SUR UNE COPIE DIFFÉRENTE.

Partie 1 – Génie des procédés
Partie 2 – Électrotechnique – Automatisme – Régulation
Partie 3 – Hydraulique

Dès que votre sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 24 pages, numérotées de 1/24 à 24/24.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Autosurveillance et élimination de la pollution carbonée d'une usine de traitement des eaux usées de 125 000 équivalent-habitant

1ère partie – Génie des Procédés (40 points – Durée conseillée : 2 heures)

L'autosurveillance est la surveillance, réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage ou de l'industriel, du fonctionnement de ses ouvrages d'assainissement.

L'arrêté du 21 juillet 2015 est venu préciser les modalités de l'autosurveillance. Les agences de l'eau ont également publié des recommandations permettant de mieux appliquer cet arrêté sur le terrain.

P1. Mesure des débits, échantillonnage, mesure de la DCO (13 points)

*Sur le synoptique fourni en **annexe 1**, les lettres A, B, C, D, E correspondent au positionnement des débitmètres.*

P1.1. Sur la copie, **associer** les lettres précédentes aux débitmètres suivants :
- eau traitée file 1 ;
- eau brute ;
- déversoir en tête de station ;
- eau traitée file 2 ;
- poste toutes eaux.

Associer également les chiffres 1 et 2 aux préleveurs suivants :
- eau brute ;
- eau traitée.

*Un enregistrement réglementaire en continu, mesuré par le débitmètre A sur une période de 24 heures, est fourni sur la courbe en **annexe 2.***

P1.2. Proposer une explication à l'existence d'un plateau de débits volumes situé à environ 900 $m^3 \cdot h^{-1}$ et à l'existence d'un second plateau de débits volumes, situé à environ 200 $m^3 \cdot h^{-1}$.

P1.3. Justifier l'intérêt des deux obligations réglementaires suivantes concernant l'échantillonnage par les préleveurs automatiques :
- prélèvements asservis au débit volume ;
- échantillons conservés à 4 °C +/- 2 °C.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

*L'agence de l'eau doit réaliser annuellement une expertise technique du système d'autosurveillance. Elle souhaite vérifier la fiabilité et la représentativité des mesures. Un échantillon recueilli sur un préleveur automatique d'eau brute est envoyé vers un laboratoire agréé pour analyses normalisées de la DCO. Les résultats sont présentés dans l'**annexe 3**.*

P1.4. Parmi les essais présentés, **déterminer** les résultats non acceptables et **calculer** la moyenne des résultats acceptables.

P1.5. À l'aide de l'extrait de la norme AFNOR NFT 90-101 fourni à ***l'annexe 4*****, relever** deux propositions pour réduire les écarts de mesure au moment de l'échantillonnage.

P1.6. À partir de l'extrait de la fiche sécurité, **citer** les équipements de protection individuels (EPI) nécessaires à l'utilisation du réactif employé dans la DCO.

P1.7. Proposer une méthode alternative d'analyse qui présente moins de risques.

P2. Entrées de pollutions carbonées (17 points)

Cette usine de dépollution traite des eaux brutes mais également des apports extérieurs de pollutions industrielles.

P2.1. Quantification

P2.1.1. À l'aide de l'***annexe 5***, **calculer** le flux total de DBO_5 apporté par les eaux brutes et les apports extérieurs.

P2.1.2. Sachant que le flux total de DCO apporté par les eaux brutes et les apports extérieurs est de 8981 $kg_{O2}{\cdot}j^{-1}$, **montrer** que le rapport de biodégradabilité est approximativement de 2,5 et l'**interpréter**.

P2.1.3. À l'aide de l'***annexe 6*****, montrer** que la charge massique est approximativement de 0,050 $kg_{O2}{\cdot}kg_{MVS}^{-1}{\cdot}j^{-1}$

P2.1.4. Calculer la charge massique en absence d'apports extérieurs. **En déduire,** la variation de charge massique (en %) provoquée par ces apports extérieurs.

Même en restant en faible charge, une variation de charge massique rapide de plus de 20 % s'accompagne de la présence de flocs moins structurés, de l'apparition de bactéries filamenteuses et d'un rejet de MES plus abondant en sortie de traitement de la filière eau.

P2.1.5. Émettre une hypothèse expliquant l'apparition des phénomènes décrits ci-dessus dans le contexte de cette station.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

P2.2. Gestion des entrées des apports extérieurs

*L'**annexe 7** schématise les données relatives aux apports extérieurs de la station. L'injection de ce flux carboné supplémentaire est réalisée en 12 heures, la pompe d'injection fonctionne de manière discontinue.*

P2.2.1. Analyser l'*annexe 7* pour **indiquer** le nombre d'injections réalisées au cours d'une période de 24 heures.

P2.2.2. Pour chaque injection, **exprimer** la durée du temps de MARCHE et la durée du temps d'ARRÊT en minutes.

P2.2.3. En déduire, pour chaque phase d'injection le volume, en m^3, d'apports extérieurs injectés.

P2.2.4. Calculer le volume des apports extérieurs injectés sur 24 heures. **Mettre** en relation ce résultat avec les données de débit de l'***annexe 5***.

P3. Besoins en dioxygène et énergie consommée (10 points)

L'arrêté du 21 juillet 2015 impose une quantification de la consommation énergétique de la station.

*L'**annexe 8** présente une formule de calcul permettant d'estimer les besoins en dioxygène.*

P3.1. Montrer que les besoins en dioxygène associés à l'oxydation de la DBO_5 correspondent à $O_2 = 2333\ kg_{O2}{\cdot}j^{-1}$

P3.2. Indiquer ce que représentent les termes encadrés dans cette formule.

P3.3. Calculer la consommation totale en O_2 sachant que l'oxydation de la DBO_5 représente 40 % de la consommation totale en O_2 (en $kg_{O2}{\cdot}j^{-1}$).

À l'aide des caractéristiques de l'aération présentée en ***annexe 9*** :

P3.4. Calculer la consommation énergétique des surpresseurs pour couvrir les besoins en dioxygène d'une journée (en $kWh{\cdot}j^{-1}$). On estimera les besoins en oxygène totaux à 5900 $kg_{O2}{\cdot}j^{-1}$.

P3.5. Sachant que l'aération consomme environ 50 % des besoins énergétiques de l'usine de dépollution, **calculer** la consommation énergétique de l'ensemble de l'usine (en $kWh{\cdot}j^{-1}$).

P3.6. Comparer cette valeur au bilan énergétique annuel qui indique une consommation annuelle de 2 800 253 kWh. **Conclure**.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

2ème partie – Électrotechnique - Régulation - Automatisme
(25 points – Durée conseillée : 1h15)

AUTOMATISME (7 points)

Problématique

« Comment modifier la programmation de l'automate afin de prendre en compte une évolution technologique sur la recirculation des boues ? »

Mise en situation

*Le synoptique **annexe 1**, au niveau de la bâche de recirculation, fait apparaître 3 moto pompes de recirculation par filière.*

Selon ce mode de fonctionnement, le débit de recirculation des boues est donc fixe quel que soit le débit d'entrée de la station de traitement des eaux usées (STEU).

L'appui sur un bouton poussoir (normalement ouvert) « ARRÊT » permet d'arrêter le cycle et de retourner à l' étape initiale.

Les mnémoniques associés aux adresses des entrées/sorties et des bits de mémoire du contrôleur sont données ci-dessous :

Entrées logiques	***Mnémonique utilisé***
MARCHE	*Marche*
ARRÊT	*Arrêt*

Sorties logiques	***Mnémonique utilisé***
Commande moto pompe 3	*Cde_p3*

La charge massique du bassin biologique doit, idéalement, être maintenue aussi constante que possible.
Ce n'est pas le cas avec le fonctionnement actuel où une moto pompe fonctionne 24h/24, les deux autres étant en secours.
La rénovation programmée de l'armoire électrique du traitement biologique permet d'envisager l'évolution de ce procédé. Il est ainsi envisagé d'intégrer un variateur de vitesse à l'armoire électrique et de le raccorder à l'une des deux moto pompes de secours : la moto pompe 3. Ainsi, lors d'épisodes pluvieux ou de pics d'arrivées, la moto pompe 3, sur variateur, viendra en complément de la moto pompe fonctionnant en continu et permettra d'ajuster le débit de recirculation en fonction du débit d'entrée de la STEU.

