



**Concours d'inspecteur  
de la concurrence, de la consommation  
et de la répression des fraudes  
des 17 et 18 janvier 2017**

**Concours externe dominante scientifique**

EPREUVE N° 3 : options (*durée 3 heures - coefficient 5*)

**Le candidat choisira une option parmi les trois proposées, et indiquera clairement l'intitulé de l'option sur sa copie.**

- **Option A)** – Agroalimentaire et Bio-industrie ..... pages 2 à 9
- **Option B)** – Technologies industrielles appliquées à la chimie ..... pages 10 à 16
- **Option C)** – Génies mécanique, électrique et thermique ..... pages 17 et 18

## OPTION A : Agroalimentaire et Bio-industrie

### Fromages, retour vers l'authenticité

Sur le marché des fromages, de profondes évolutions remettent en cause les acquis et ouvrent de nouvelles opportunités. L'origine est à chercher du côté des consommateurs, qui aspirent à varier les plaisirs, ainsi qu'à retrouver une certaine simplicité, voire de l'authenticité. Les nouveaux usages (apéritif, à chaud...) et les fromages à pâte pressée sont sur des pentes ascendantes, tandis que les fromages à pâte molle sont à la traîne.

#### 1. En quête de typicité.

L'attente des consommateurs pour une authenticité renouvelée pose la question de la quête de typicité. Les recherches convergent pour sélectionner des souches plus adaptées aux écosystèmes complexes, afin d'obtenir des ferments lactiques commerciaux plus robustes.

##### 1.1 Sélection des souches de bactéries lactiques.

**Q1. Nommer** trois principaux genres de bactéries lactiques et **rappeler** leurs principaux caractères morphologiques, culturels et biochimiques.

**Q2. Expliciter** la notion de « bactéries lactiques » et **montrer** leur rôle principal dans la fabrication des fromages.

Désormais, des souches homofermentaires sont disponibles pour assurer la fabrication des pâtes pressées sans ouvertures.

**Q3.** A l'aide du **document 1**, **argumenter** le choix de souches homofermentaires pour ces applications.

**Q4. Rappeler** l'autre type de fermentation glucidique mise en œuvre par les bactéries lactiques. En vous aidant du **document 1**, **nommer** les produits formés.

##### 1.2 Sélection des ferments d'affinage.

Les flores d'affinage participent également à l'élan de différenciation.

**Q5. Présenter** les rôles des ferments lors de l'affinage ainsi que leurs actions sur les biomolécules constitutives du caillé.

**Q6. Argumenter** le contrôle de la température dans la zone d'affinage.

Des flores d'affinages, capables de se développer après salage, sont actuellement commercialisées.

**Q7. Expliciter** les effets attribués à l'addition du sel dans l'affinage des fromages.

**Q8. Indiquer** deux techniques de salage utilisées dans la fabrication des fromages.

Une gamme de ferments freinant la fermentation butyrique par production de bactériocines, est disponible. Cette solution clean label permet d'éviter l'ajout de nitrate et de lysozyme.

**Q9. Argumenter** le choix de cette gamme de ferments en rappelant les effets de la fermentation butyrique sur l'affinage des fromages.

**Q10.** Après avoir défini le terme bactériocine, **expliciter** le rôle du nitrate et du lysozyme.

Malgré la sélection de ferments commerciaux plus complexes, les saveurs demeurent plus intenses dans les fromages au lait cru car le microbiote natif plus abondant peut s'exprimer, ce qui n'est pas le cas dans les fromages au lait pasteurisé ensemencés avec les mêmes ferments.

**Q11. Indiquer** les effets de la pasteurisation.

## **2. Vers de nouveaux modes de consommation.**

Les achats de fromages restent vigoureux mais masquent toutefois une réalité disparate. La suprématie des fromages à pâte molle ne cesse de s'effriter avec une baisse de 3,7 % en 2015. Par contre, les ventes de fromages à pâte pressée continuent de progresser pour détenir 14 % du marché.

### **2.1 Fin de la suprématie des fromages à pâte molle.**

Les camemberts subissent de plein fouet cette évolution à la baisse. Les ventes ont diminué de 5,3 % en 2015. Seuls les camemberts AOC et AOP sont épargnés.

**Q12. Expliquer** ce que signifie et garantit l'AOC. **Préciser** ce que l'AOP apporte de plus.

Les AOC et AOP sont délivrées par l'INAO après une série d'audits réalisés par un organisme certificateur.

**Q13. Indiquer** la signification de l'acronyme INAO.

**Q14. Différencier** les deux principales catégories d'audits. **Rappeler** le nom exact de l'organisme qui accorde l'accréditation à l'organisme certificateur.

La « cloche à camembert » constitue un vecteur de valeur ajoutée et de différenciation. L'emballage doit concilier attractivité, praticité et technicité : l'emballage actif peut être doté d'absorbants de dioxygène, de diffuseurs de dioxyde de carbone ou de diazote.

**Q15. Indiquer** l'intérêt principal de ce type de conditionnement. **Préciser** le rôle et le mode d'action du CO<sub>2</sub> et du N<sub>2</sub>.

### **2.2 Pari de la valorisation relevé par les fabricants de fromages à pâte pressée.**

La stratégie industrielle a consisté à s'inscrire dans un processus d'amélioration continue, afin d'être toujours en phase avec les attentes des consommateurs, avec la législation mais aussi avec les coûts de production. Les industriels se sont donc équipés de systèmes de traitement du lactosérum, afin de le valoriser.

**Q16. Réaliser** et **expliquer** le schéma proposé par Deming pour illustrer le concept de l'amélioration continue, principe fondamental du management de la qualité.

#### **2.2.1 Valorisation des protéines issues du lactosérum.**

La technique de séparation par ultrafiltration permet d'obtenir un concentré de protéines valorisables. Les industries fromagères développent ainsi des gammes de lactoremplaceurs polyvalents : certains sont utilisés pour leurs très fortes propriétés foisonnantes dans les applications telles que les mousses...d'autres pour leurs propriétés gélifiantes et émulsifiantes pour remplacer les œufs en pâtisserie par exemple.

**Q17.** A l'aide d'un schéma annoté, **expliquer** le principe du procédé d'ultrafiltration et **préciser** la fraction correspondant au concentré de protéines.

**Q18. Expliquer** les propriétés foisonnantes, gélifiantes et émulsifiantes des protéines du lactosérum.

#### **2.2.2 Valorisation simultanée de tous les composants du lactosérum.**

Après déminéralisation, concentration et atomisation, la poudre de lactosérum est dédiée essentiellement à la nutrition infantile.

