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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro PCEPC, veuillez visiter :
bacpropcepc.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

INDUSTRIES DE PROCÉDÉS

SESSION **2014**

ÉPREUVE **E2** : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE

Sous épreuve **B2** : **ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL**

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

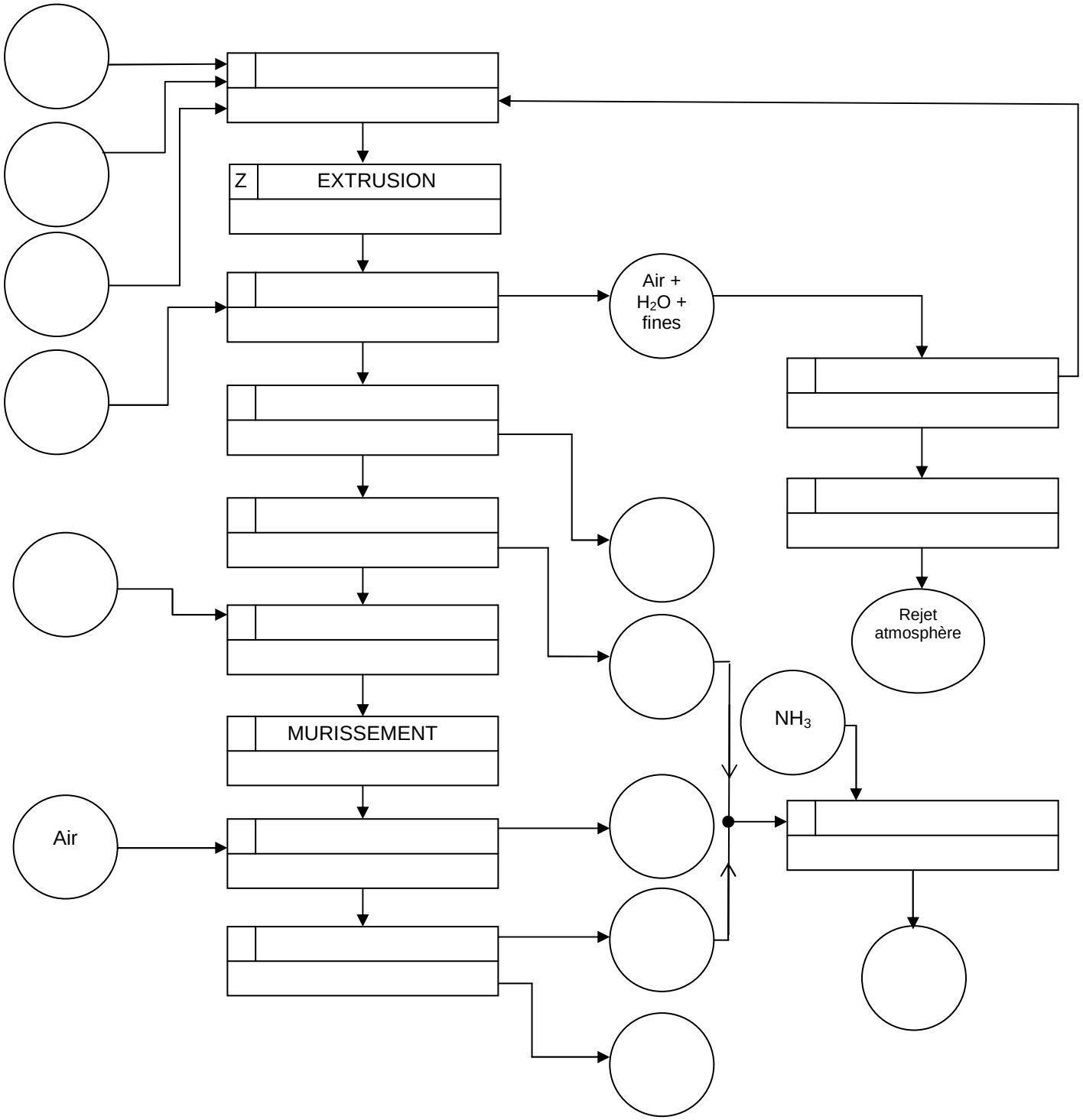
*Le dossier se compose de **11** pages, numérotées de **1/11** à **11/11**.*
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