Les eaux usées arrivent à la STEU par une canalisation.

On définit dans l'automate un mot mémoire Deb_entrant *représentant le débit entrant dans la STEU. On souhaite que ce mot mémoire* Deb_entrant *soit compris entre 0 et 10 000 pour un débit entrant compris entre 0 et 1900 m^3/h.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

L'étude portera uniquement sur la pompe 3

Les mnémoniques associés aux adresses des entrées/sorties et mémoire sont :

Sorties analogiques	
Commentaire	*Mnémonique*
Débit moto pompe variable (consigne variateur)	*Cons_vit_p3*

Mot mémoire	
Commentaire	*Mnémonique*
Débit total entrant dans la STEU	*Deb_entrant*

A1. Le débit moyen en entrée de la STEU est de 11431 $m^3 \cdot j^{-1}$. **Calculer** le débit moyen horaire en entrée de la STEU en $m^3 \cdot h^{-1}$

A2. À l'aide de l'***annexe 2***, **estimer** le débit maximal en entrée de la STEU.

A3. Sachant que le mot mémoire associé au mnémonique Deb_entrant est un mot décimal variant de 0 à 10 000 pour un débit total entrant compris entre 0 et 1900 $m^3 \cdot h^{-1}$, **calculer** à quelles valeurs de ce mot correspondent les seuils de débit entrant de 475 $m^3 \cdot h^{-1}$ et 1200 $m^3 \cdot h^{-1}$

A4. On souhaite définir le mot Cons_vit_p3 représentant la consigne variateur de la pompe de recirculation à vitesse variable en fonction du mot Deb_entrant représentant le débit total entrant sur la STEU comme représenté sur le graphique 2 présenté en ***annexe 10***.
Écrire les équations définissant les valeurs de Cons_vit_p3 :

- dans le cas où $2500 \leq$ Deb_entrant < 6315 ;
- dans le cas où $6315 \leq$ Deb_entrant≤ 10000.

A5. Pour commander la moto pompe 3 à vitesse variable, il faut à la fois commander la sortie logique raccordée au contacteur correspondant *Cde_p3* et donner une consigne au variateur par Cons_vit_p3. **Compléter** le GRAFCET proposé sur le ***document réponse EAR 1*** et le coller dans votre copie.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

RÉGULATION (10 points)

La consommation d'énergie électrique représente 48,6 % des coûts de fonctionnement de la STEU. Une part conséquente de cette consommation électrique est due aux moteurs de surpresseurs. La société fermière s'est engagée, dans son contrat avec l'agglomération, sur la réduction de la consommation énergétique et le bilan carbone. Dans un but d'amélioration de la performance énergétique de l'installation, de la diminution de la consommation d'énergie inhérente, et de diminution des coûts de fonctionnement, il est envisagé de réguler le fonctionnement de l'aération sur la mesure Nitrate / Ammonium (NO_3^- / NH_4^+) qui est une mesure plus fine que celle employée actuellement : à l'heure actuelle, le fonctionnement des surpresseurs est régulé en fonction du potentiel Redox.

Problématique

« Quelle peut être la réduction du temps de fonctionnement des surpresseurs escomptée par ce changement de solution technologique ? »

Mise en situation

Dans la solution technologique actuelle, la régulation du fonctionnement des surpresseurs en fonction du potentiel redox EH est de type tout ou rien. Le surpresseur se met en fonctionnement lorsque le potentiel redox atteint 250 mV et est arrêté lorsque le potentiel redox passe au dessus de 450 mV.

Dans la solution future, il est décidé de faire un essai d'aération en régulant le fonctionnement du surpresseur sur la mesure de l'ammonium. Le surpresseur est mis en fonctionnement la mesure d'ammonium atteint 5 mg N-NH_4^+/L et est arrêté lorsque la mesure d'ammonium passe en dessous de 2 mg N-NH_4^+/L.

*Le chronogramme présenté dans le **document réponse EAR 2** présente l'évolution du potentiel rédox EH et l'évolution de la concentration en ammonium dans le bassin biologique, en mV, le 07/07/17 de 4h à 10h. Les cycles sont ensuite sensiblement similaires sur la journée. Le but de cette partie est de comparer les temps d'aération entre la solution technologique actuelle et la solution future.*

R1. Compléter le chronogramme « fonctionnement futur du surpresseur » en indiquant l'état du surpresseur :

- au repos (0) ;
- en fonctionnement (1).

Laisser apparents les traits qui vous ont servis pour la construction.

R2. Relever sur le chronogramme le temps approximatif, en heures-minutes, d'une phase d'aération et d'une phase d'arrêt d'aération avec la solution actuelle. **Justifier** ces réponses.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

R3. **Calculer**, à partir de ces relevés, le temps approximatif, en heures-minutes, d'aération pendant une journée avec la solution actuelle ainsi qu'avec la solution future. Pour le calcul, on considère que la phase de fonctionnement future est de 30 minutes pour une phase d'arrêt de 2 heures.

R4. **Calculer** le gain approximatif de la future solution par rapport à la précédente en % du temps de fonctionnement.

ÉLECTROTECHNIQUE (8 points)

Mise en situation

La consommation d'énergie électrique représente 48,6 % des coûts de fonctionnement de la STEU. Une part conséquente de cette consommation électrique est due aux moteurs de surpresseurs. La société fermière s'est engagée, dans son contrat avec l'agglomération, sur la consommation énergétique et le bilan carbone. Dans un but d'amélioration de la performance énergétique de l'installation et de la diminution de la consommation inhérente, il est donc décidé d'envisager de remplacer les moteurs de surpresseurs par des moteurs plus récents, présentant un meilleur rendement.

Problématique

« Cet investissement est-il intéressant d'un point de vue strictement économique compte tenu de la baisse de consommation électrique correspondante ? Sur combien d'années est-il amortissable ? »

Les caractéristiques des anciens moteurs sont les suivantes :
Pn = 250 kW ; η = 96,1 %.

E1. **Calculer** la puissance électrique consommée par un moteur en kW en supposant qu'il fonctionne à ses caractéristiques nominales.

E2. En supposant un fonctionnement de 5 heures par jour, **calculer** l'énergie active consommée chaque jour par les deux moteurs de surpresseurs en kWh.

E3. Les moteurs de surpresseurs sont remplacés par de nouveaux moteurs de référence 3GBP 352 230-ADM, dont les caractéristiques techniques sont fournies en ***annexe 11.*** On considèrera que ces moteurs, plus puissants, devront fournir une puissance mécanique de 250 kW, comme les moteurs précédents. **Calculer** le pourcentage de charge d'un moteur de référence 3GBP 352 230-ADM (pourcentage de charge = puissance d'utilisation/puissance nominale du moteur).

E4. À l'aide des caractéristiques techniques de ces moteurs, **relever** leur rendement pour le pourcentage de charge de 75%.

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel

E5. **Calculer,** pour un pourcentage de charge de 75%, la puissance électrique absorbée en utilisant les données d'intensité et de facteur de puissance fournies dans les caractéristiques techniques de ces moteurs.

E6. En supposant un fonctionnement de 5 heures par jour pour une charge de 75%, **calculer** l'énergie active consommée par les deux moteurs de surpresseurs en kWh chaque jour.

E7. À l'aide de la facture électrique fournie en ***annexe 12***, **relever** le coût moyen H.T. (hors taxes) du kWh.

E8. **Calculer** l'économie réalisée par an sur la consommation électrique en euros HT. Pour l'application numérique, on considère une énergie journalière pour un moteur actuel de 2600 kWh et sur un moteur futur de 2420 kWh.

