



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

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Montpellier  
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.**

# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

## PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS

SESSION 2015

### ÉPREUVE E2 : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ

*Calculatrice autorisée, conformément à la circulaire n° 99-186 du  
16 Novembre 1999.  
Aucun document autorisé.*

*Le dossier se compose de 17 pages, numérotées de 1/17 à 17/17.  
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.*

**Ce dossier sera rendu dans sa totalité, agrafé dans une copie anonymée.**

<b>DOSSIER TRAVAIL</b>		
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS Session : <b>2015</b>	E2 Épreuve technologique : étude d'un procédé	
	Coef : <b>4</b>	Durée : <b>4 heures</b>
Repère : 1506-PCE T DT		<b>Page 1 sur 17</b>

## BARÈME

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. COMPRÉHENSION DU PROCÉDÉ.                    | 37,5 points |
| 2. PRÉPARATION DE LA PRODUCTION.                | 21,5 points |
| 3. CONDUITE ET CONTRÔLE EN COURS DE PRODUCTION. | 15 points   |
| 4. CONFORMITÉ DE LA RÉSINE FABRIQUÉE.           | 6 points    |

**Il est conseillé aux candidats de lire la totalité du dossier ressources avant de commencer la rédaction du dossier travail.**

<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS</b>	<b>E2 Épreuve technologique : étude d'un procédé</b>	
Repère : 1506-PCE T DT	Session : <b>2015</b>	Page <b>2</b> sur 17