**Q19. Expliquer** le principe du procédé d'atomisation et **annoter**, sur la copie, les éléments repérés de 1 à 8 sur le **document 2**.

**Q20.** A l'aide des données fournies, **calculer**, en justifiant, le débit de poudre de lactosérum sortant de la tour d'atomisation et la capacité évaporatoire de l'installation (on néglige les pertes de matières).

**Données :**

Débit d'entrée du lactosérum : 3,5 tonnes / H.

Extrait sec du lactosérum : 6,5 %

Extrait sec de la poudre de lactosérum : 96 %

Pour répondre aux exigences hygiéniques des nouveaux marchés de l'industrie du baby-food et réduire les risques de contamination par *Salmonella* et *Cronobacter*, la conception de nouvelles tours d'atomisation a été nécessaire. L'enjeu sanitaire repose également sur la mise en place au sein de l'usine d'une méthode de zonage.

**Q21. Présenter** les principes essentiels du zonage et **indiquer** la gestion des flux entre les zones humides et sèches.

En effet, le dernier rapport sur les zoonoses, publié en janvier dernier par l'EFSA, pointe du doigt une légère augmentation des cas de salmonelloses. Après la révision de la norme ISO 6579 qui spécifie une méthode horizontale de recherche des *Salmonella*, plusieurs extensions de validation sont à signaler pour des méthodes alternatives d'analyses.

**Q22. Indiquer**, en anglais et en français, la signification de l'acronyme ISO et **définir** « méthode horizontale ».

L'enjeu des méthodes alternatives rapides est double : disposer d'une méthode fidèle et juste pour assurer la sécurité sanitaire des produits alimentaires, tout en obtenant un résultat rapide pour libérer les lots au plus vite.

**Q23. Expliciter** les notions de fidélité et justesse d'une méthode et **indiquer** les grandeurs mathématiques permettant de les évaluer.

Du côté des milieux de culture, le marché est en voie de stabilisation : les dernières innovations portent sur les méthodes chromogéniques, telle que la méthode IBISA® de BioMérieux, présentée sur le **document 3**. Le **document 4** présente un extrait des critères microbiologiques relatifs au lactosérum en poudre.

**Q24. Indiquer** la signification de m, n, et c, et en se conformant aux données du **document 4**, les spécifications à respecter pour la recherche de *Salmonella* dans le lactosérum en poudre.

**Q25.** A l'aide du **document 3**, **argumenter** l'intérêt de la première étape de la méthode IBISA® et du choix de la température d'incubation.

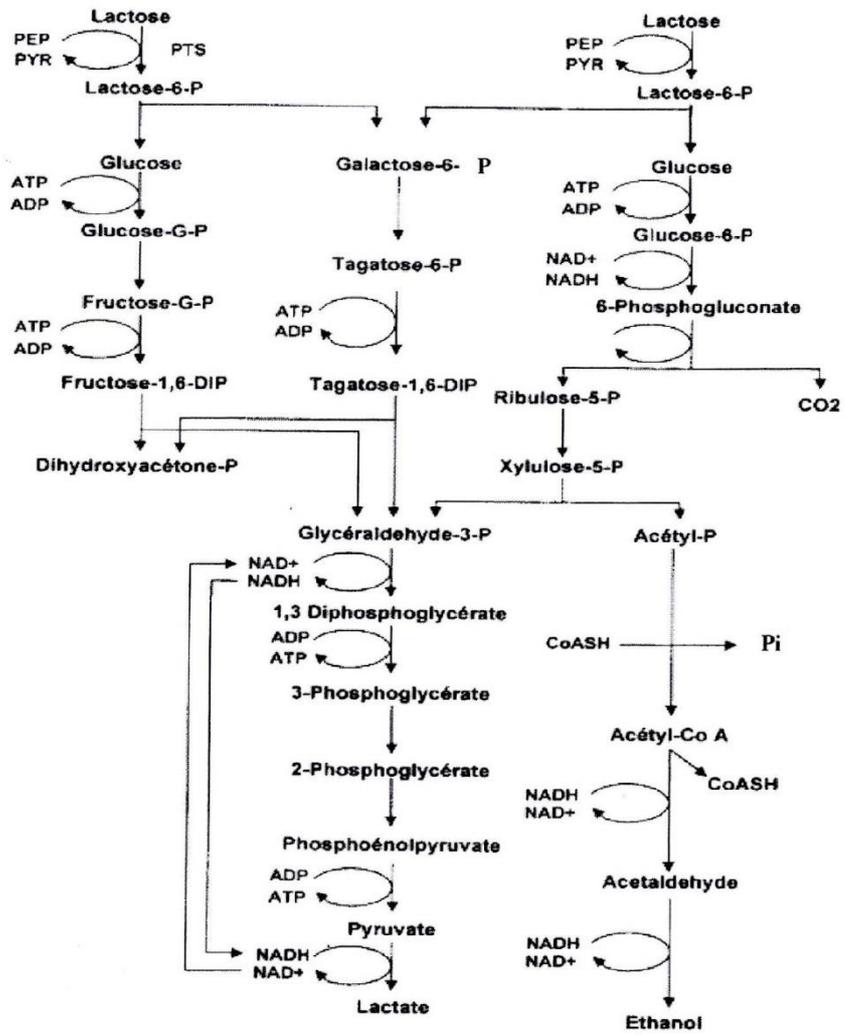
**Q26.** En vous appuyant sur le **document 3**, **indiquer** ce qu'est un milieu chromogène et **argumenter** la spécificité du milieu IBISA® pour la détection des *Salmonella*.

**Q27. Exploiter** les résultats présentés dans le **document 5**, de la recherche des *Salmonella* réalisée sur un lot de sacs de poudre de lactosérum, et **conclure** sur l'analyse du lot.

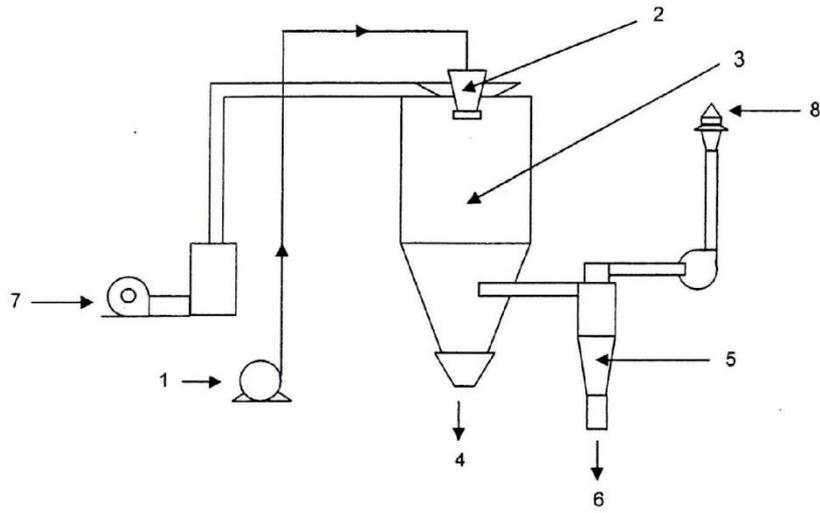
Les tours de séchage sont équipées de NEP pour un nettoyage en général hebdomadaire.