E9. L'amortissement d'un matériel électrique doit se faire en moins de 11 ans. Sachant que le prix d'un nouveau moteur est 21 200 € HT, **conclure** quant à l'intérêt purement économique du remplacement des trois moteurs.

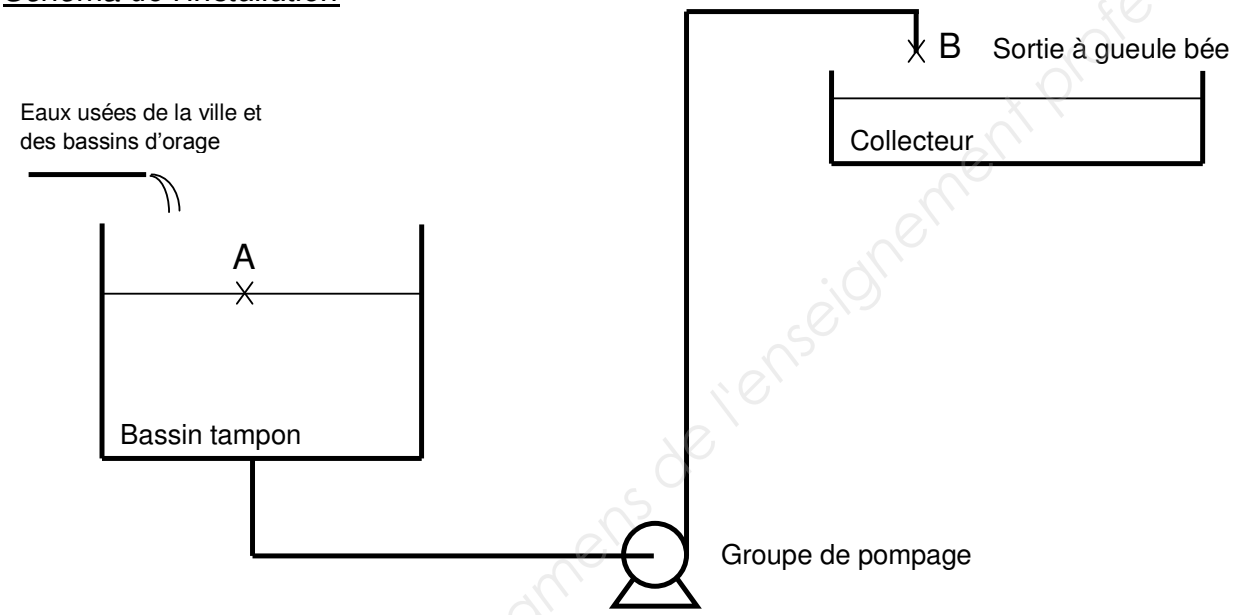
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

3ème partie – Hydraulique
(15 points – Durée conseillée 45 mn)

Le réseau d'assainissement est équipé d'un bassin tampon (le clos des roses) d'une capacité de 6000 m^3 et récolte pratiquement toutes les eaux de la ville ainsi que celles des bassins d'orage.

L'étude porte sur le refoulement du bassin tampon vers la station d'épuration.

Schéma de l'installation



Le groupe de pompage est constitué de trois pompes identiques montées en parallèle, dont deux sont en fonctionnement.

Les données sont les suivantes :

- *le débit du groupe de pompage est de 1200 $m^3 \cdot h^{-1}$;*
- *la masse volumique de l'effluent est de 1010 $kg \cdot m^{-3}$;*
- *le diamètre de la conduite de refoulement est D = 600 mm ;*
- *l'accélération de la pesanteur est g = 9,81 $m \cdot s^{-2}$;*
- *la viscosité cinématique est $\nu = 10^{-6}$ $m^2 \cdot s^{-1}$;*
- *la rugosité absolue de la conduite de refoulement est k = 0,12 mm ;*
- *la longueur droite de conduite est de 6365 m ;*
- *la hauteur géométrique entre la surface libre du bassin et la sortie à gueule bée de la conduite de refoulement est de 11,4 m.*

Pertes de charge selon Darcy : $\Delta H = \lambda \cdot \left(\frac{L}{D}\right) \cdot \left(\frac{v^2}{2g}\right)$; Nombre de Reynolds : $\mathrm{Re} = \frac{v \,.\, D}{\nu}$

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

H1. Étude du groupe de pompage.

H1.1. Calculer la vitesse moyenne dans la conduite du groupe de pompage.

H1.2. Déterminer le coefficient de pertes de charge λ à l'aide de l'abaque de Moody-Colebrook. ***Document-réponse hydraulique***.

H1.3. En prenant λ = 0,015, **déterminer** la perte de charge régulière à l'aide de la formule de Darcy.

Les pertes de charge singulières sont estimées à 5 % des pertes régulières.

H1.4. En déduire la perte de charge totale dans la conduite de refoulement.

H1.5. En prenant en compte les pertes de charge et la hauteur manométrique totale du groupe de pompage (HMT), **écrire** le théorème de Bernoulli entre le point A situé à la surface du bassin de traitement et le point B situé à la sortie de la conduite à gueule bée.

H1.6. En déduire que la valeur de la hauteur manométrique totale (HMT) du groupe de pompage est de l'ordre de 23,5 mCE.

H1.7. Préciser l'utilité de la troisième pompe.

H2. Calcul du coût d'exploitation en énergie électrique.

H2.1. Calculer la puissance hydraulique du groupe de pompage fonctionnant avec une HMT = 23,5 mCE.

Le rendement global du groupe de pompage est estimé à 72 %.

H2.2. En déduire la puissance électrique consommée.

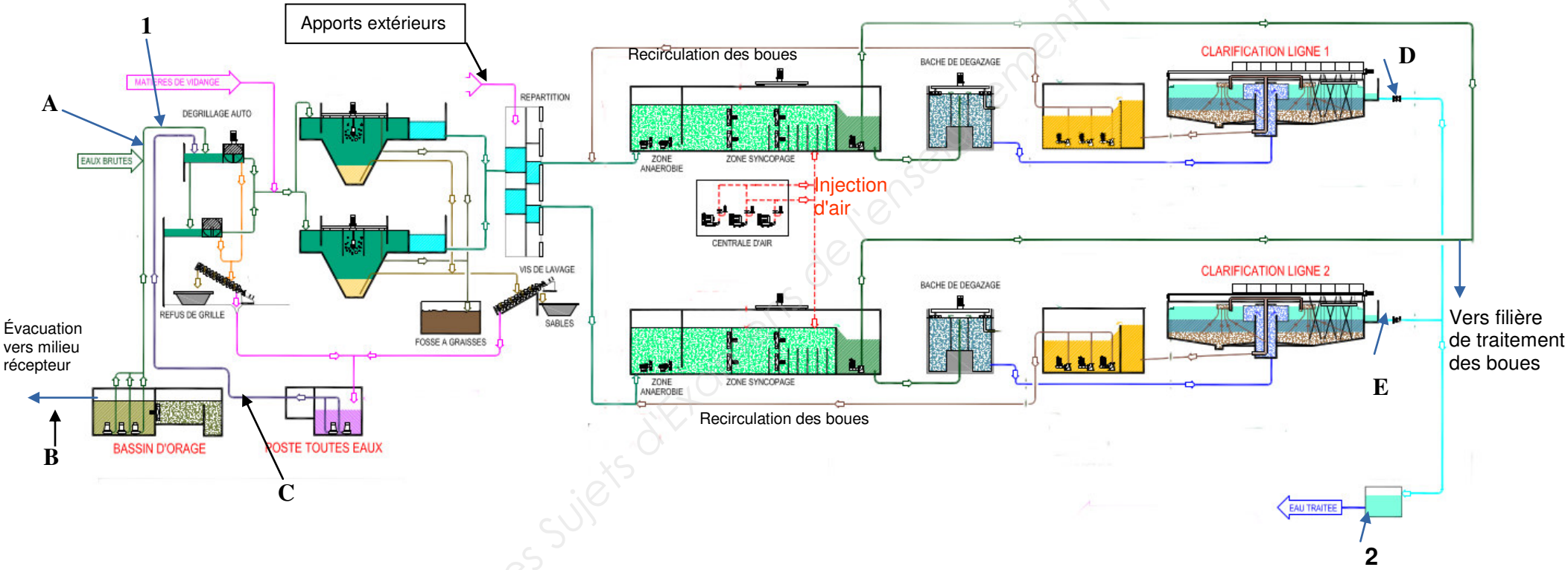
H2.3. Calculer le coût énergétique H.T. (hors taxes) du groupe de pompage pour un fonctionnement pendant 2h45 min dans les conditions de la partie H1.