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

DOSSIER TRAVAIL		
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL **INDUSTRIES DE PROCÉDÉS**	**E2** : Épreuve technologique **Sous-épreuve B2** : **Étude d'un procédé industriel**	
Session : **2014**	Coef : **3**	Durée : **3** heures
Repère : 1406-IP T 22 DC	Ce dossier comporte **11** pages	Page **1/**11

1. Compréhension du procédé — 18,5 points

1.1. À partir de la description et du schéma du procédé (dossier ressources p 4, 5, 6/10), compléter le schéma de principe ci-dessous en faisant figurer les noms (ou formules) des produits, le nom des opérations unitaires, leur repère et les conditions opératoires. (10,5 pts)



Remarque : L'étape du refroidissement du catalyseur dans **E3** n'est pas représentée sur le schéma de principe.

1.2. Le mode de séchage du séchoir tunnel est : (1 pt)

- La convection…… ☐
- La conduction…… ☐
- Le rayonnement…… ☐

1.3. Le procédé comprend deux étapes de calcination ayant lieu dans les calcinateurs K1 et K5. Du dioxyde d'azote (NO_2) est fabriqué au cours des deux calcinations : (1 pt)

Le NO_2 rejeté au cours de la calcination 1 provient :

- De la décomposition de l'acide nitrique…….. ☐
- De la transformation de la boehmite en alumine (Al_2O_3)……. ☐
- De l'air ……... ☐
- De l'oxydation du sel métallique en oxyde métallique……. ☐

Le NO_2 rejeté au cours de la calcination 2 provient :

- De la décomposition de l'acide nitrique…….. ☐
- De la transformation de la boehmite en alumine (Al_2O_3)……. ☐
- De l'air …….. ☐
- De l'oxydation du sel métallique en oxyde métallique…….. ☐

1.4. L'installation est prévue pour fabriquer 10 t/j de support catalytique (alumine calcinée Al_2O_3). Déterminer le débit horaire correspondant en Kg/h ? (1 pt)

1.5. Déterminer le débit massique horaire d'AlOOH nécessaire en considérant la réaction totale, ainsi que l'eau de constitution (eau fabriquée au cours de la calcination). (1 pt)

$$2\ AlOOH_{(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + H_2O_{(g)}$$

<u>Masses molaires en kg/kmol (ou g/mol)</u> :

Produits	AlOOH	Al_2O_3	H_2O	$Co(NO_3)_2$	CoO	NO_2	O_2	N_2	NH_3
M	60	102	18	182,9	74,9	46	32	28	17

1.6. Déterminer le débit massique horaire de la solution d'acide nitrique (HNO_3 à 50 %) à introduire dans le malaxeur sachant que l'acide nitrique pur doit représenter 3 % de la quantité de support catalytique fabriqué (Al_2O_3 calcinée). (1 pt)

1.7. Le pourcentage massique de la solution aqueuse est de 17 % en CoO (oxyde de cobalt). (1 pt)

Déterminer le pourcentage massique en $Co(NO_3)_2$ correspondant.

$$Co(NO_3)_{2(s)} \longrightarrow CoO_{(s)} + 2NO_{2(g)}\uparrow + 1/2\ O_{2(g)}\uparrow$$

1.8. Rechercher deux propriétés physiques de l'alumine calcinée. (1 pt)

1.9. L'alumine calcinée peut rayer : (1 pt)

La boehmite…… ☐
Une vitre…….. ☐
Le corindon…….. ☐

2. Bilan sur le sécheur S1 — 11 points

2.1. Bilan matière massique sur le sécheur S1

- Effectuer un bilan matière sur le sécheur S1. (4 pts)
- Complétez le schéma à la page suivante. (3 pts)