**Q28. Argumenter** l'intérêt des différentes étapes.

# DOCUMENT 1 : les fermentations lactiques

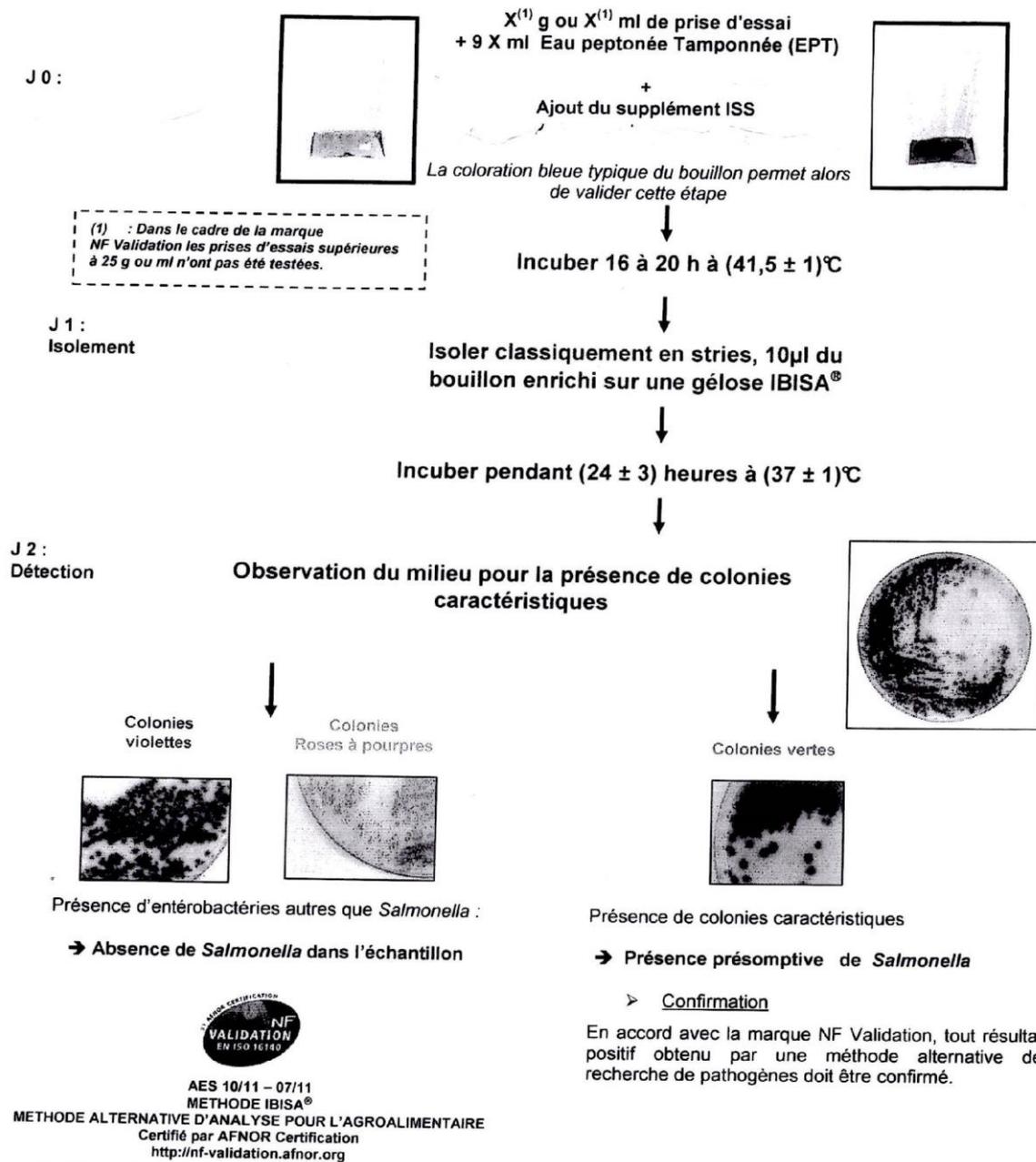


**DOCUMENT 2 :**



## DOCUMENT 3 :

### Méthode IBISA<sup>®</sup> : pour la détection des *Salmonella*



Milieu sélectif pour la détection des *Salmonella* spp



**AES 10/11 – 07/11**  
**METHODE IBISA®**  
**METHODE ALTERNATIVE D'ANALYSE POUR**  
**L'AGROALIMENTAIRE**  
Certifiée par AFNOR Certification  
<http://nf-validation.afnor.org>

Pour tous produits d'alimentation humaine et animale et échantillons d'environnement à l'exclusion des échantillons de production primaire

La date de fin de validité de la certification NF VALIDATION est précisée sur le certificat.

Formule théorique. IBISA® Specific Supplement (ISS) en gramme par litre

Ce milieu peut être ajusté et/ou supplémenté en fonction des critères de performances imposés:

Mélange sélectif.....	3,80
Colorant.....	1,40

**MATÉRIEL NÉCESSAIRE MAIS NON FOURNI**

- Etuve bactériologique.

**REACTIFS NECESSAIRES MAIS NON FOURNIS**

- Eau peptonée Tamponné+ISS (Réf. : AEB910343/4 ou Réf. : AEB910345/2)
- SALSATM (Réf. : AEB125980 ou Réf. : AEB526760)
- *Salmonella* spp latex kit (Réf. : MGNF42)

**REACTIFS ET MATERIELS COMPLEMENTAIRES**

- Eau peptonée tamponnée (ex : Réf. : AEB910505/2)
- Bandelette oxydase (ex : Réf. : MGNMID61G)
- IBILoop (Réf. : AESDL0430)
- PACK STEPPER (Réf. : SCO411500)
- Seringues 500-5000 µl (Réf. : SCO3165009)