# FABRICATION DE PANNEAUX STRATIFIÉS

## 1. COMPRÉHENSION DU PROCÉDÉ.

**37,5 points**

### 1.1. Identification des produits.

1.1.1. L'entreprise est classée SEVESO II seuil haut. Pourquoi ?  
(À l'aide du dossier ressources page 17)

**/ 1 point**

--

1.1.2. Quels sont les deux types de résines fabriquées ?

**/ 0,5 point**

--

1.1.3. Pourquoi utilise-t-on des résines thermodurcissables ?

**/ 1 point**

--

1.1.4. Par quel type de résine est imprégné le papier décor visible sur le panneau stratifié ?

**/ 0,5 point**

--

1.1.5. Quel est le rôle de la potasse KOH ?

**/ 1 point**

--

1.1.6. Pourquoi l'introduction du formol est-elle effectuée en deux temps ?

**/ 1 point**

--

1.1.7. Quel est le rôle de l'acide lactique ?

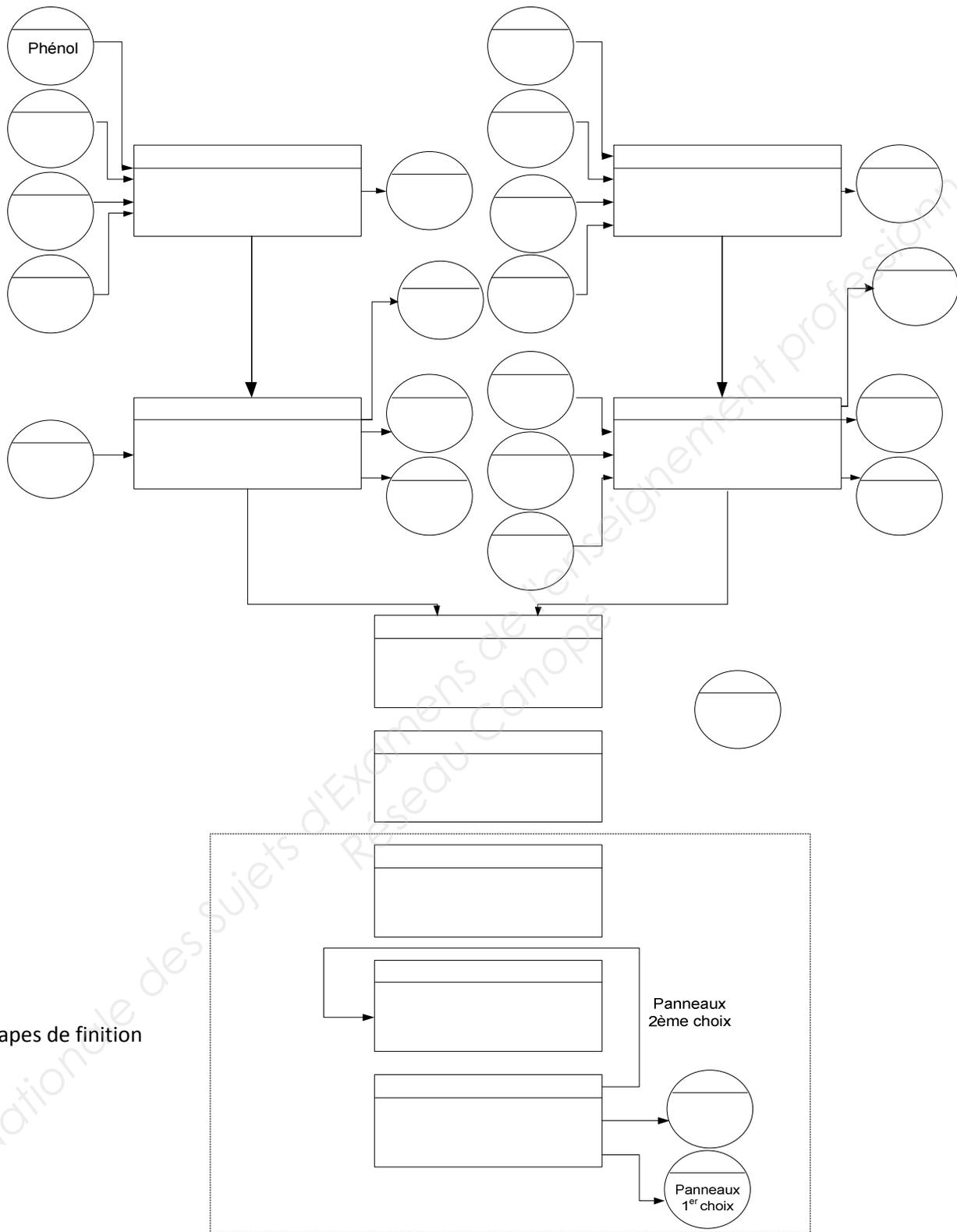
**/ 1 point**

--

### 1.2. Schématisation du procédé

À partir de la description du procédé pages 3 à 5 du dossier ressources, réaliser le schéma de principe page 4/17 du dossier travail en indiquant les matières entrantes et sortantes, les opérations unitaires et leurs conditions opératoires ainsi que les liens entre les différentes opérations.

<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL :</b> <b>PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET</b> <b>DES PAPIERS-CARTONS</b>	<b>E2 Épreuve technologique : étude d'un procédé</b>
Repère : 1506-PCE T DT	Session : <b>2015</b> <span style="float: right;">Page <b>3</b> sur 17</span>



Etapas de finition

Panneaux  
2ème choix

Panneaux  
1er choix

/ 11 points

<p>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : <b>PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS</b></p>	<p><b>E2</b> Épreuve technologique : étude d'un procédé</p>	
<p>Repère : 1506-PCE T DT</p>	<p>Session : <b>2015</b></p>	<p>Page <b>4</b> sur 17</p>

### 1.3. Identification et rôle des opérations unitaires ainsi que des flux de matières, d'énergie et d'informations dans le procédé

À l'aide du dossier ressources pages 7 à 10 :

1.3.1. Identifier l'appareillage choisi pour faire le vide dans le réacteur :

**/ 0,5 point**

1.3.2. Identifier le type de vide utilisé :

- Convertir la pression de - 620 mmHg en Pa.
- Transformer cette pression en pression absolue.
- À quel type de vide cela correspond-il ?

**/ 2,5 points**

- Justifier le choix de la technologie utilisée pour faire le vide :

**/ 0,5 point**

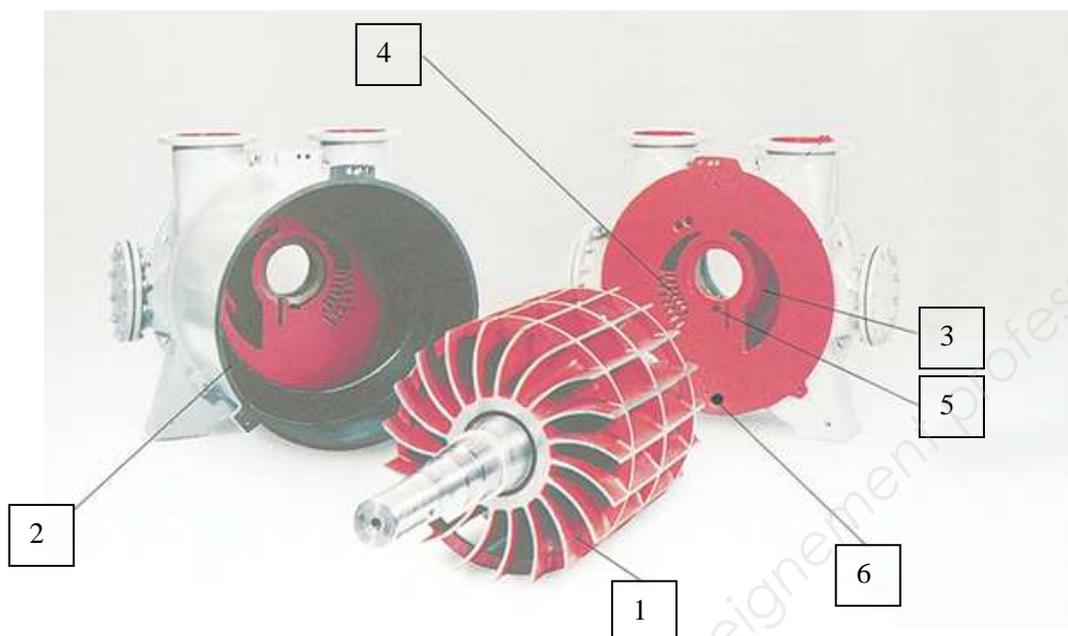
- Pourquoi y-a-t-il trois appareillages identiques pour faire le vide dans le réacteur ?