Le tarif H.T. *du kilowattheure (kWh) est de 0,0552 €.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 1 - Synoptique de l'usine de dépollution (125 000 EH)

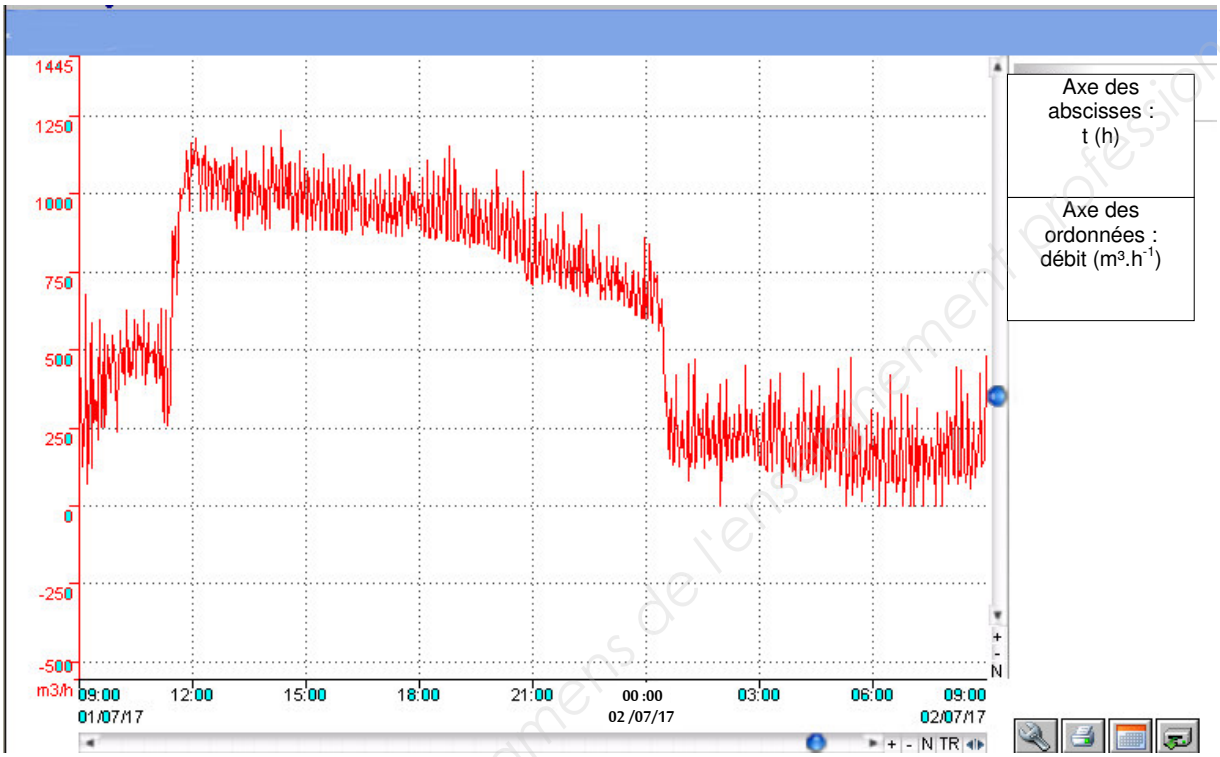
Les apports extérieurs correspondent à des apports de pollutions industrielles. Ils sont acheminés par camion-citerne puis injectés de façon discontinue.



Les débitmètres correspondent aux points A, B, C, D. Les préleveurs automatiques correspondent aux points 1 et 2. Ils doivent permettre de constituer des échantillons représentatifs sur 24h, l'échantillonnage doit être asservi au débit.
Les échantillons doivent être conservés à 4°C+/- 2°C. Un double des échantillons doit être conservé et réfrigéré.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 2 - Suivi en continu du débit mesuré en A



Source : Suez

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 3 - Document produit par l'Agence de l'eau : contrôle de fiabilité de la mesure de la DCO sur les eaux brutes de la station d'épuration

Les mesures de DCO qui apparaissent dans le tableau correspondent à un même échantillon représentatif sur 24 heures d'eaux usées brutes, prélevées par le préleveur automatique de la station d'épuration.

- La moyenne correspond à la moyenne des valeurs validées.
- L'écart relatif à la moyenne a été calculé comme suit :

$$[(DCO_{essai\ n} - DCO_{moyenne})/DCO_{moyenne}] \times 100$$

	DCO ($mg \cdot L^{-1}$)	Ecart relatif à la moyenne (%)
Essai 1	715	5,3
Essai 2	675	6,7
Essai 3	570	-7,5
Essai 4	585	6,5
Essai 5	689	-2,1
Essai 6	691	2,5
Essai 7	679	6,5
Essai 8	632	-12,1
Essai 9	569	1,8
Essai 10	655	2,8
Essai 11	665	2,5
Essai 12	627	-13,0

Critères de validation des résultats sur les eaux usées selon le guide pratique de l'Agence de l'eau publié à la suite de l'arrêté du 21 juillet 2015 :

	Écart relatif à la moyenne toléré sur les eaux en entrée de station (%)
DBO_5	20
DCO	10
MES	20

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 4 - Documents relatifs à la DCO

Extrait de la norme AFNOR « DCO », NF T 90-101 de février 2001

Échantillonnage

Les échantillons pour laboratoire doivent être prélevés de préférence dans des flacons en verre, des flacons en polyéthylène pouvant également convenir. Analyser les échantillons dès que possible après le prélèvement. Si l'échantillon doit être conservé avant l'analyse, ajouter 10 ml d'acide sulfurique par litre d'échantillon et stocker à 5 ° C ± 3 ° C. Agiter les flacons et s'assurer que leur contenu soit bien homogénéisé avant de prélever une prise d'essai pour l'analyse ou d'effectuer des dilutions éventuelles.

Mode opératoire

Prise d'essai

Introduire, dans l'appareil à reflux, 10,0 ml de l'échantillon pour analyse (article 6). Si la valeur de la DCO de l'échantillon est supposée excéder 700 mg/l, procéder à une dilution.
Avant le prélèvement de la prise d'essai, l'échantillon doit être soigneusement homogénéisé par un moyen approprié (agitation, ultrasons, etc.). Dans le cas où l'on ne peut pas procéder par pipetage de la prise d'essai du fait de la trop grande quantité de matières en suspension, procéder à des dilutions ou utiliser une fiole jaugée à ouverture large.