**PRECAUTIONS D'UTILISATION**

- Pour contrôle microbiologique exclusivement.
- Pour usage professionnel uniquement
- Ce coffret contient des composants d'origine animale. La maîtrise de l'origine et/ou de l'état sanitaire des animaux ne pouvant garantir de façon absolue que ces produits ne contiennent aucun agent pathogène transmissible, il est recommandé de les manipuler avec les précautions d'usage relatives aux produits potentiellement infectieux (ne pas ingérer, ne pas inhaler).
- Les prélèvements, cultures microbiennes et produits ensemencés doivent être considérés comme potentiellement infectieux et doivent être manipulés de façon appropriée. Les techniques aseptiques et les précautions usuelles de manipulation pour le groupe bactérien étudié doivent être respectées tout au long de la manipulation; se référer à "CLSI® M29-A, *Protection of Laboratory Workers From occupationally Acquired Infections; Approved Guideline – Révision en vigueur*". Pour informations complémentaires sur les précautions de manipulation, se référer à "Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories – CDC/NIH - Dernière édition", ou à la réglementation en vigueur dans le pays d'utilisation.
- Les milieux de culture ne doivent pas être utilisés comme matériau ou composant de fabrication.
- Ne pas utiliser les réactifs après la date de péremption.
- Ne pas utiliser les réactifs dont l'emballage est détérioré.
- Ne pas utiliser des boîtes contaminées ou exsudées.
- Ne pas utiliser des flacons présentant une suspicion de contamination.
- Avant utilisation, s'assurer de l'intégrité des ergots d'invulnérabilité de la capsule des flacons.
- Le milieu doit être utilisé selon le mode opératoire indiqué dans cette notice. Toute déviation de méthodologie peut modifier les résultats.

**INTRODUCTION ET OBJET DU TEST**

Le milieu IBISA®, est utilisé pour la recherche de *Salmonella* spp dans les échantillons d'alimentation humaine et animale et les prélèvements d'environnement de productions alimentaires.

**PRINCIPE**

Le principe du milieu repose sur l'utilisation d'un mélange de substrats chromogéniques (activités estérases) spécifiquement clivés par les *Salmonella* et de la recherche simultanée de l'activité bêta-glucosidase permettant ainsi une différenciation des *Salmonella* parmi les autres entérobactéries. Après incubation, les *Salmonella* présentent des colonies vertes très caractéristiques. Les autres micro-organismes n'étant pas inhibés sont soit incolores, soit magenta.

La gélose IBISA® permet la détection des salmonelles mobiles et immobiles, des salmonelles lactose positif, de même que les sérotypes Typhi et Paratyphi.

La formulation spécifique de la gélose IBISA® lui confère une coloration jaune caractéristique. Cette singularité a pour effet d'accentuer le contraste des colorations favorisant ainsi la lisibilité des boîtes, mais également de ralentir spécifiquement la croissance des autres entérobactéries

**PRÉSENTATION**

Milieu prêt à l'emploi	
AEB520060 :	Coffret de 20 boîtes 90 mm
AEB520059 :	Coffret de 120 boîtes 90 mm
AEB180045 :	ISS supplément 100 mL pour 40 échantillons de 25g

**COMPOSITION**

Formule théorique. IBISA®

Ce milieu peut être ajusté et/ou supplémenté en fonction des critères de performances imposés:

Mélange spécial de peptones.....	14,00g
Chlorure de sodium.....	5,00g
Agents sélectifs.....	4,00g
Mix chromogénique <sup>3</sup> .....	2,30g
Agar.....	18,00g
Eau purifiée.....	1000 ml
pH 7,2	

**DOCUMENT 4 : Extrait des critères microbiologiques**

<b>Denrée alimentaire</b>	<b>microorganisme</b>	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>m</b>
<b>Lactosérum en poudre</b>	<i>Salmonella</i>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>Absence dans 25g</b>

**DOCUMENT 5 : Résultats de la recherche de *Salmonella* sur un lot de sacs de poudre de lactosérum (en UFC/25g)**

<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>
<b>absence</b>	<b>absence</b>	<b>présence</b>	<b>absence</b>	<b>absence</b>

## OPTION B : Technologies industrielles appliquées à la chimie

### PARTIE A : AUTOUR DE L'EAU OXYGENEE

#### A-I. La molécule de peroxyde d'hydrogène

- A-I.1. Donner les configurations électroniques des atomes d'hydrogène et d'oxygène dans leur état fondamental.
- A-I.2. Donner l'écriture de Lewis du peroxyde d'hydrogène.
- A-I.3. Donner deux exemples précis de molécules possédant cet enchainement O-O, les deux oxygènes n'étant liés que par une liaison  $\sigma$ . Dans chacun des cas, proposer une utilisation.

#### A-II. Solution de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) et oxydoréduction

- A-II.1. Ecrire les demi-réactions associées aux deux couples d'oxydoréduction faisant intervenir  $H_2O_2$  en précisant le rôle de  $H_2O_2$  dans chacun des deux cas.
- A-II.2. Sachant que le couple  $H_2O_2/ HO_2^-$  a un  $pK_a = 11,6$  écrire l'équation de la réaction de dissociation du peroxyde d'hydrogène en solution aqueuse.
- A-II.3. Tracer à 25 °C le diagramme potentiel-pH de l'eau oxygénée pour une concentration totale en solution de l'eau oxygénée de  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  et en prenant la pression de dioxygène égale à 0,20 bar. Pour cela, établir les équations des différentes droites aux frontières :  $O_2/H_2O_2$ ,  $H_2O_2/H_2O$ ,  $H_2O_2/ HO_2^-$ ,  $O_2/HO_2^-$ , et  $HO_2^-/ H_2O$ , puis tracer le diagramme sur l'**annexe 1** à rendre avec la copie.
- A-II.4. Que peut-on en conclure quant à la stabilité ou l'instabilité thermodynamique des solutions d'eau oxygénée ? (Justifier la réponse)

#### A-III. Titre d'une eau oxygénée et stockage

Le flacon acheté en pharmacie porte l'indication suivante : eau oxygénée à 10 volumes. Cette indication est appelée le titre en volume de l'eau oxygénée. Par définition c'est le volume de dioxygène (exprimé en litres) libéré par un litre de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène suivant la réaction de dismutation, dans les conditions normales de température et de pression.

- A-III.1. Citer des utilisations de l'eau oxygénée.
- A-III.2. Calculer l'ordre de grandeur de la concentration de la solution en eau oxygénée
- A-III.3. Comment peut-on expliquer l'existence de telles solutions commerciales compte tenu de la conclusion de la question A-II.4 ?

Dans la fiche de sécurité du peroxyde d'hydrogène, on peut trouver des informations concernant le stockage des solutions d'eau oxygénée.