**/ 1 point**

<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS</b>	<b>E2 Épreuve technologique : étude d'un procédé</b>	
Repère : 1506-PCE T DT	Session : <b>2015</b>	Page <b>5</b> sur 17

1.3.3. Renseigner la colonne « repères » du tableau ci-dessous, correspondant à la pompe à anneau liquide :

/ 3 points



Repères	Désignation
	Corps de pompe
	Rotor
	Orifice de vidange
	Orifice de refoulement
	Orifice d'alimentation de l'anneau liquide
	Orifice d'aspiration

1.3.4. Citer un danger lié au vide :

/ 1 point

### 1.3.5. Bilan énergétique : Étude du transfert de chaleur sur le condenseur horizontal.

La réaction de fabrication de la résine formol-phénol, exothermique, dégage de l'énergie absorbée par un serpentin. Deux condenseurs, l'un vertical, l'autre horizontal permettent d'évacuer l'énergie de la vapeur d'eau produite au cours de la réaction (voir le schéma de procédé dans le dossier ressources page 9).

Lors de la réaction de la fabrication de la résine phénolique, une exothermie non maîtrisée s'est produite. Suite à cet accident, une étude énergétique a été réalisée. Elle a permis d'estimer la puissance thermique maximale de la réaction ainsi que les capacités d'échanges maximales de chaque échangeur. Les résultats de cette étude sont consignés dans le tableau récapitulatif ci-dessous.

#### *Étude de l'échange thermique au cours de la réaction de la fabrication de la résine formol-phénol*

En suivant la démarche de calcul proposée, on vérifie que les systèmes de refroidissements installés ont une capacité d'échange suffisante.

#### ▪ Calcul du flux de chaleur maximum échangé dans le condenseur horizontal :

À l'aide de la fiche technique du condenseur et du formulaire du dossier ressources pages 14 et 15, **calculer** le flux de chaleur récupéré par l'eau de refroidissement dans le condenseur horizontal.

Le rendement thermique étant supposé de 100 %, ce flux de chaleur sera considéré égal à la capacité thermique du condenseur horizontal.

**/ 1,5 point**

--

Tableau récapitulatif des puissances thermiques :

Puissance thermique maximale de la réaction	1327 kJ/s
Puissance thermique Serpentin	175 kJ/s
Puissance thermique du condenseur vertical	141 kJ/s
Puissance thermique du condenseur horizontal	
Marge de sécurité	

**En suivant la démarche de** calcul proposée, vérifier que les systèmes de refroidissements installés ont une capacité d'échange suffisante.

<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS</b>	<b>E2</b> Épreuve technologique : étude d'un procédé	
Repère : 1506-PCE T DT	Session : <b>2015</b>	Page <b>7</b> sur <b>17</b>

- **Vérification de la capacité d'échange des systèmes installés et calcul de la marge de sécurité.**

Calculer la somme des capacités d'échanges des systèmes de refroidissements :

**/ 1,5 point**

Comparer cette somme à la puissance maximale dégagée par la réaction :

**/ 1 point**

Calculer la marge de sécurité (différence entre la puissance maximale dégagée par la réaction et la capacité totale d'échange des systèmes installés) :

**/ 1,5 point**

Compléter le tableau récapitulatif des puissances thermiques page 7.

**/ 0,5 point**

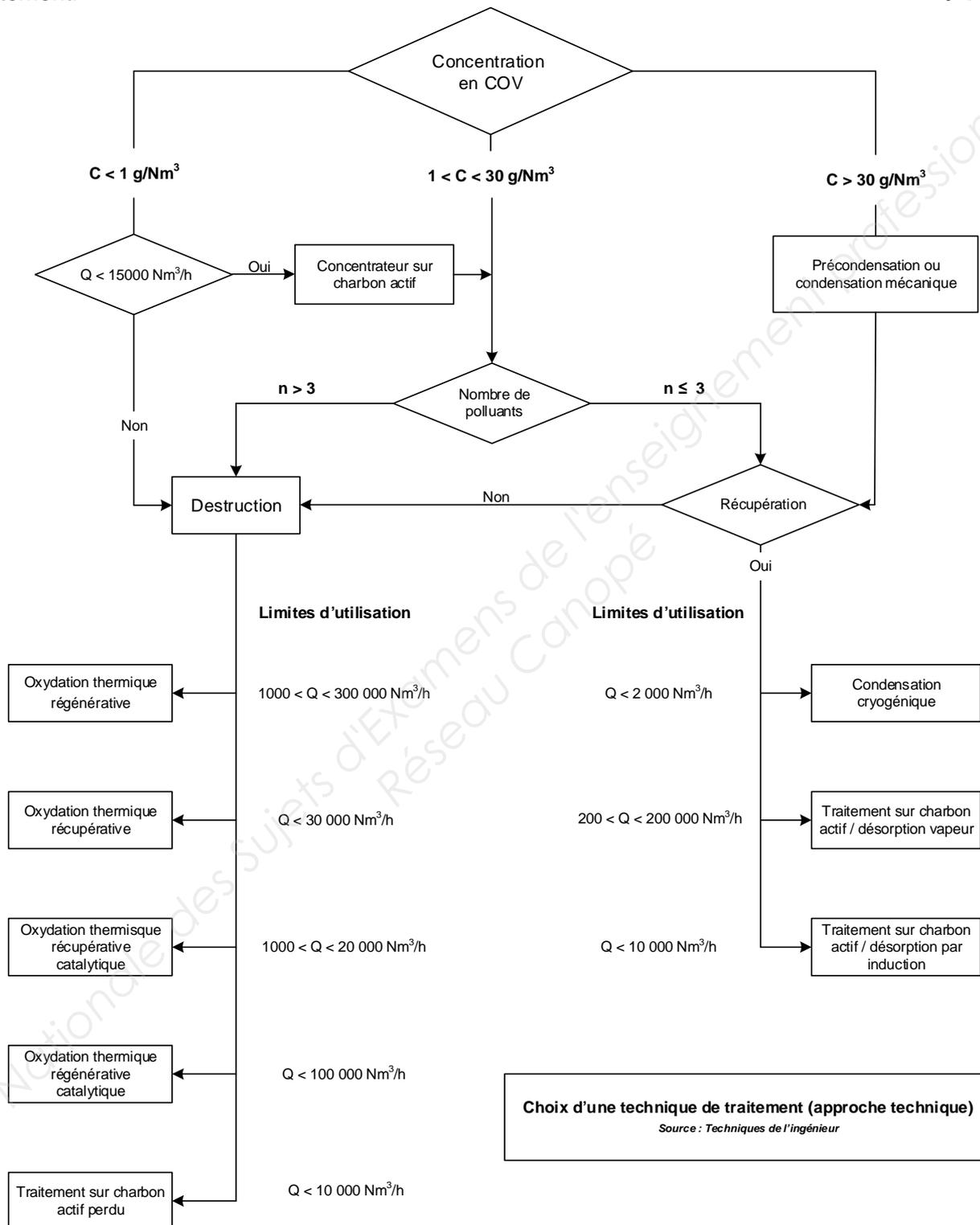
Les systèmes de refroidissements installés ont-ils une capacité d'échange suffisante ?  
Justifier la réponse :

