



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP 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.

DANS CE CADRE

Académie :	Session :
Examen :	Série :
Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
Épreuve/sous épreuve :	
NOM :	
(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
Prénoms :	N° du candidat <input type="text"/>
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

Appréciation du correcteur

Note :

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

CERTIFICAT D'APTITUDE PROFESSIONNELLE

INDUSTRIES CHIMIQUES

ÉPREUVE EP1

Analyse, organisation et communication technologiques

SESSION 2013

Durée : 3 heures

Coefficient : 4

DOSSIER TRAVAIL

Ce document est à rendre en fin d'épreuve sans être dégrafé.
Toutes les questions sont indépendantes.

Matériel autorisé :

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

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

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 1/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

TRAVAIL DEMANDE

1. ETUDE DU PROCEDE (23 POINTS)

1.1 - A l'aide du descriptif du procédé (dossier ressources), compléter le schéma de principe (annexe 1, page 15).

1.2 - Pourquoi dit-on que c'est un procédé par voie humide ?

1.3 - Quel est l'intérêt du broyage du minerai de phosphate avant son attaque par l'acide sulfurique ?

1.4 - Convertir 200 micromètres en millimètres.

1.5 - Pourquoi les eaux de lavage sortant de S1 sont elles réinjectées dans le réacteur A1 ?

1.6 - Comment s'opère la concentration de l'acide phosphorique ? Quel est l'intérêt de cette opération ?

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 2/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

1-7- Avant d'être introduit dans l'échangeur (E1), l'acide est réchauffé dans une boucle de recirculation forcée. Pourquoi parle-t-on de « recirculation forcée » ?

2. ETUDE DE LA SECURITE (9 POINTS)

A l'aide de la fiche de données de sécurité de l'acide phosphorique, répondre aux questions suivantes :

2.1 - Définir les termes suivants :

Miscible :

Hygroscopique :

DL 50 :

2.2 - Quel risque chimique présentent les solutions d'acide phosphorique ?

2.3 - Que faire en cas de contact avec la peau ?

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 3/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

2.4 - Quels sont les équipements de protection individuels qui doivent être portés lors de la manipulation de l'acide phosphorique ?

2.5 - Quelle est la masse volumique de l'acide phosphorique en kg/m^3 ?

A l'aide de la description du procédé, répondre aux questions suivantes :

2.6 - Dans les réacteurs, pourquoi injecte-t-on de l'air à la surface de la bouillie ? Quels seraient les risques s'il n'y avait pas ce système ?

2.7 - L'air utilisé dans les réacteurs est lavé avant son rejet dans l'atmosphère. Pourquoi ?

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 4/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

3. ETUDE QUANTITATIVE (27 POINTS)

3.1 - Attaque du phosphate tricalcique par l'acide sulfurique (14 points)

L'acide phosphorique est obtenu par attaque de roches naturelles, constituées principalement de phosphate de calcium, par l'acide sulfurique.



3.1.1 - Réécrire l'équation de la réaction en faisant apparaître sous chaque produit ou réactif son état physique dominant (solide, liquide, gaz)

3.1.2 - Cette réaction d'attaque est-elle un phénomène exothermique ou endothermique ? Justifier votre réponse.

3.1.3 - Calculer les masses molaires des réactifs et des produits de réaction.

Données :

$$M_{\text{Ca}} = 40 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{P}} = 31 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{S}} = 32 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{H}} = 1 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} =$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} =$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} =$$

$$M_{\text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}} =$$

$$M_{\text{H}_3\text{PO}_4} =$$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

3.1.4 - Calculer les nombres de moles puis les masses de réactifs purs à utiliser pour fabriquer 2000 g d'acide phosphorique pur.



3.1.5 - La masse d'acide sulfurique pure est de 3 000 g.
L'industriel dispose d'une solution technique d'acide sulfurique de titre massique égal à 75 %.
Calculer la masse de solution technique à peser.