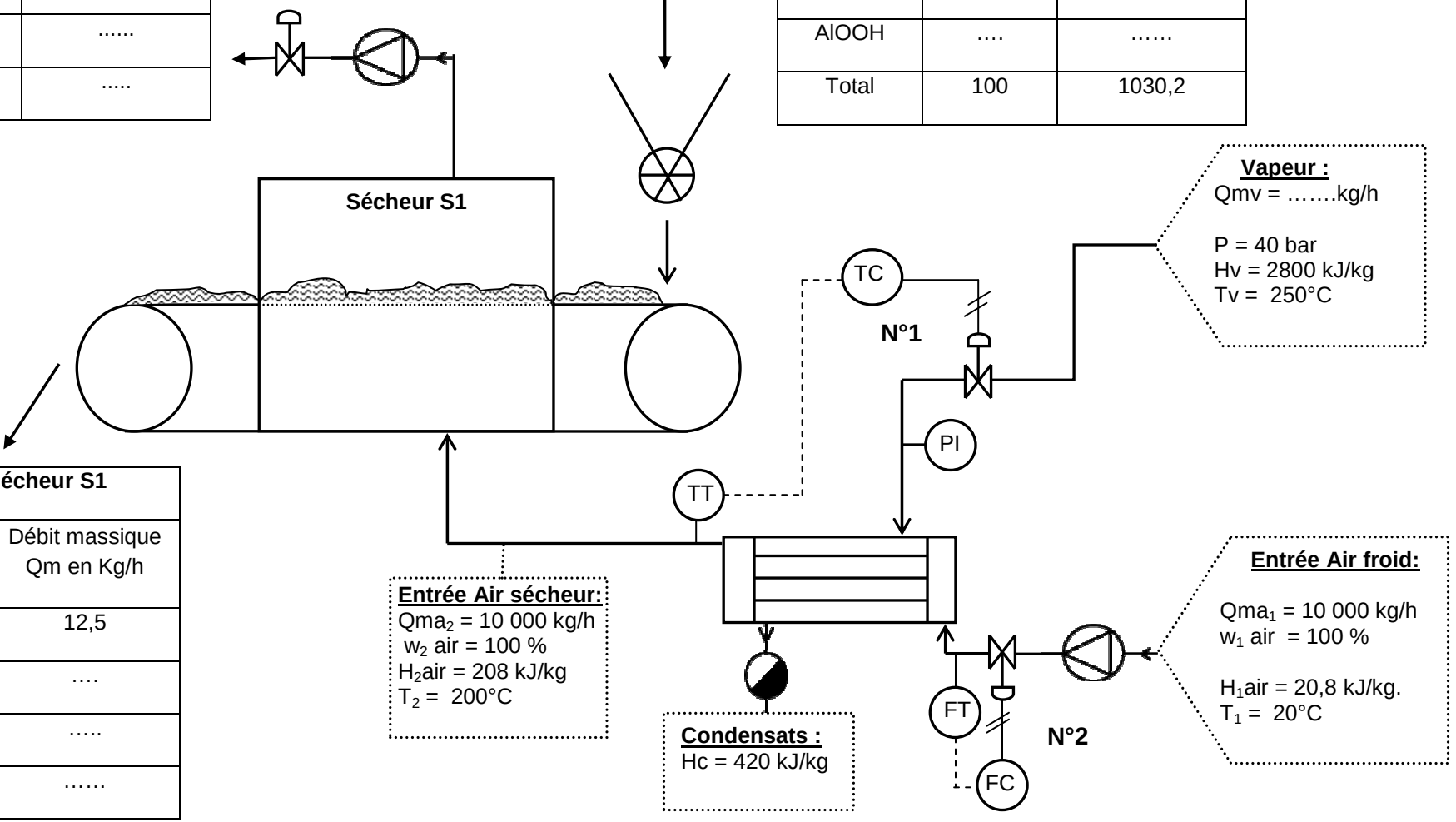
Détaillez vos calculs ci-dessous : (le débit vapeur sera déterminé à la question 2.2).

Remarque : tous les débits et les teneurs sont donnés massiques.

Schéma du sécheur S1 à compléter :

Sortie air sécheur S1		
	% massique	Débit massique Qm en Kg/h
Air	95,37	10000
H_2O	…..	.....
Total	100	.....

Entrée boéhmite sécheur S1		
	% massique	Débit massique Qm en Kg/h
HNO_3	…..	…..
H_2O	…..	527,5
AlOOH	….	……
Total	100	1030,2



Sortie boéhmite sécheur S1		
	% massique	Débit massique Qm en Kg/h
HNO_3	2,29	12,5
H_2O	….	….
AlOOH	…..	…..
Total	100	……

2.2. <u>Bilan enthalpique sur le chauffage de l'air</u> : (4 pts)

Déterminer en effectuant un bilan enthalpique sur l'échangeur servant au chauffage de l'air, le débit de vapeur de chauffe à 40 bar : Qmv.