**/ 2 points**

<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS</b>	<b>E2</b> Épreuve technologique : étude d'un procédé	
Repère : 1506-PCE T DT	Session : <b>2015</b>	Page <b>8</b> sur 17

1.3.6. L'entreprise est certifiée ISO 14001 : 2004. Dans ce cadre, les C.O.V. issus des imprégnateurs sont traités.

À l'aide du descriptif du traitement des C.O.V. (dossier ressources page 19), retrouver le type de traitement choisi par l'entreprise, **en traçant** sur le schéma ci-dessous, le cheminement approprié du traitement. / 4 points



## 2. PRÉPARATION DE LA PRODUCTION

21,5 points

### 2.1. Vérification des équipements

/ 4 points

À l'aide du dossier ressources pages 6 et 9 :

- Compléter la liste des vérifications à effectuer avant de démarrer une production de résine phénolique.
- Préciser dans le tableau ci-dessous les repères des vannes ou des capteurs permettant d'effectuer ces vérifications.

Vérifications	Repères des vannes ou capteurs
Refroidissement du circuit des pompes à vide en état de fonctionnement	Non repéré sur le schéma
Fosse de rétention vide	Non repéré sur le schéma

### 2.2. Préparation des matières premières

#### 2.2.1. Contrôle du formol

Un camion-citerne de l'entreprise ISP arrive au poste de dépotage du formol.

L'opérateur récupère un échantillon de formol prélevé par le chauffeur afin d'analyser son taux d'acidité et son titre en formol.

À l'aide des fiches contrôles pages 11 et 12 du dossier ressources, on vérifie la conformité avant d'autoriser le dépotage.

#### ▪ Contrôle de l'acidité :

Le volume à l'équivalence du dosage est de 1,6 mL de solution soude coulée.

Calcul du taux d'acidité :

/ 1 point

--

Conclusion sur la conformité du taux d'acidité :

/ 1 point

--

➤ Consigner les résultats sur la feuille d'analyse ci-dessous.

/ 0,5 point

▪ **Contrôle du titre en formol**

Le volume à l'équivalence du dosage est de 22,4 mL de solution d'acide chlorhydrique coulée.  
La masse de la seringue pleine est de 5,2 g.  
La masse de la seringue vide est de 3,85 g.

Calcul du taux de formol :

/ 1 point

--

Conclusion sur la conformité du taux de formol :

/ 1 point

--

➤ Consigner les résultats sur la feuille d'analyse ci-dessous.

/ 1,5 point

▪ **Le formol peut-il être dépoté ?**    oui            non

Pourquoi ?