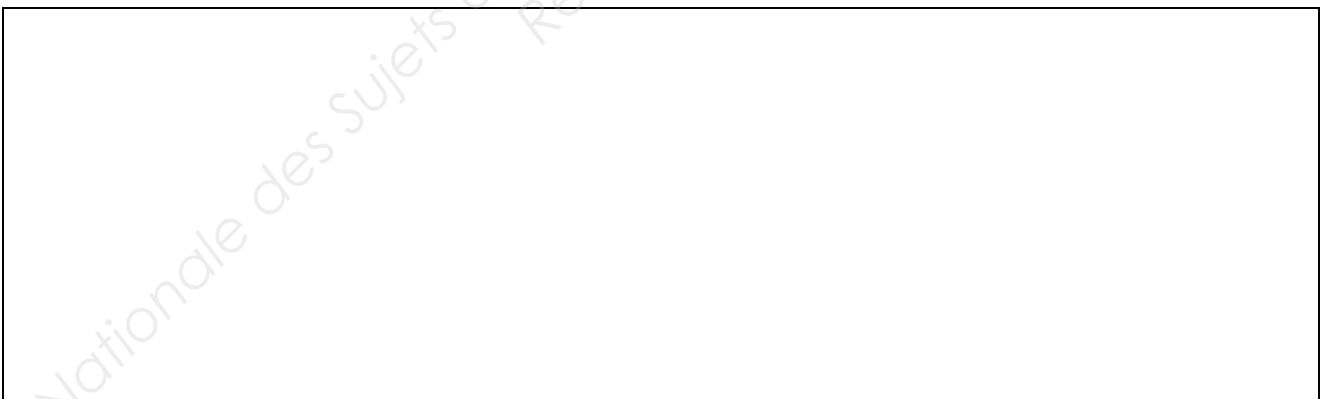
EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 6/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

3.1.6 - Calculer la masse de sulfate de calcium dihydraté $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ formée.



3.1.7 - Dans l'industrie les quantités mises en œuvre sont plus importantes. La production moyenne journalière d'une usine est de 4500 kg/j d'acide phosphorique pur.
Sachant que l'on utilise 3163 g de phosphate tricalcique pour former 2 000 g d'acide phosphorique, calculer la masse de phosphate tricalcique à utiliser par jour pour assurer cette production.



EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 7/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

3.2 - Dosage de l'acide phosphorique concentré (7 points)

On souhaite doser l'acide phosphorique fabriqué afin de connaître sa pureté. Un dosage acido-basique est alors réalisé à l'aide d'une solution de soude de concentration molaire 0,2 mol/L (Cb).

Un échantillon de 15 ml d'acide phosphorique (Va) est alors prélevé pour réaliser ce dosage.

3.2.1 - Déterminer les coordonnées des deux points d'équivalence d'après la courbe fournie en annexe.

3.2.2 – D'après les pH des points équivalents, quels sont les indicateurs colorés qui pourraient convenir pour détecter chaque équivalence ?

3.2.3 - Calculer la concentration molaire Ca, de la solution d'acide phosphorique ? On utilisera la formule suivante : $2 \times Ca \times Va = Cb \times Vb$ (avec $Vb = 19,8 \text{ mL}$: volume de soude correspondant au deuxième saut de pH).

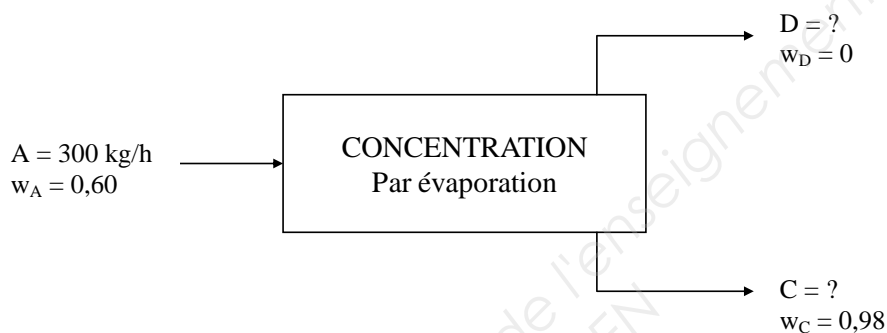
EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 8/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

3.3 - Concentration de la solution d'acide phosphorique (6 points)

Un contrôle de qualité effectué sur l'acide phosphorique produit après l'étape de filtration donne un titre massique égal à 0,60 (w_A).