##### Réservoir de stockage

Les solutions aqueuses de peroxyde d'hydrogène sont généralement stockées dans des containers en acier inoxydable ou en aluminium soigneusement décapés et passivés. Certaines matières plastiques telles que le poly-éthylène sont compatibles et peuvent être utilisées pour des récipients de moindre contenance à condition que la concentration en peroxyde d'hydrogène ne dépasse pas 60 %. Le polytétrafluoroéthylène (PTFE) sera utilisé pour des accessoires (joints...). Le verre borosilicaté teinté est également utilisable.

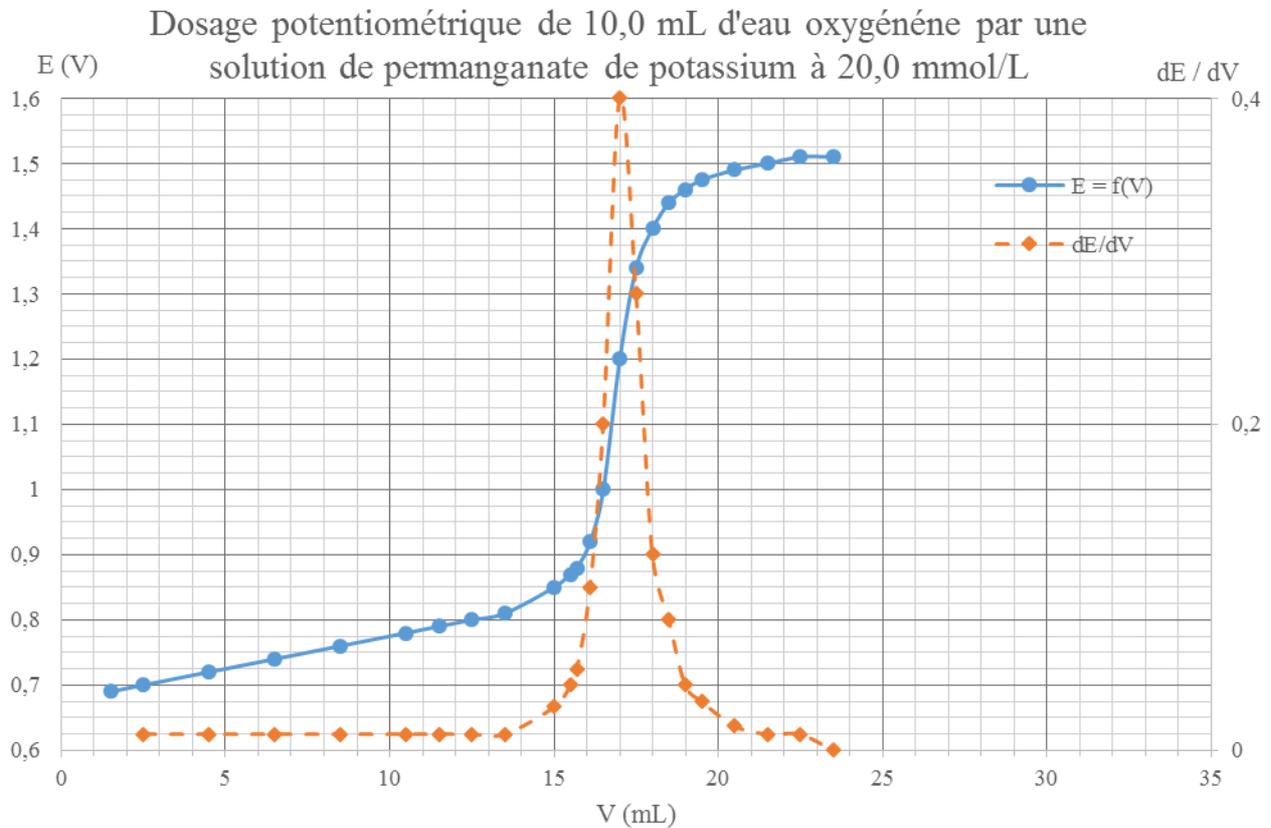
*Extrait de la Fiche INRS n°123 – Peroxyde d'hydrogène et solutions aqueuses*

- A-III.4.** Qu'est ce que la passivation ? Expliquer pourquoi les containers en aluminium doivent être « passivés ».
- A-III.5.** Justifier l'utilisation du verre borosilicaté « teinté » comme matériau proposé pour le stockage de l'eau oxygénée.

**A-IV. Dosage potentiométrique de l'eau oxygénée**

Un dosage de la solution d'eau oxygénée précédente est réalisé en milieu acide par d'une solution de permanganate de potassium à  $20,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ , le dosage étant suivi par potentiométrie.

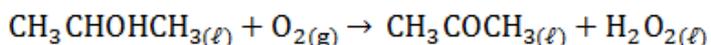
- A-IV.1.** Ecrire l'équation du dosage. Vérifier que la réaction est quantitative.
- A-IV.2.** Quelle est la couleur de la solution avant l'équivalence ; après l'équivalence ?
- A-IV.3.** Dans un bécher, on introduit  $10,0 \text{ mL}$  de solution d'eau oxygénée auquel on ajoute  $85 \text{ mL}$  d'eau et  $5 \text{ mL}$  d'acide sulfurique concentré (on veut  $\text{pH} = 0$ ). La courbe de dosage est donnée ci-dessous.



- A-IV.4.** Calculer la concentration de la solution d'eau oxygénée. Cette solution est obtenue en diluant 10 fois la solution de la question A-III.2), que peut-on dire de la solution mère ?
- A-IV.5.** Quelles sont les électrodes nécessaires pour suivre ce dosage ? Précisez le rôle de chacune d'entre elles.
- A-IV.6.** Décrire le fonctionnement d'une électrode au calomel saturé. Ecrire la demi-équation ox/red correspondant au couple  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s})/\text{Hg}(\text{s})$  et montrer que le potentiel de cette électrode est constant.