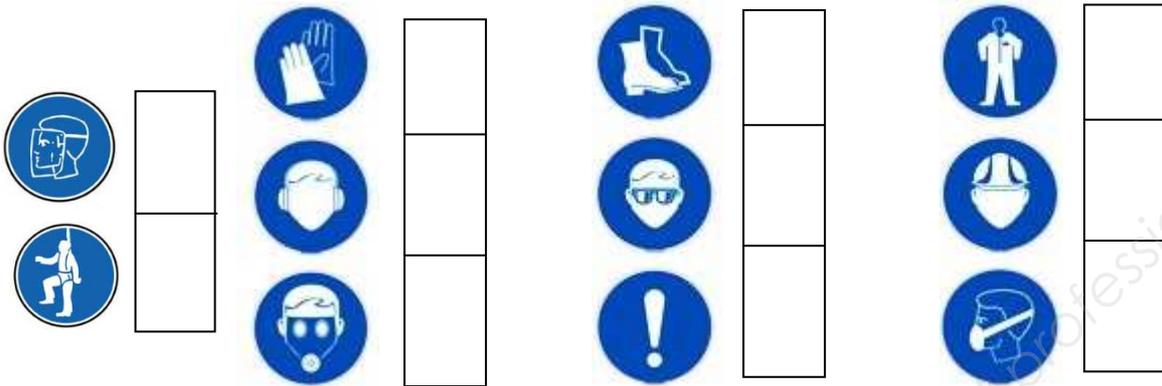
--

<b>FEUILLE D'ANALYSE</b> <b>Contrôle du formol</b>	
Fournisseur : <b>ISP</b>	
<p>➤ Mesure du taux d'acidité :</p> <p><math>V_{\text{NaOH}}</math> (mL) = .....</p> <p>% A = .....</p> <p><b>Conformité :</b>    %A ≤ 3 %</p> <p>Taux d'acide conforme    oui    non</p>	<p>➤ Mesure du titre en formol :</p> <p>m1 (g) = .....</p> <p>m2 (g) = .....</p> <p><math>V_{\text{NaOH}}</math> (mL) = .....</p> <p>% C = .....</p> <p><b>Conformité :</b>    49,5 % &lt; %C &lt; 50,5 %</p> <p>Taux de formol conforme    oui    non</p>

Lors du dépotage du formol il est impératif d'avoir des Équipements de Protections Individuels (E.P.I.).

En vous aidant de la fiche produit (dossier ressources page 20), cocher la ou les signalisation(s) obligatoire(s) relative(s) aux E.P.I. nécessaires à sa manipulation.

/ 3 points



2.2.2. Préparation d'une solution de formol à 42 % massique.

L'opérateur doit préparer une solution de formol à 42 % massique. Pour cela, il introduit 25 000 L soit 27 700 kg d'une solution de formol à 38,5 % massique. Ensuite, il ajoute une solution de formol à 50 % massique.

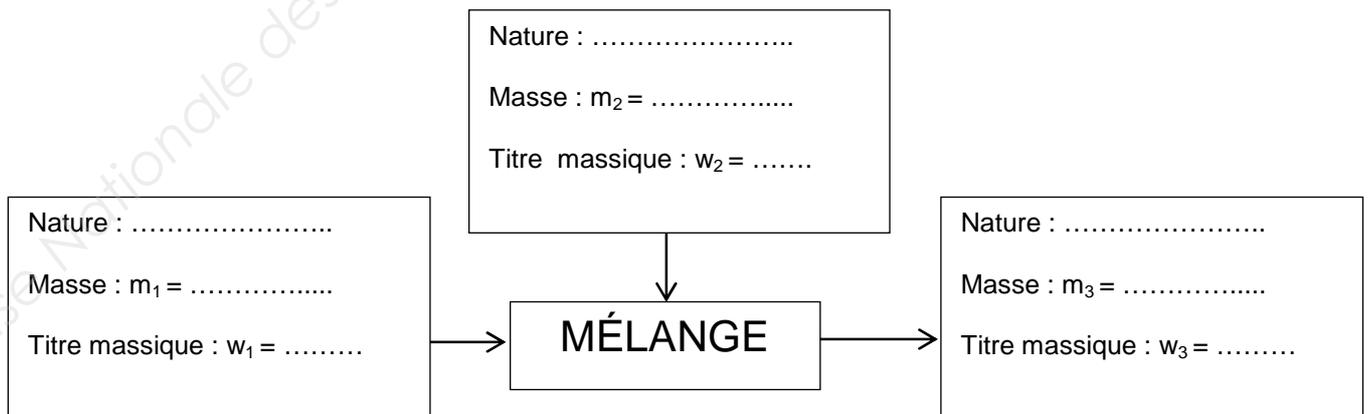
En suivant la démarche de calcul proposée, déterminer les masses de solutions de formol à 38,5 % et à 50 % à mélanger.

**Données :**

Titre massique de la solution de formol (%)	Masse volumique à la température disponible ( $\rho$ en $\text{kg}/\text{m}^3$ )
38,5	1 108
42	1 125
50	1 136

- Compléter le schéma de principe de l'opération :

/ 1,5 points



Etablir les équations correspondant au bilan global et au bilan partiel sur le formol. Calculer la masse puis le volume de formol à 50 % massique à ajouter :

/ 5 points

- Calculer la masse puis le volume de formol à 42 % massique préparée :