Le produit final est destiné à la fabrication d'engrais phosphaté. Pour cela la solution doit être concentrée pour atteindre un titre de 0,98 (w_C).



Le débit massique moyen d'alimentation en acide phosphorique est de 300 kg/h (A), de plus on considère le titre en acide phosphorique dans les vapeurs d'eau négligeable ($w_D = 0$).

3.3.1 - Etablir les équations du bilan matière.

3.3.2 - Calculer le débit massique du concentrât (C).

3.3.3 - Calculer le débit massique de l'eau à éliminer (D).

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 9/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

4. TECHNOLOGIE – ETUDE DE LA FILTRATION (7 POINTS)

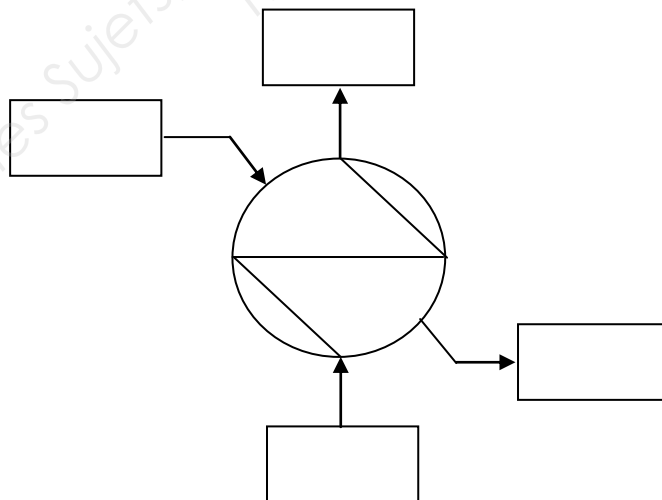
4.1 - Donner une définition de la filtration.

4.2 - Compléter le schéma du filtre à bande (Annexe 2, page 16), en utilisant la nomenclature fournie page 17.

5. BILAN THERMIQUE (4 POINTS)

Avant d'entrer dans **D2**, l'acide est préchauffé dans l'échangeur **E1**.

5.1 - Compléter le schéma suivant en indiquant le nom des fluides en circulation à l'aide du dossier ressources pages 2 et 3.



EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 10/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

5.2 - Calculer la quantité de chaleur gagnée par l'acide phosphorique, lors de son réchauffement de température de 30°C à 87°C.

Données :

- Cp moyen de l'acide entre 30 et 87 °C = 3,75 kJ.kg⁻¹.°C⁻¹
- Débit massique d'acide : 150 kg.h⁻¹
- $Q = m \times C_p \times \Delta t$

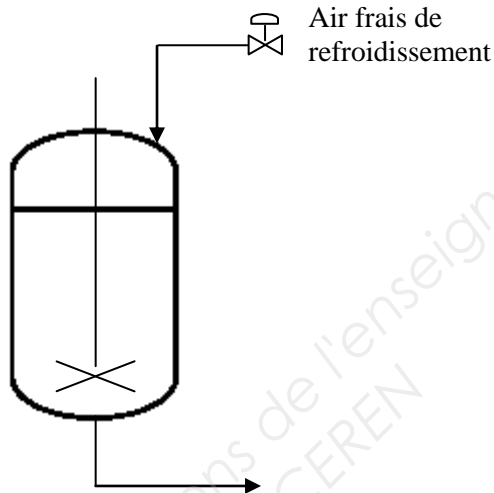
6. REGULATION (10 POINTS)

Afin de maintenir la température constante dans le réacteur A1, on souhaite installer une régulation de température qui agira sur le débit d'air de refroidissement qui entre dans ce réacteur.

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 11/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

6.1 - Schématiser la boucle de régulation de température dans le réacteur A1.



6.2 - Quelle est la grandeur réglée et quelle est la grandeur réglante ?