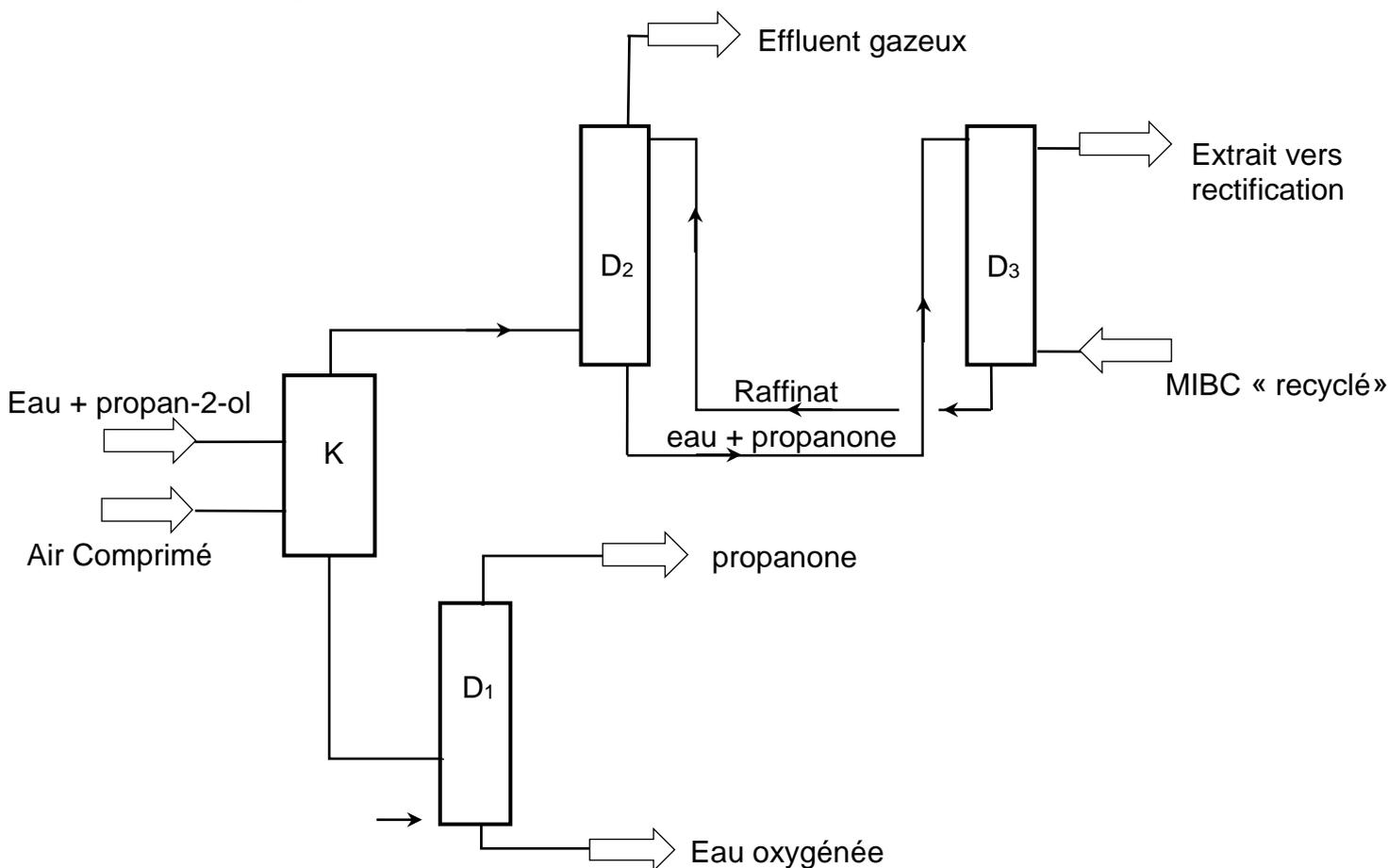
## PARTIE B : FABRICATION COMBINÉE DE LA PROPANONE ET DE L'EAU OXYGÉNÉE

On réalise en continu, à 100 °C sous 2 bar, la réaction gaz/liquide suivante :



Le dioxygène nécessaire à la réaction est apporté par de l'air comprimé, tandis que le propan-2-ol est introduit dans le réacteur sous forme d'une solution aqueuse. Le peroxyde d'hydrogène fabriqué sort à l'état liquide sous la forme d'une solution aqueuse commercialisée sous le nom d'eau oxygénée. La propanone produite est séparée de l'eau oxygénée par distillation pour être commercialisée comme solvant sous le nom usuel d'acétone.

L'effluent gazeux sortant du réacteur, contenant une quantité non négligeable de propanone, va subir un traitement dans une installation d'absorption et d'extraction liquide-liquide de manière à récupérer ce produit à forte valeur ajoutée.



Appareils	Fonction	Conditions opératoires
<b>K</b>	Réacteur gaz / liquide	P = 2 bar ; T = 373 K
<b>D1</b>	Colonne de distillation : séparation du mélange propanone / eau oxygénée	P <sub>atm</sub>
<b>D2</b>	Colonne d'absorption des vapeurs de propanone par l'eau apportée par la phase aqueuse sortant de la colonne <b>D3</b> (raffinat)	P = 1,1 bar ; T = 298 K
<b>D3</b>	Colonne d'extraction liquide-liquide : récupération de la propanone sortant de <b>D2</b> par un solvant recyclé, la méthylisobutylcétone (MIBC)	P <sub>atm</sub> ; T = 298 K

## B-I. Production d'eau oxygénée : bilans sur le réacteur

Le débit massique de production en propanone du réacteur **K** est égal à  $696 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ . Il sort en pied de la colonne de distillation **D1**, une solution d'eau oxygénée exempte de propanone et dont le titre massique en  $\text{H}_2\text{O}_2$  est égal à 6 %. Cette solution contient la totalité de l'eau apportée par la solution aqueuse de propan-2-ol qui alimente le réacteur ainsi que la totalité du  $\text{H}_2\text{O}_2$  formée.

On suppose que le taux de conversion du propan-2-ol est égal à 100 %.

- B-I.1.** Calculer le débit molaire de propanone produit.
- B-I.2.** Calculer le débit massique de l'eau oxygénée fabriquée.
- B-I.3.** Calculer le débit massique de propan-2-ol transformé.
- B-I.4.** En déduire le titre massique du mélange binaire liquide {eau + propan-2-ol} introduit dans le réacteur.

Le dioxygène nécessaire à la réaction est apporté par de l'air comprimé introduit avec un taux d'excès de 10 % molaire par rapport au propan-2-ol. Sachant que le taux d'excès est défini par :

$$\tau_{\text{excès}} = \frac{\text{débit molaire du réactif en excès} - \text{débit molaire du réactif limitant}}{\text{débit molaire du réactif limitant}}$$

- B-I.5.** Calculer le débit molaire de dioxygène introduit dans le réacteur.
- B-I.6.** En déduire le débit volumique d'air comprimé injecté dans le réacteur en supposant qu'il se comporte comme un gaz parfait. Ce débit sera calculé dans les conditions opératoires. On rappelle la composition de l'air : 21 %  $\text{O}_2$  et 79 % de  $\text{N}_2$  (% molaire)

## B-II. Récupération de la propanone par extraction liquide-liquide

Dans la colonne d'extraction **D3** circulent à contre-courant une *solution à traiter* mélange binaire {eau + propanone} de titre massique égal à 14,5 % en propanone avec un débit de  $382 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$  et un *solvant recyclé* mélange binaire {MIBC + propanone} de titre massique égal à 0,5 % en propanone et de débit égal à  $221 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Le *raffinat* obtenu en pied de colonne est un mélange binaire {eau + propanone} de titre massique égal à 0,5 % en propanone.