On considèrera l'échange thermique sans pertes vers l'extérieur (rendement = 100 %).

Rappel : Σ H entrée = Σ H sortie soit : $Qm_v \times Hv + Qm_{a1} \times H_{1air} = Qm_v \times Hc + Qm_{a2} \times H_{2air}$.

<u>Détails des calculs</u> :

3. Bilan matière molaire sur le calcinateur K5 — 10 points

Équation de la réaction :

$$Co(NO_3)_{2(s)} \longrightarrow CoO_{(s)} + 2NO_{2(g)}\uparrow + 1/2\ O_{2(g)}\uparrow$$

Effectuer un bilan matière molaire sur le calcinateur C2 et complétez le schéma ci-dessous :
On considèrera un rendement et un taux de conversion de 100 %.

Alumine imprégnée			
	Débit Qn molaire en Kmol/h	Titre molaire	Débit Qm massique en Kg/h
H_2O	9,31	0,663	
$Co(NO_3)_2$	0,65	0,046	
Al_2O_3	4,085	0,291	
TOTAL	14,045	1	

Effluent gazeux (vers K)			
	Débit Qn molaire en Kmol/h	Titre molaire	Débit Qm massique en kg/h
NO_2			
O_2			
H_2O			
TOTAL		1	

Calcinateur K5

Alumine activée			
	Débit Qn molaire en Kmol/h	Titre molaire	Débit Qm massique en kg/h
CoO			
Al_2O_3			
TOTAL		1	

Détailler les calculs à la page suivante :

Vous vérifierez la valeur du débit d'alumine calcinée (Al_2O_3) donnée dans le tableau.

Vérifier la conservation de la matière (Σ Qm entrant= Σ Qm sortant).

Masses molaires en kg/kmol (ou g/mol) :

Produits	AlOOH	Al_2O_3	H_2O	$Co(NO_3)_2$	CoO	NO_2	O_2	N_2	NH_3
M	60	102	18	182,9	74,9	46	32	28	17

4. Régulation — 10,5 points

4.1. Description des deux boucles de régulation sur le chauffage de l'air utilisé dans S1. Les deux boucles sont représentées sur le **schéma page 6/11.** (4,5 pts)

Boucle de régulation	Grandeur réglée	Grandeur réglante	Type de vanne	Sens d'action du régulateur
N°1 : température			**FMA**	
N°2 : débit			**OMA**	

4.2. Afin d'améliorer le procédé de séchage, on propose de rajouter une régulation de pression dans le sécheur en agissant sur le débit de sortie d'air du sécheur.
Représenter sur le **schéma page 6/11** cette boucle de régulation. (3 pts)

4.3. Compléter le tableau ci-dessous représentant l'évolution des paramètres sur le sécheur S1 ainsi que la variation de la grandeur de réglage sur les boucles N°1 et N°2 pour maintenir une marche normale. (3 pts)

Évolutions paramètres sécheur S1					**Variation de la grandeur de réglage**	
Débit air froid	T°C air froid	Pression vapeur chauffe	T°C vapeur de chauffe	T°C entrée air sécheur	Boucle N°1 (température)	Boucle N°2 (débit)
→	→	↘				
→	↗	→				
↘	→	→				

5. QHSE — 10 points

5.1. Indiquer les risques spécifiques liés à la manipulation de Nitrate de Cobalt, et indiquer les mesures de protection collectives et individuelles à mettre en œuvre lors de son utilisation.

(2 pts)

5.2. La décomposition thermique de l'acide nitrique et du nitrate de Cobalt dégage du NO_2.
Un agent de production fait un malaise dans l'atelier que l'on suppose être en rapport avec une fuite de vapeur de NO_2. Décrire en résumé votre intervention pour lui porter secours.

(2 pts)

5.3. Une opération de maintenance doit être effectuée dans l'atelier d'imprégnation du support catalytique par une entreprise extérieure. La partie de l'installation en question étant à l'arrêt mais l'atelier étant en fonctionnement.

- Quelles actions allez-vous mettre en œuvre avant l'intervention du personnel de maintenance ? (2 pts)
- Résumer les consignes de sécurité que vous allez donner aux personnes effectuant l'intervention. (2 pts)

5.4. Pour quelle raison est-il préférable d'utiliser du Nitrate de Cobalt en solution aqueuse, plutôt que sous forme solide ? (2 pts)

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.