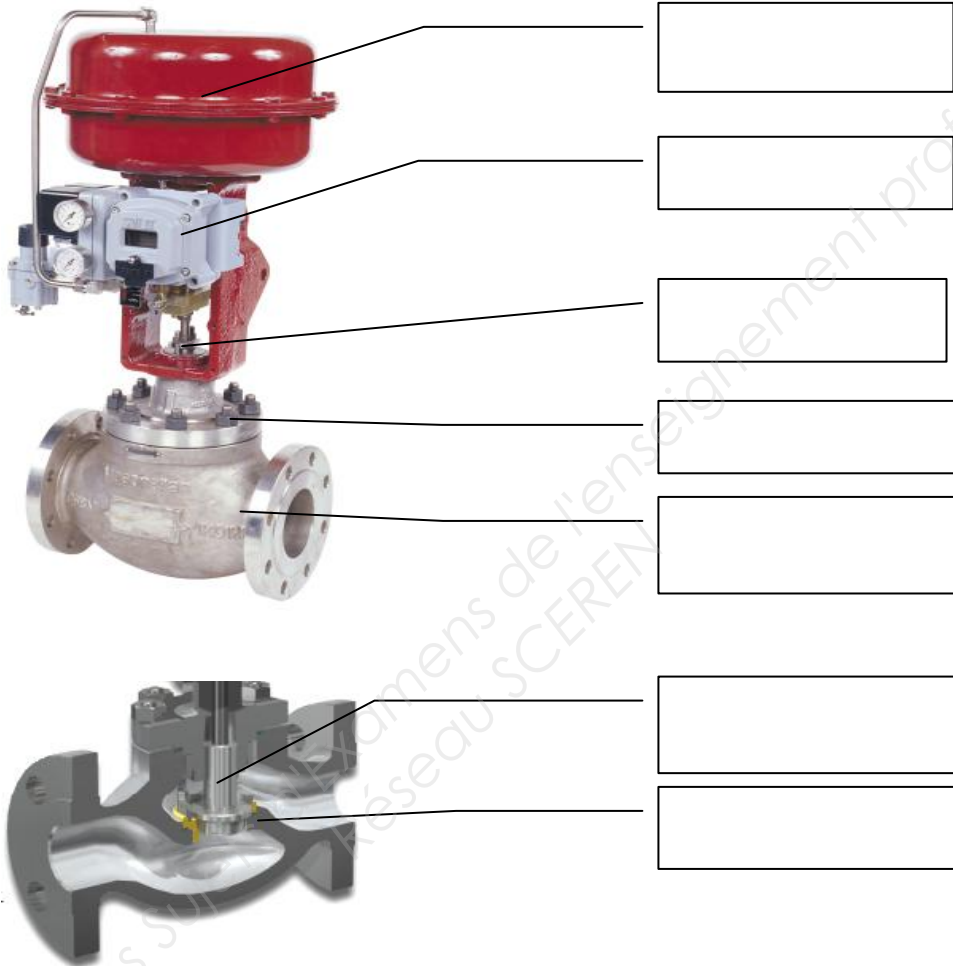
6.3 - La vanne de régulation utilisée dans cette boucle est la suivante (voir page 13).
Compléter le schéma :

Liste des noms à associer :

- Chapeau
- Corps de vanne
- Clapet
- Presse Etoupe
- Servomoteur
- Positionneur
- Siège

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 12/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

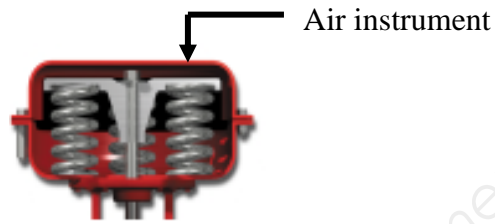


6.4 - Citer la pièce d'usure à vérifier régulièrement, et indiquer le rôle de cette pièce d'usure.

Empty rectangular box for the answer.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

6.5 - Préciser dans quelle position se trouve la vanne (OMA ou FMA), cette coupe représentant le servo-moteur de la vanne de régulation.