Extraits de la fiche sécurité d'un réactif utilisé pour la norme AFNOR « DCO » : dichromate de potassium

Éléments d'étiquetage
Étiquetage (RÈGLEMENT (CE) No 1272/2008)
Pictogrammes de danger



Mention d'avertissement
Danger

Mentions de danger
H350 Peut provoquer le cancer.
H340 Peut induire des anomalies génétiques.
H360FD Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au foetus.
H272 Peut aggraver un incendie; comburant.
H330 Mortel par inhalation.
H301 Toxique en cas d'ingestion.
H312 Nocif par contact cutané.
H372 Risque avéré d'effets graves à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée.
H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
H334 Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation.
H317 Peut provoquer une allergie cutanée.
H410 Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Conseils de prudence
P201 Se procurer les instructions avant utilisation.
P280 Porter des gants de protection.
P301 + P330 + P331 EN CAS D'INGESTION: rincer la bouche. NE PAS faire vomir.
P305 + P351 + P338 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.
P304 + P341 EN CAS D'INHALATION: s'il y a difficulté à respirer, transporter la victime à l'extérieur et la maintenir au repos dans une position où elle peut confortablement respirer.
P308 + P313 EN CAS d'exposition prouvée ou suspectée: consulter un médecin.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 5 - Caractéristiques des eaux brutes, des apports extérieurs

	Eau brute	Apports extérieurs
DCO ($mg \cdot L^{-1}$)	650	30 815
DBO_5 ($mg \cdot L^{-1}$)	238	16 183
Débit moyen ($m^3 \cdot j^{-1}$)	11 433	50,3

Les valeurs données pour les paramètres DCO et DBO_5 correspondent à des échantillons représentatifs.

Les apports extérieurs proviennent de pollutions industrielles apportées par camion citerne. Le point d'injection est mentionné sur l'***annexe 1***.

Annexe 6 - Caractéristiques du traitement par boues activées

Volume d'un bassin d'aération = 17 400 m^3 pour une file.

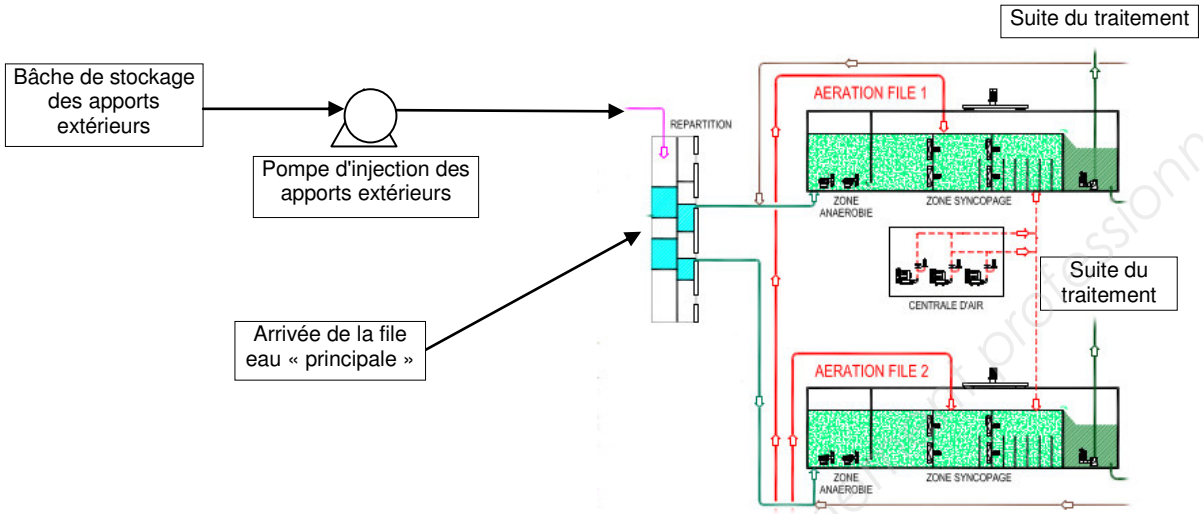
Concentration en MS dans le bassin d'aération = 3 $g \cdot L^{-1}$

[MVS] = 70 % des MS.

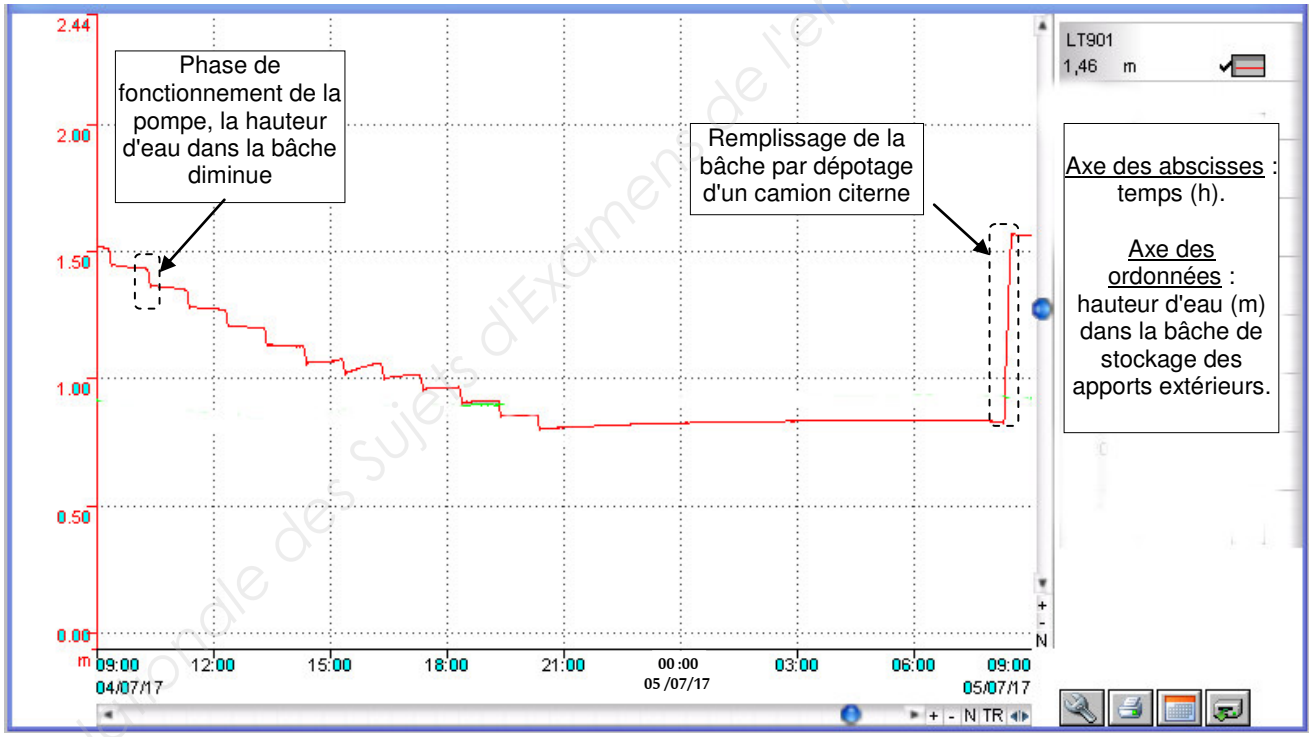
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 7 - Apports extérieurs

Les apports extérieurs sont acheminés depuis les industries par camion-citerne. Ils sont dépotés dans une bâche de réserve puis injectés petit à petit, dans le flux d'eaux usées à dépolluer.