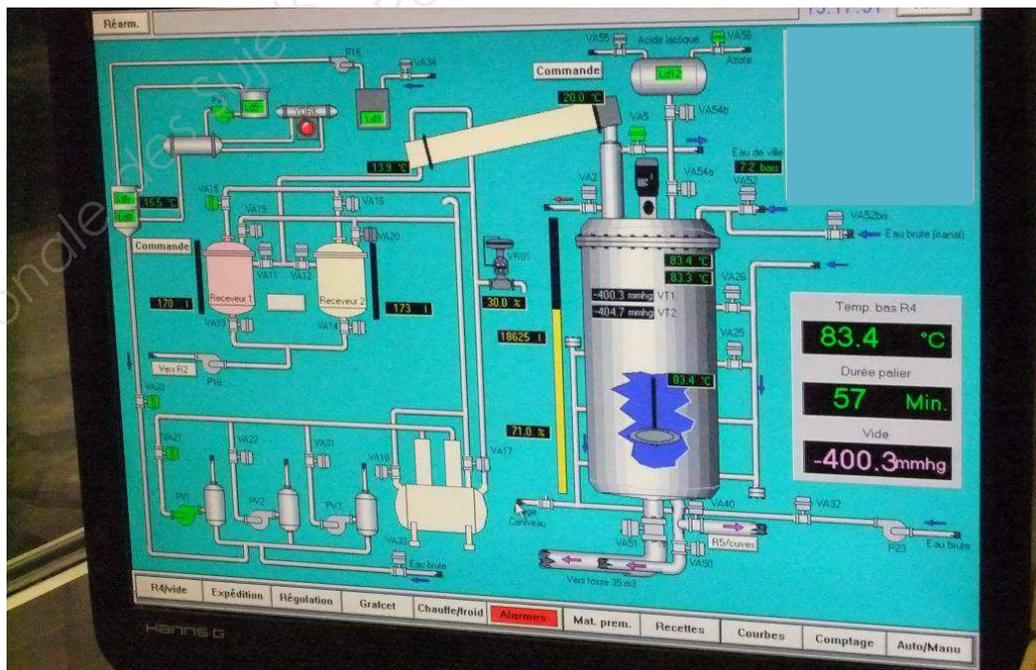
/ 2 points

**3. CONDUITE ET CONTRÔLE EN COURS DE PRODUCTION.**

**15 points**

3.1. À l'aide du dossier ressources pages 7 et 8, préciser à quel palier de la fabrication correspond le synoptique suivant. Justifier la réponse :