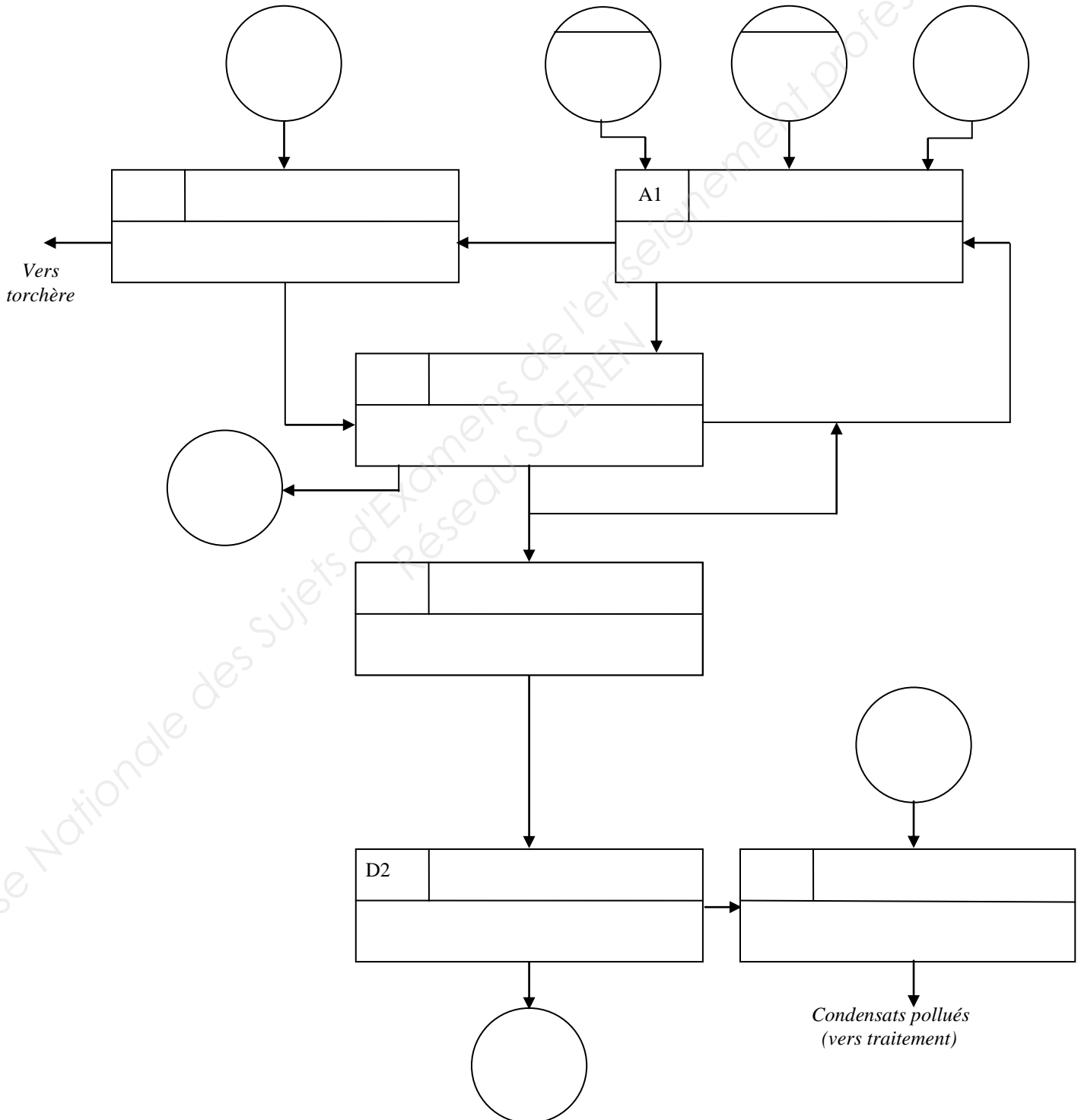
Elément 2

EXAMEN : C.A.P. INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier travail
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h00	Coefficient : 4	Page : 14/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ANNEXE 1 – SCHEMA DE PRINCIPE