Fonctionnement de la pompe d'injection des apports extérieurs :



Séquençage du fonctionnement de la pompe d'injection par temporisation :

➔ 240 secondes sur « MARCHE » toutes les 3600 secondes ;
➔ débit volume d'injection : **Qv = 62,7 $m^3 \cdot h^{-1}$** ;
➔ arrêt total du fonctionnement de la pompe quand le niveau bas de la bâche de dépotage est détecté.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 8 - Formule utilisée pour le calcul des besoins en dioxygène

$$\text{Besoins en } O_2 = \underbrace{a'Le}_{\text{Quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de la } DBO_5} + b'Sv + 4{,}3\ N_N - 2{,}85\ c'N_{DN}$$

a' = 0,66 $kg_{O2} \cdot kg_{DBO5}^{-1}$
b' et c': constantes
Le : Load effluent : flux massique de DBO_5 en $kg_{O2} \cdot j^{-1}$ entrant à traiter intégralement
Sv: biomasse dans les bassins d'aération
N_N : flux d'azote à nitrifier
N_{DN} : flux d'azote à dénitrifier

Annexe 9 - Caractéristiques de l'aération

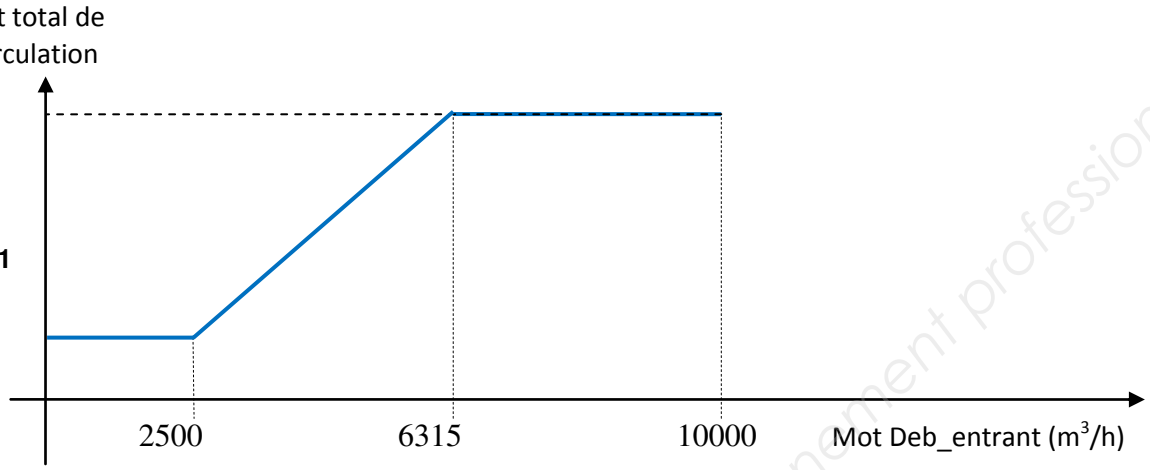
L'air est injecté par des surpresseurs dans des manchettes FLEXAZUR disposées en raquettes. La régulation est basée sur des seuils de potentiel redox pour alterner les phases d'aérobie et d'anoxie.

Les essais d'oxygénation en conditions réelles ont montré que l'apport spécifique brut dans la liqueur mixte était : **ASB' = 1,65 $kg_{O2} \cdot kWh^{-1}$**.

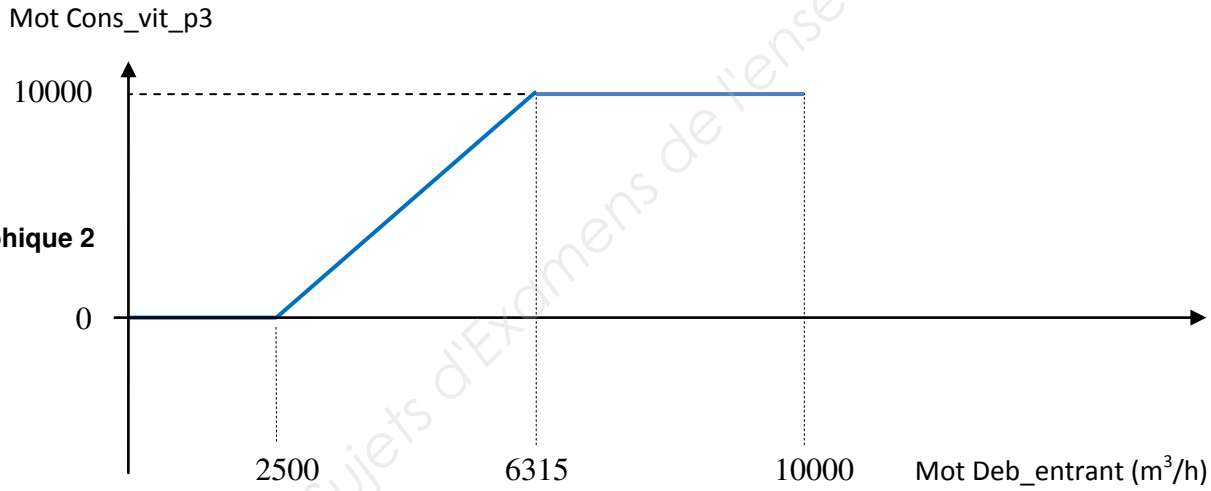
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

Annexe 10 - Caractéristiques souhaitées pour la future recirculation des boues

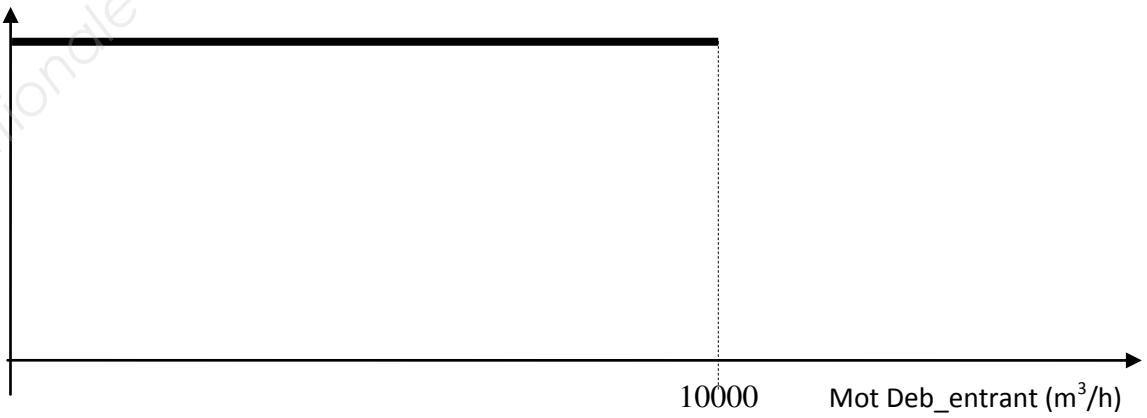
Graphique 1



Graphique 2



Graphique 3



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 11 - Caractéristiques des futurs moteurs de surpresseurs

ABB Motors and Generators	Caractéristiques techniques - DOL			ABB
	Projet:		Installation	
Departement / Origine A.FUR	Client SEIBO		Réf. client.	Dossier 1,00001
Nos références	Rev. par A	Date du document 28/09/2015	Document stocké untitled.xls	Pages 1(3)

No.	Definition	Data	Unit	Remarks	
1	Produit	***TEFC, 3-phase, squirrel cage induction motor***			
2	Code produit	***3GBP 352 230-ADM***		Calc. ref.	3GZF021035-117
3	Type/Hauteur d'axe	***M3BP 355SMC 4***			
4	Forme de montage	***IM1001, B3(foot)***			
5	Puissance nominale P_N	***315***	kW		
6	Service factor	***1***			
7	Service	***S1(IEC) 100%***			
8	Tension nominale U_N	***400***	VD	± 5 % (IEC 60034-1)	
9	Fréquence nominale f_N	***50***	Hz	± 2 % (IEC 60034-1)	
10	Vitesse nominale n_N	***1490***	r/min		
11	Intensité nominale I_N	***545***	A		
12	Intensité à vide	***199***	A		
13	Intensité au démarrage I_s/I_N	***7,4***		Fullfilled IEC 60034-12 design N,H	
14	Couple nominal T_N	***2019***	Nm		
15	Couple au démarrage T_S/T_N	***2,8***			
16	Couple maximum T_{max}/T_N	***2,9***			
17	Couple minimum T_{min}/T_N	***1,9***			
18	Vitesse au couple minimal	***1230***	r/min		
	Caractéristiques de charge (IEC 60034-2-1:	Charge %	Intensité A	Rendement %	Cosinus
19	PLL determined from residual loss	*100*	**545**	**97,2 / IE4**	**0,86**
20		*75*	**427**	**97,3**	**0,82**
21		*50*	**319**	**97,1**	**0,73**
22		*Start*	**4035**		**0,36**
23	Temps max autorisé au dém./chaud	***20***	s		
24	Temps max autorisé au dém./froid	***36***	s		
25	Classe isolation / Classe de temperature	***F / B***			
26	Température ambiante	***40***	°C		
27	Altitude	***1000***	m.a.s.l.		
28	Degré de protection	***IP55***			
29	Refroidissement	***IC 411 auto ventilé***			
30	Type de roulement CC/COC	***6322/C3 - 6316/C3***			
31	Type de Graisse				
32	Pression accoustique (LP dB(A) 1m)	***74***	dB(A)	at load	
33	Moment of inertia J = ¼ GD2	***7,2***	kg-m2		
34	Equilibrage				
35	Classe de vibration				
36	Boite à bornes	***sur le dessus***			
37	Connection boite à bornes; no, dimens.				
38	Nombre de bornes				
39	Sens de rotation	***CW or CCW***			
40	Poids	***1820***	kg		
41	Référence plan encombrement.				
42					
43					
44					
45					
Ex-motors					
46					
47					
48					
Option	Variant Codes / Definition				
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					