L'*extrait* récupéré en tête de colonne est un mélange binaire {MIBC + propanone} qui sera ensuite traité dans une unité de rectification en continu pour séparer la propanone de la MIBC.

On suppose dans cette partie que la MIBC et l'eau sont non miscibles.

- B-II.1.** Rappeler le principe de fonctionnement d'une colonne d'extraction à contre-courant.
- B-II.2.** En extraction, le solvant joue un rôle déterminant. A quels critères doit répondre le solvant afin de justifier ce choix au niveau industriel ?
- B-II.3.** Calculer les débits de solvant pur (MIBC) et de diluant (eau) circulants dans la colonne.
- B-II.4.** Déterminer le titre massique en propanone de l'extrait et le débit massique de ce courant.
- B-II.5.** Quel est le rendement de cette extraction défini par la relation :

$$\eta = \frac{\text{débit de propanone dans l'extrait}}{\text{débit de propanone total entré}}$$

- B-II.6.** Un débitmètre placé sur le courant du liquide qui arrose la colonne d'absorption **D2** indique  $330 \text{ L/h}$  ; ce débit vous paraît-il plausible ?

## DONNEES

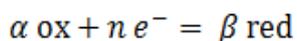
Numéro atomique ( $Z$ ) et masse atomique molaire ( $M$ ) de différents éléments :

Elément	H	C	N	O
$Z$	1	6	7	8
$M$ (g.mol <sup>-1</sup> )	1,0	12,0	14,0	16,0

Potentiels standards de quelques couples oxydoréducteurs à 25 °C par rapport à l'électrode standard à hydrogène :

Couples	MnO <sup>4-</sup> / Mn <sup>2+</sup>	O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2(s)</sub> /Hg <sub>(s)</sub>
$E^0$ en V	1,51	0,69	1,77	0,28

On rappelle l'équation de Nernst associée à la demi équation redox :



$$E_{\text{ox/red}} = E_{\text{ox/red}}^0 + \frac{R \times T}{n \times F} \times \ln \left( \frac{a(\text{ox})^\alpha}{a(\text{red})^\beta} \right)$$

Constante des gaz parfait :  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Constante de Faraday  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

$T$  : température en Kelvin

Avec  $\alpha$  et  $\beta$  coefficients stœchiométriques

$n$  : nombre d'électrons échangés

$a$  : activité de l'espèce chimique (pression partielle pour un gaz, concentration pour un soluté, 1 pour un solvant, un liquide ou un solide)

Conditions normales de température et de pression (CNTP) :

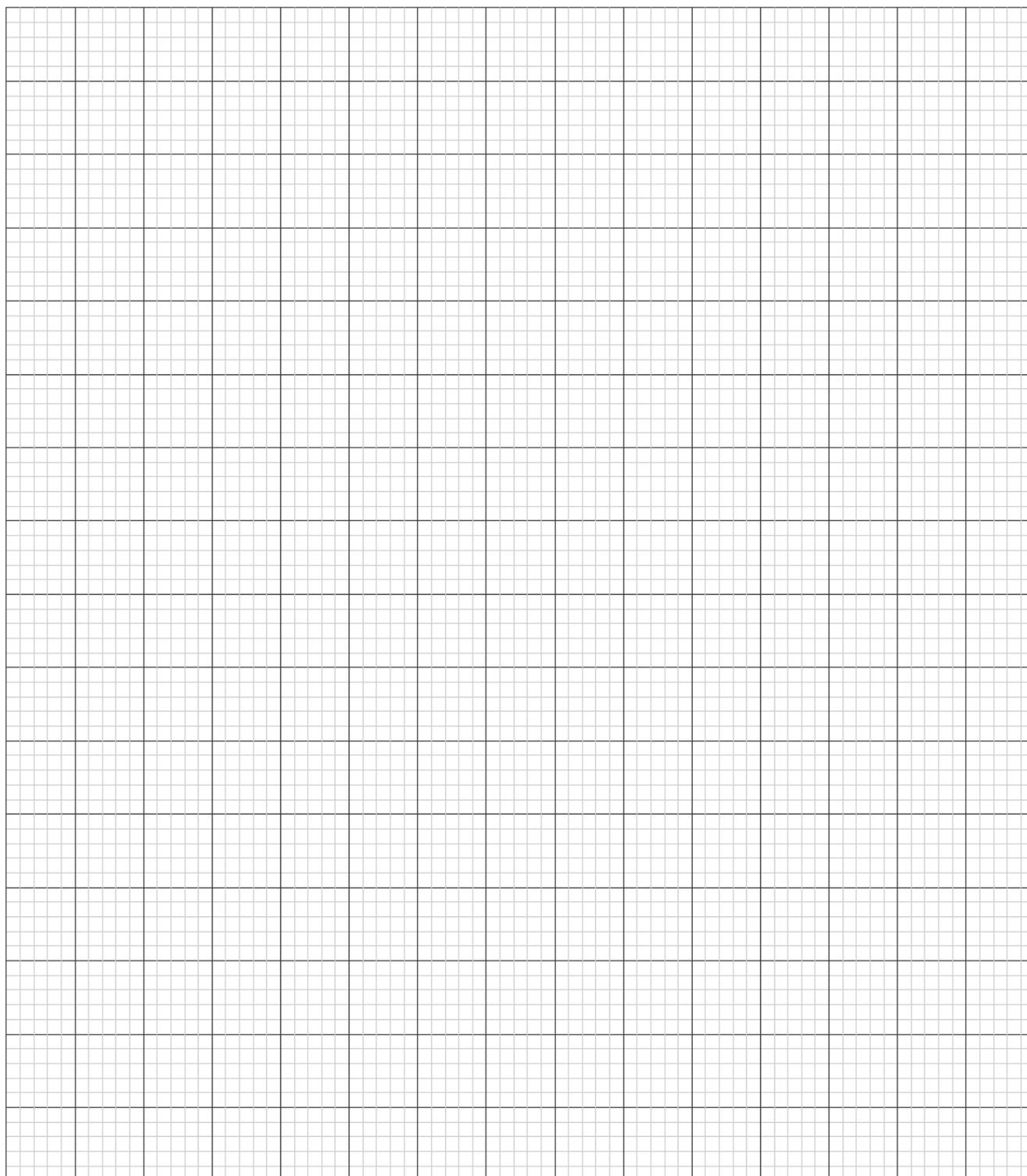
$T = 273 \text{ K}$ ,  $P = 1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$