Schéma à compléter

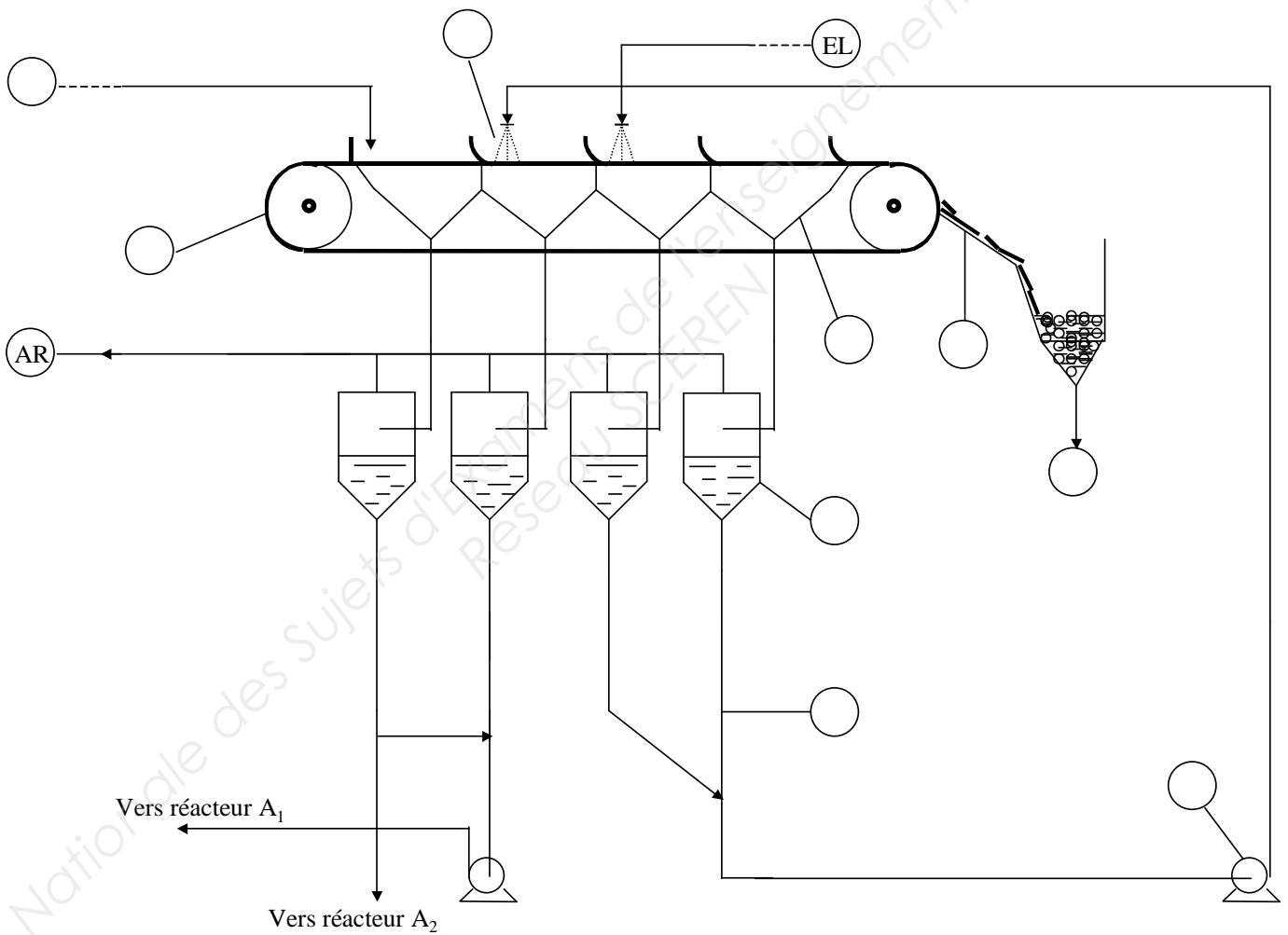


NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ANNEXE 2 – FILTRE À BANDES

Schéma à compléter

(Ne mettre sur le schéma que des numéros)



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Nomenclature	N°
Alimentation en bouillie de réaction	1
Sortie du gâteau de Sulfate de calcium	2
Bande transporteuse et support filtrant	3
Boite à vide	4
Couteau racleur	5
Buse de lavage	6
Récipient sous vide	7
Colonne barométrique	8
Pompe centrifuge	9
Air raréfié (vide)	AR
Eau de lavage	EL