Remarks:

Caractéristiques basées sur valeurs du 18/08/2015
Données suivant tolérances IEC

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 12 - Facture du fournisseur d'énergie électrique

FACTURE N° : AD0001828318
Date de la facture : 06.01.2016

Votre interlocuteur :
Tél :

Dépannage :

Adresse de facturation 25 / 44

LYONNAISE DES EAUX FRANCE
C. REGIONAL PICARDIE CHAMPAGNE
TSA 31105
PB 00196
59711 LILLE Cedex 9

Agence de

Mois de livraison : Décembre
Point de Livraison (PDL) : TV/60338/000007
Référence CLIENT : A/E07000966
TARIF : Vert A5 EJP-TLU PRO

Adresse du lieu de consommation

LYONNAISE DES EAUX FRANCE
S. EPURATION

Nom du poste d'alimentation : STATION EPURATION
Arrêté de prix : 01.08.2015

RELEVE DE L'ENERGIE	Consom. en kWh	Coût du kWh en cts d'euros	Taux de TVA	Montant H.T. en Euros
HPH - Heures Hiver (pleines) du 01/12/2015 au 31/12/2015	268 923	5,519	20 %	14 841,86
Total consom./montants	**268 923**		**20 %**	**14 841,86**

MONTANT TOTAL H.T. DES CONSOMMATIONS (TVA = 20 %)	**14 841,86**
Redevance compteur (TVA = 20 %)	42,89
MONTANT TOTAL H.T. DE LA REDEVANCE COMPTEUR (TVA = 20 %)	**42,89**
Assiette de Minorat/Majorat.	14 884,75
Minoration du Règlement (0,15 %) (TVA = 20 %)	**-22,32**
Consommation retenue pour la taxe sur la consommation finale d'électricité (268923 kWh)	
Montant de la taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (0,05 c€/kWh)	**134,46**
Contribution aux Charges de Service Public (1,95 c€/kWh)	**5 244,00**
Assiette de CTA au taux de 27,04 %	383,22
Assiette de CTA au taux de 27,04 %	-340,33
Montant de la CTA	**11,60**
Assiette de TVA au taux de : (20,00 %)	20 252,49
Montant sans TVA de la facture	**20 252,49**
Y compris le coût de l'acheminement d'un montant de 4 141,41 euros H.T.	
Montant de la TVA au taux de : (20,00 %)	4 050,50
MONTANT T.T.C en EUROS (TVA payée sur les débits)	**24 302,99**

Suite à la Délibération de la Commission de Régulation de l'Energie du 13 mai 2015, les prix des prestations annexes sous monopole des Gestionnaires de Réseaux de Distribution ont évolué depuis le 1er août 2015. Le catalogue des prestations est consultable sur notre site internet.

Contrat résilié le 31/12/2015. Cette facture sera prélevée le 21/01/2016.
Compte FR7630004008280001109966976.
Titulaire du compte : LYONNAISE DES EAUX
Référence unique de mandat : ++FR46ZZZ008397ADMSEO00005790300001
ICS SICAE-OISE : FR46ZZZ008397

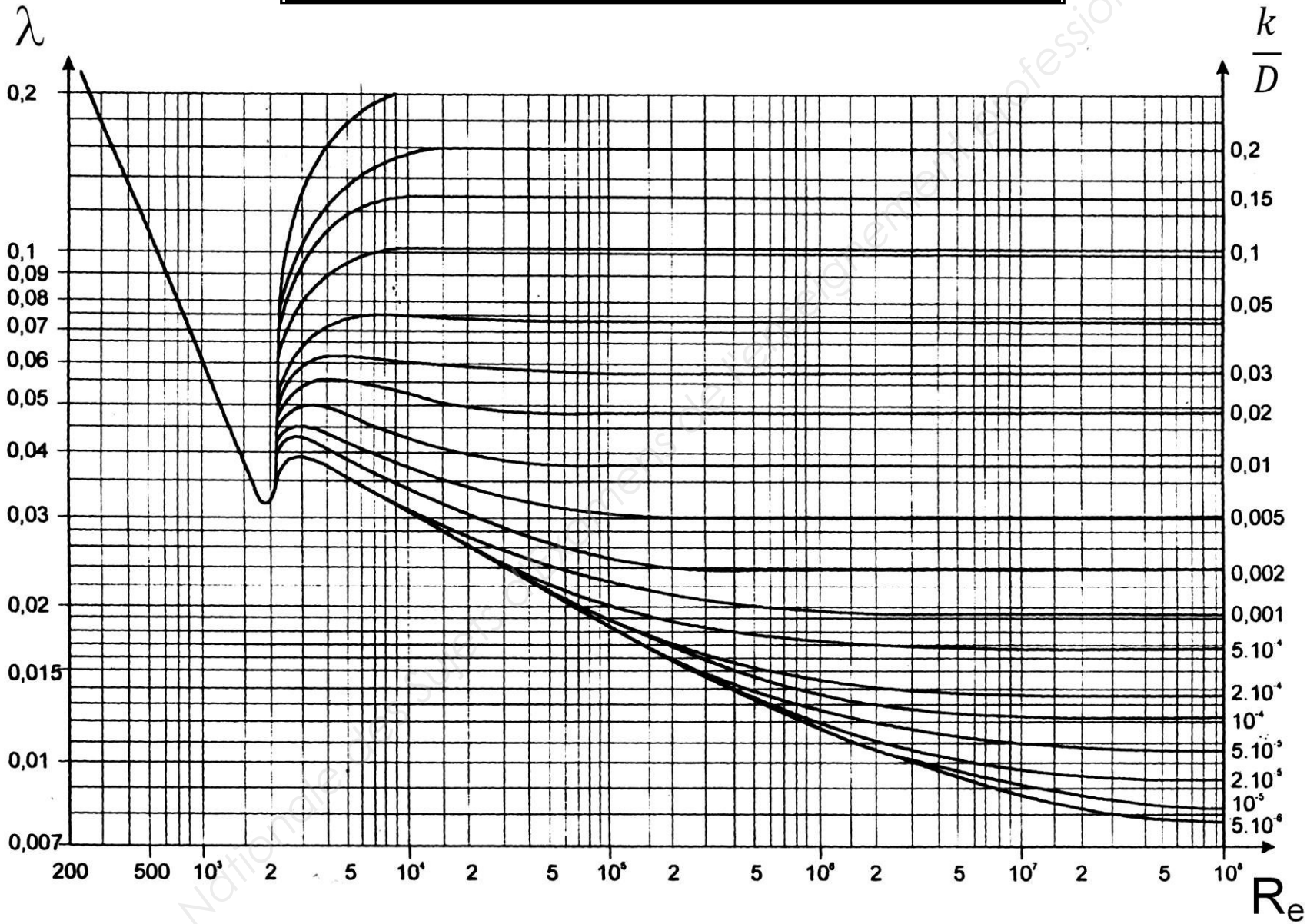
AUCUN ESCOMPTE N'EST ACCORDE POUR PAIEMENT ANTICIPE
Pénalités de retard : taux d'intérêt légal x 3
Retard de paiement : indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement fixée à 40 euros
Pour vos virements : La Banque Postale
IBAN : FR 86 2004 1000 0100 0905 9C02 071
BIC : PSSTFRPPPAR