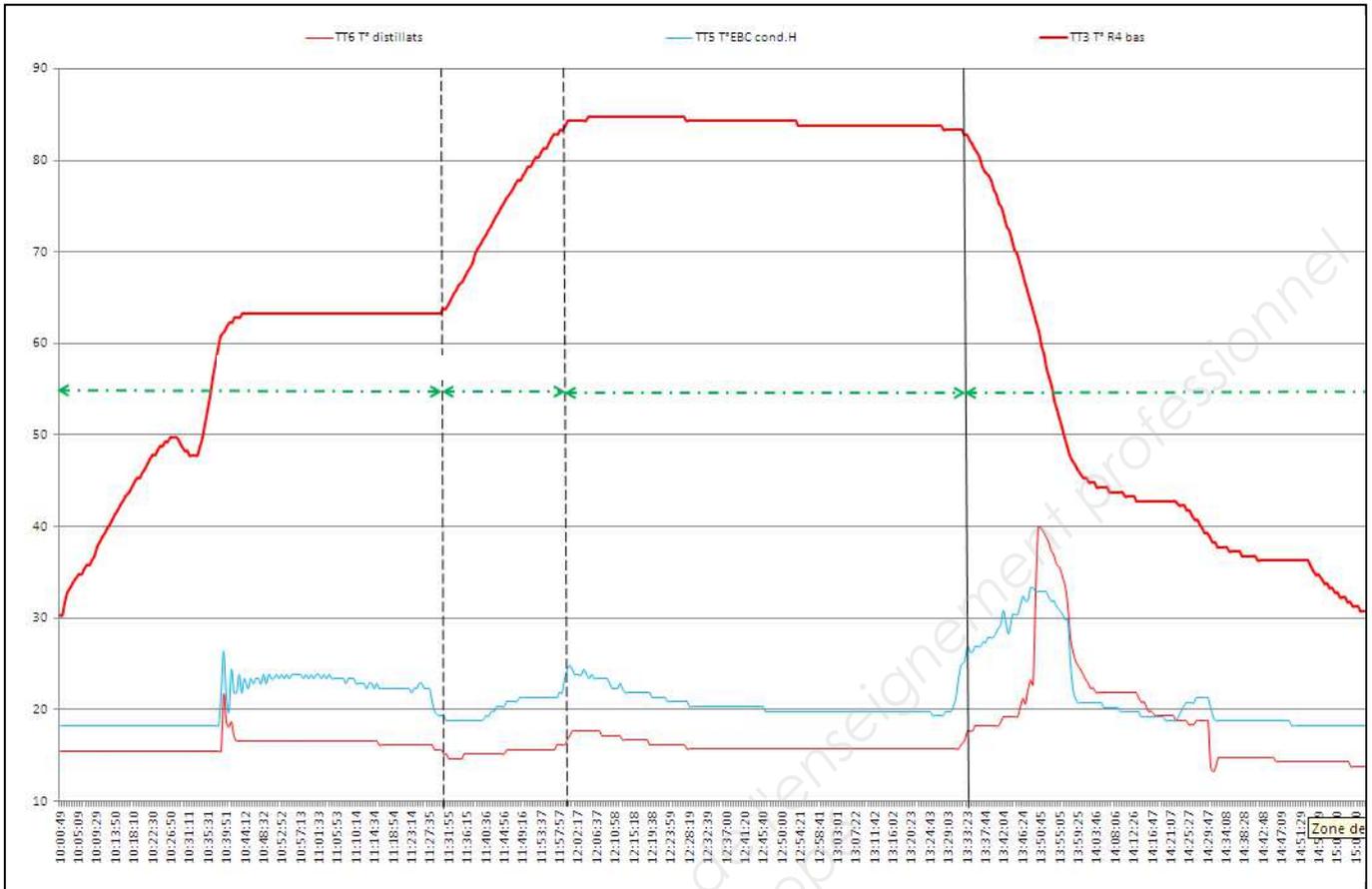
/ 1 point



<p>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL :  <b>PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET          DES PAPIERS-CARTONS</b></p>	<p>E2 Épreuve technologique : étude d'un procédé</p>	
<p>Repère : 1506-PCE T DT</p>	<p>Session : 2015</p>	<p>Page 13 sur 17</p>

Repérer ce palier sur le relevé de température suivant :

/ 1 point



### 3.2. Régulation du vide dans le réacteur.

3.2.1. Pourquoi la régulation de vide est-elle indispensable ?

/ 6 points

À l'aide de la description de la réaction, dossier ressources pages 7 et 8, préciser comment évoluent la température et la pression dans le réacteur au cours des différents paliers.

On prendra comme état initial le palier 1.

Palier	Valeur moyenne de la température dans le réacteur	Valeur moyenne de la pression dans le réacteur
1	60°C	- 620 mmHg

↑ augmente

→ reste constant

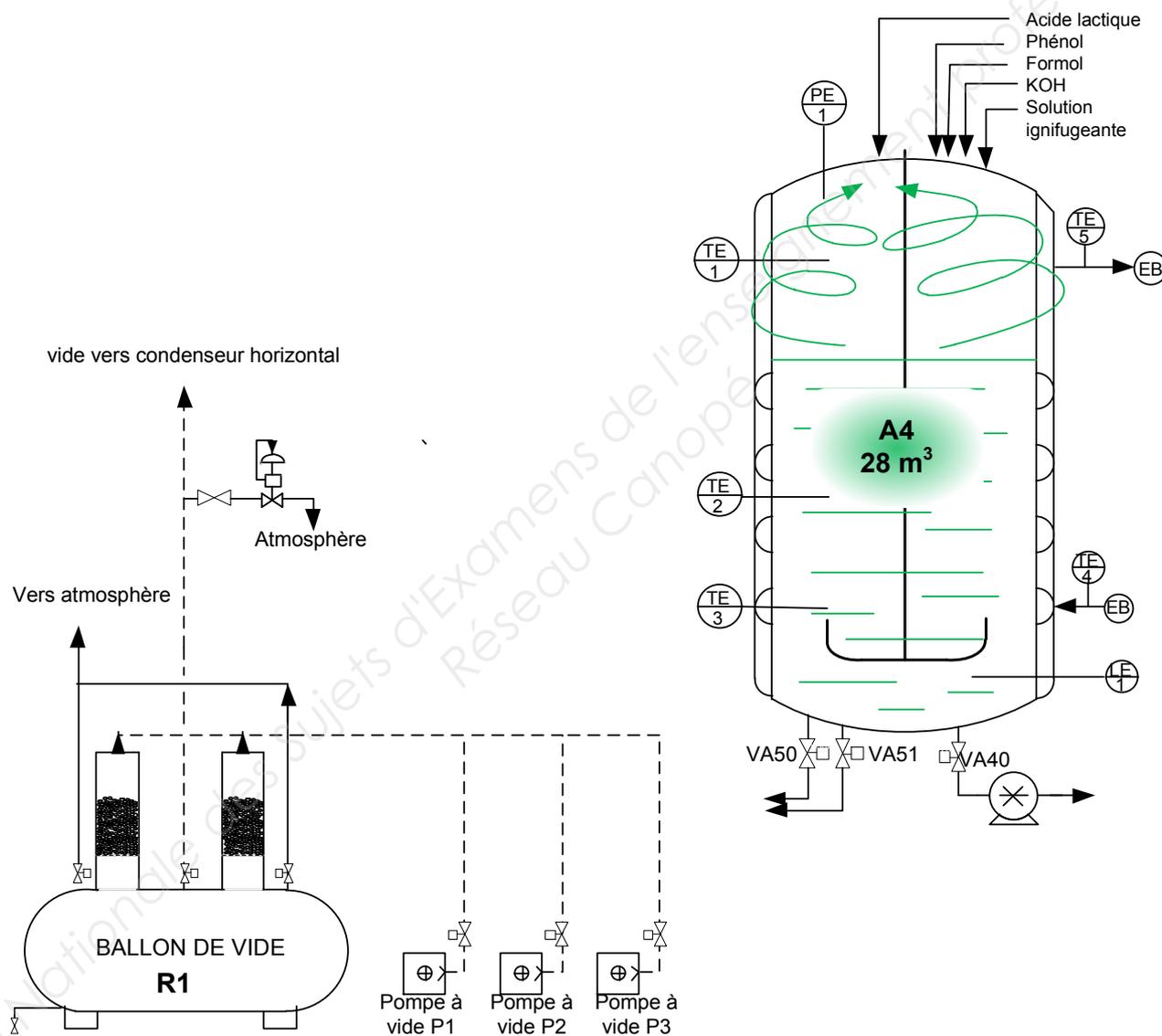
↓ diminue

Palier	Évolution de la température	Évolution de la pression dans le réacteur
2		
3		
4		

3.2.2. Schématiser la boucle de régulation du vide :

/ 4 points

À l'aide de la fiche « symboles d'instrumentation » du dossier ressources page 16, proposer une boucle de régulation permettant de réguler le vide dans le réacteur par action sur la vanne d'échappement à l'atmosphère.