**Données concernant les produits organiques** (température d'ébullition sous 1 bar et densité donnée par rapport à l'eau à 298 K)

	Masse molaire (g/mol)	Densité	T ébullition (°C)	Solubilité	Sécurité
Propan-2-ol	60	0,810	119,3	Ethanol, ether, chloroforme	Très inflammable
Propanone (acétone)	58	0,79	56	Eau, alcool, ether, chloroforme, benzène, huiles	Très inflammable volatil
Peroxyde d'hydrogène	34	1,44	150	Eau, éther	décomposition dans de nombreux solvants organiques
4-méthylpentan-2-one (méthylisobutylcétone)	100	0,802	116	Solvant industriel, très peu soluble dans l'eau	Très inflammable

Numéro de candidat :	
----------------------	--

**ANNEXE 1 – à rendre avec la copie  
(Diagramme potentiel –pH de l'eau oxygénée)**



## OPTION C : Génies mécanique, électrique et thermique

### I - Mécanique

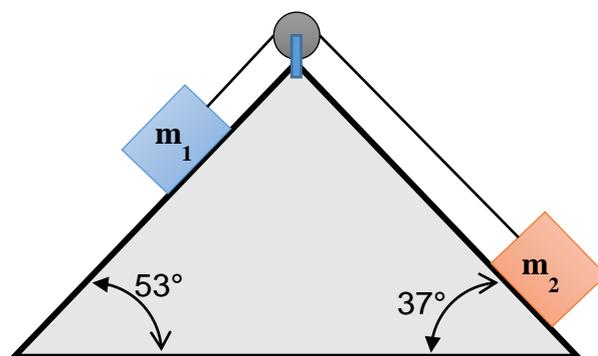
#### Exercice 1 :

Un fusée, assimilée à un point matériel, de masse  $m=1250$  kg, est soumise à une force de propulsion de 30 kN et à une résistance de l'air atmosphérique égale à 9,5 kN. Sa vitesse est de  $2,8$  km.s<sup>-1</sup> et le champ de gravitation  $g$ , à l'altitude considérée, est de  $6$  m.s<sup>-2</sup>. L'angle que fait la vitesse avec ce champ est de  $\alpha=30^\circ$ . Calculer le rayon de courbure de la trajectoire et le module de l'accélération tangentielle.

#### Exercice 2 :

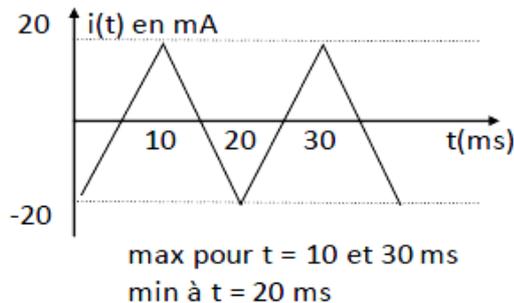
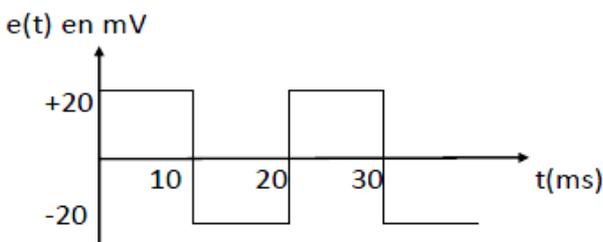
Deux blocs de masse  $m_1 = 5$  kg et  $m_2 = 4$  kg sont reliés par une corde inextensible qui passe par une poulie légère et sans frottement. Sachant que les blocs partent du repos :

- Décrire le mouvement des deux blocs.
- Trouver l'accélération des masses ?
- Trouver le module de la tension dans la corde ?
- Trouver le module de la vitesse du bloc 2 après un déplacement de 40 cm



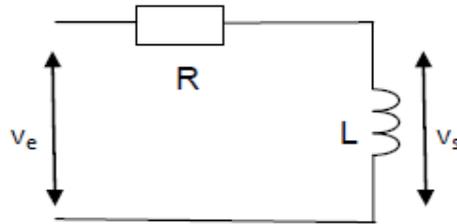
### II - Electrique

1. Sur les compteurs électriques nouvelle génération, on peut afficher la consommation électrique d'un logement suivant 2 indications, l'une exprimée en W, l'autre en VA. On s'aperçoit que la consommation lue en W est toujours inférieure à celle exprimée en VA. Pourquoi ? Indiquer dans quel cas ces 2 valeurs seraient trouvées égales.
2. Une tension en créneau  $e(t)$  est appliquée à une bobine d'inductance  $L$ . Le courant  $i(t)$  traversant  $L$  ainsi que  $e(t)$  sont représentés ci-dessous.



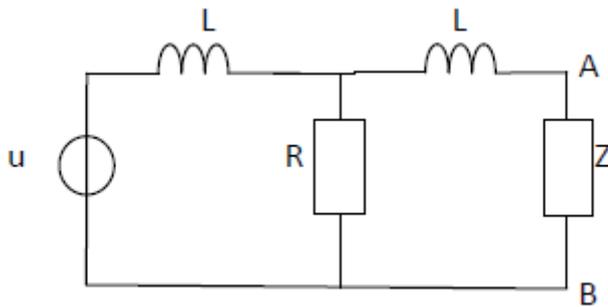
Calculer la valeur de l'inductance  $L$

3. La figure ci-dessous représente un filtre dont on veut déterminer la nature.



- a) calculer le rapport  $|T|$  entre tension efficace de sortie  $V_s$  et tension efficace d'entrée  $V_e$
- b) calculer la fréquence de coupure  $f_0$  de ce filtre (fréquence pour laquelle  $|T| = \left| \frac{T_{max}}{\sqrt{2}} \right|$ )
- c) indiquer la nature de ce filtre (passe-bas, passe haut ou passe-bande). Comment peut-on répondre à cette question sans faire les calculs précédents ?
- d) calculer le déphasage entre tension de sortie et tension d'entrée pour  $f = f_0$

4. Soit le montage ci-dessous où  $u$  représente la f.e.m. d'un générateur de tension sinusoïdale parfait de résistance interne nulle, d'amplitude  $E$  et de fréquence  $f$ .



$$\begin{aligned}
 E &= 5 \text{ V} \\
 L &= 1 \text{ mH} \\
 R &= 10 \text{ } \Omega \\
 f &= 10^4 / 2\pi \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

En utilisant la transformation de Thévenin, calculer la valeur numérique de l'amplitude et du déphasage (par rapport à  $u$ ) du courant  $i$  traversant  $Z$  entre A et B si l'impédance  $Z$  s'écrit :  $Z = -15j$ .