ETIQUETTE A DETACHER ET A COLLER AU DOS DE VOTRE CHEQUE A L'ORDRE DE

Réf. CLIENT TVJ : TV/60338/000007 / A/E070009
Consom. de Décembre
Montant TTC en EUROS : 24 302,99

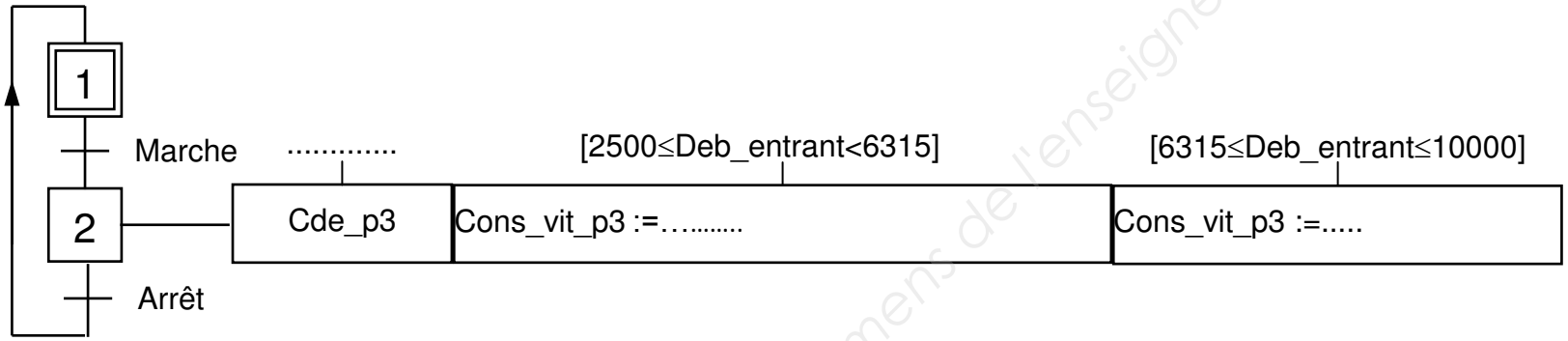
Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT-RÉPONSE HYDRAULIQUE
ABAQUE DE MOODY - COLEBROOK
(à agrafer à la copie)



Base Nationale de Sujets d'Enseignement Professionnel

DOCUMENT-RÉPONSE EAR 1
(à agrafer à la copie)

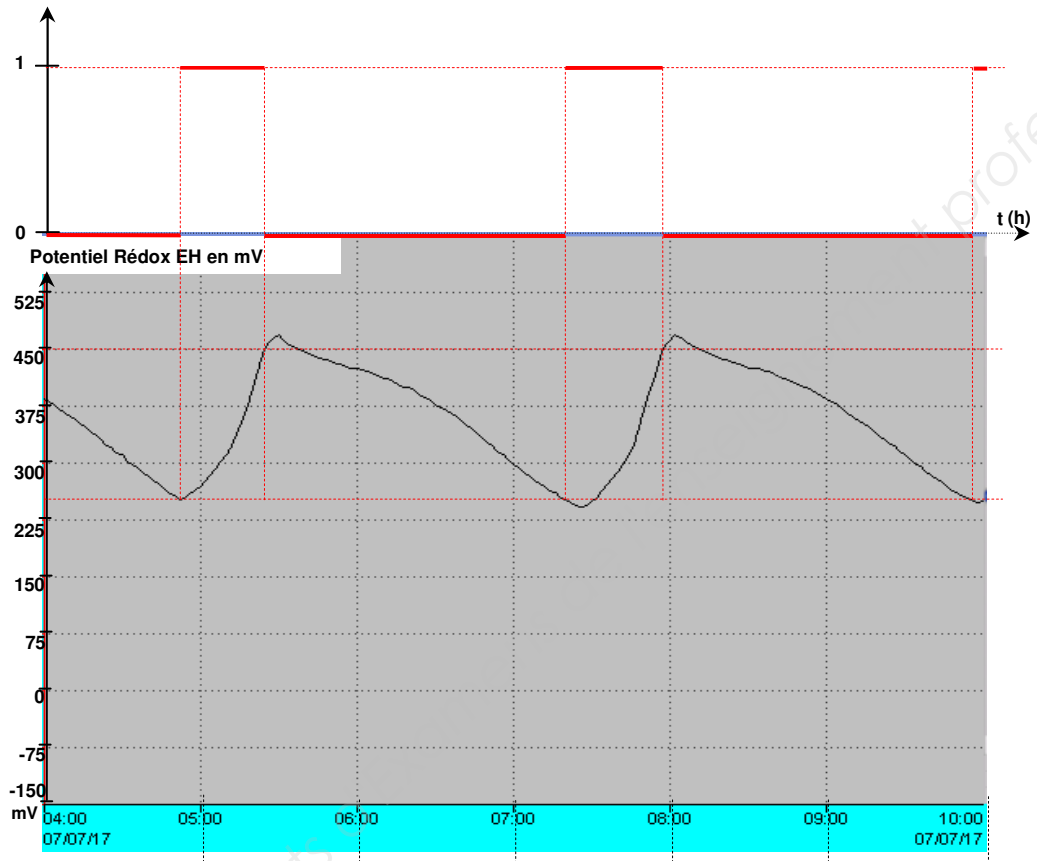


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

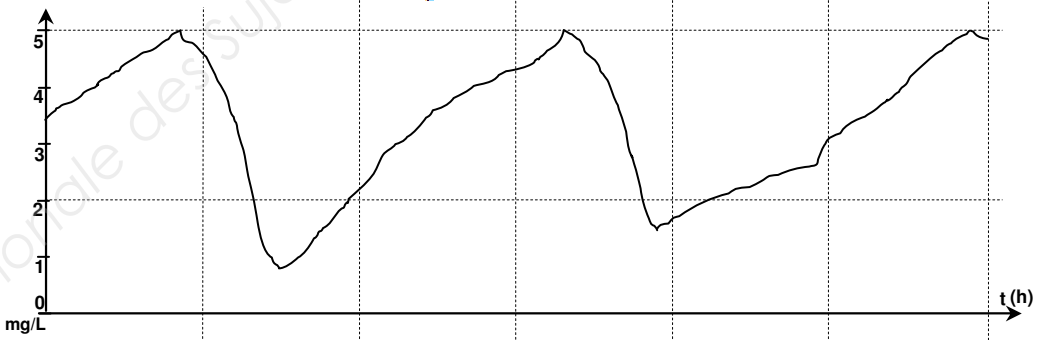
DOCUMENT-RÉPONSE EAR 2
(à agrafer à la copie)

Laisser apparents les traits qui vous ont servis pour la construction.

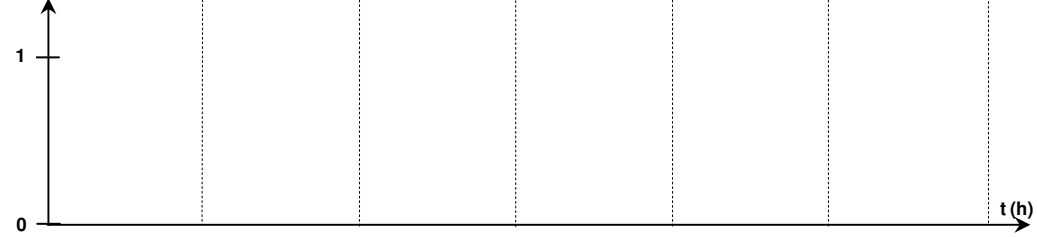
Fonctionnement actuel du surpresseur



Concentration en ion ammonium en mg N-NH_4^+/L



Fonctionnement futur du surpresseur



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

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.

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.