<p>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL :  <b>PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET          DES PAPIERS-CARTONS</b></p>	<p>E2 Épreuve technologique : étude d'un procédé</p>	
<p>Repère : 1506-PCE T DT</p>	<p>Session : 2015</p>	<p>Page 15 sur 17</p>

## Étude de cas d'un accident au réacteur A4.

Il y a quelques années, lors de la réaction de la fabrication de la résine phénolique, il y a eu une exothermie non maîtrisée et la réaction s'est emballée. Le disque de rupture a éclaté et des émanations sont parties dans l'atmosphère.

Le nuage toxique (formol + phénol) s'est dispersé sur un rayon d'environ 400 m autour du réacteur A4. La probabilité d'un tel accident était de 1/100 000 soit un risque tous les 300 ans. Il n'y a eu aucun blessé mais une perte d'exploitation de 2 mois. L'entreprise se trouve à environ 300 m d'un premier village.



En vous aidant de la page 17 du dossier ressources indiquer quel(s) plan(s) d'intervention sont déclenchés, par qui et pourquoi ?

**/ 3 points**

--

## **4. CONFORMITÉ DE LA RÉSINE FABRIQUÉE.**

**6 points**

Afin de déterminer si la résine sera correctement absorbée par les overlays, un test dit de «prise de résine» est effectué sur des échantillons des différents papiers décor qui vont être imprégnés par la résine.

À l'aide du dossier ressources page 13, compléter la fiche de résultats du test ci-dessous en calculant les % correspondant aux différents overlays testés et en précisant la conformité ou non-conformité.

**/ 4 points**

**Conformité** : la résine est conforme si le % massique de rétention de la résine est compris entre 50 % et 60 %.

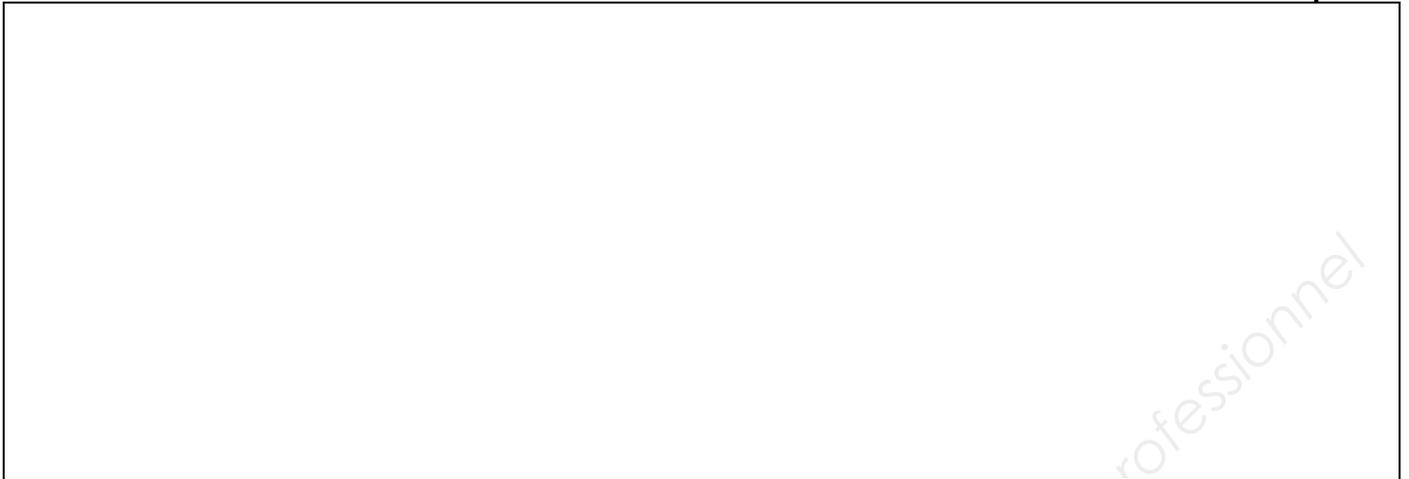
### Résultats des tests

N° de l'overlay	m1 (g)	m2 (g)	% massique de résine retenue	Conformité Oui – Non
1	0,13	0,30		
2	0,14	0,33		
3	0,14	0,29		
4	0,12	0,30		

<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS</b>	<b>E2 Épreuve technologique : étude d'un procédé</b>	
Repère : 1506-PCE T DT	Session : <b>2015</b>	Page <b>16</b> sur 17

Détail de calcul sur l'overlay 1 :

**/ 1 point**



Conclure sur la qualité de la résine fabriquée :

**/ 1 point**



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

<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL : PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS</b>	<b>E2</b> Épreuve technologique : étude d'un procédé	
Repère : 1506-PCE T DT	Session : <b>2015</b>	Page <b>17</b> sur 17