



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.

1006-IP T

ÉPREUVE E2

DOSSIER RESSOURCE

ÉTUDE ET CONDUITE DES
OPÉRATIONS UNITAIRES

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
INDUSTRIES DE PROCÉDÉS**

SESSION 2010

**ÉPREUVE E2
ÉTUDE ET CONDUITE DES OPÉRATIONS UNITAIRES – U2**

DOSSIER RESSOURCE

DURÉE : 4 H

COEFFICIENT : 3



Ce dossier comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10

Remarque : Assurez-vous que cet exemplaire est complet.

S'il est incomplet, demander un autre exemplaire à votre chef de salle

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 1 /10

Extraction d'une huile essentielle : l'eugénol

Le giroflier, *Eugenia caryophyllata* (nom donné par Pline, du grec *phullon* : feuille et *karyon* : noyau, noix) est un bel arbre de 12 à 15 m de haut, de la famille des Myrtacées à feuillage persistant, exigeant un climat doux et humide.

Les clous de girofle, *Pimenta dioica*, sont les bourgeons séchés, non éclos, du giroflier et sont parmi les plus anciennes épices et drogues décrites dans l'histoire. Le clou de girofle est connu en Chine au III^e siècle avant notre ère, en Europe seulement au XIII^e siècle, mais peu consommé en raison de son prix élevé ; la consommation se généralise au XVI^e siècle. Ce sont les Portugais qui, parvenus au pays du girofle, l'ont expédié par cargaisons à Lisbonne.

En 1605, les Hollandais prennent possession des Moluques et ont le monopole commercial. Sous Louis XV, Pierre Poivre réussit à se procurer des pieds de girofliers et de muscadiers et les introduit en France et aux îles Bourbon (aujourd'hui La Réunion et Maurice). Les deux grands pays exploitants sont la république Malgache et la Tanzanie.

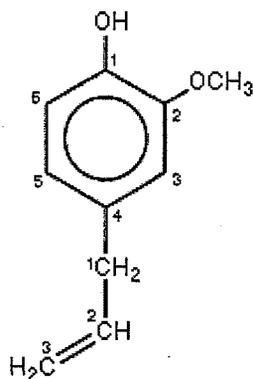
De nos jours, ils sont utilisés principalement comme épice.

L'huile essentielle des clous de girofle contient principalement de l'eugénol, de 75 à 85 %, de l'acétate d'eugénol, 4 à 10 %, du b-caryophyllène, de 7 à 10 % et de faibles quantités d'autres produits (dont un peu de vanilline).

Pour simplifier notre étude nous considérons que :

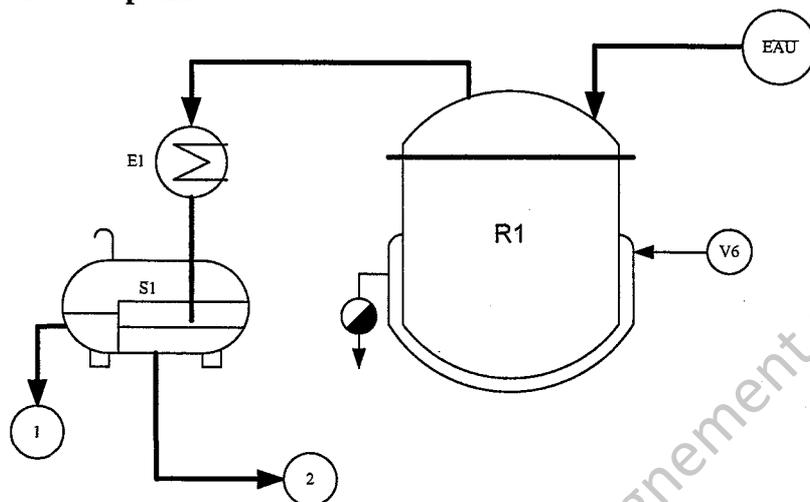
- ☛ le pourcentage d'eugénol contenu dans le clou est de 17 %.
- ☛ l'huile essentielle est exclusivement de l'eugénol.

L'eugénol, extrait de l'huile essentielle des clous de girofle ou des feuilles de giroflier, est utilisé dans certains produits des domaines médical et dentaire en raison de ses propriétés antalgique et antiseptique.



Eugénol ou 4-allyl-2-méthoxyphénol
Liquide pratiquement incolore, brunissant à l'air

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 2 /10

PARTIE 1 : Cas général**Schéma de procédé simplifié :****DESCRIPTIF DU PROCÉDE**

La cuve R1 est chargée avec 1000 kg de clous de girofles moulus. De l'eau est envoyée dans la cuve par l'intermédiaire d'une pompe P1.

Le chauffage de la cuve est assuré par de la vapeur saturante à 6 bars.

La pression de travail est la pression atmosphérique, à savoir 101325 Pa ou 760 mmHg.

A la sortie de la cuve la vapeur est directement expédiée dans un condenseur.

CONDENSATION

La condensation est faite dans un échangeur à serpentin. Le fluide secondaire est de l'eau entrant à 15 °C et sortant à 30°C.

DÉCANTATION

Un décanteur permet de séparer la phase lourde, de la phase légère.

PARTIE 2 : Problématique liée au clou de girofle

L'eau extraite de la décantation est trouble. Ce trouble est dû à la présence d'eugénol en quantité non négligeable dans l'eau. Afin de récupérer cet eugénol nous envisageons une extraction au cyclohexane.

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 3 /10

FORMULAIRE**Données hydro-distillation**

$$\frac{m_{\text{eugéno}}}{m_{\text{eau}}} = \frac{T_{v_{\text{eugéno}}} * M_{\text{eugéno}}}{T_{v_{\text{eau}}} * M_{\text{eau}}}$$

Avec : m_i : masse du produit considéré en (kg)

T_{v_i} : tension de vapeur du produit considéré en mmHg à la température de tête de colonne

M_i : Masse molaire du produit considéré en g/mol

Données sur l'eau :

Masse molaire : 18 g/mol.

Enthalpie de vaporisation $\Delta H_{\text{vaporisation}} = 2256.5$ kJ/kg

Chaleur spécifique $C_p = 4.18$ kJ/(kg°C)

Masse volumique : $\rho = 997$ kg/m³ à 25 °C

Masse volumique de l'eau salée : $\rho = 1200$ kg/m³ à 25 °C

Données sur l'eugéno :

Formule brute : $C_{10}H_{12}O_2$

Masse molaire : 164 g/mol

Enthalpie de vaporisation $\Delta H_{\text{vaporisation}} = 291.1$ kJ/kg

Chaleur spécifique $C_p = 2$ kJ/(kg°C)

Température d'ébullition : 253 °C

Température de fusion : - 9 °C

Densité à 25 °C : 1,06

Très peu soluble dans l'eau 2,46 g/L (à 25°C) et insoluble dans l'eau salée.

Soluble dans l'alcool, cyclohexane (Densité 0,78), dichlorométhane (Densité 1,33)

Tension de vapeur de l'eugéno :

Eugéno	
Température	Tv
°C	mmHg
50.0	1.2
60.0	2.7
70.0	5.5
80.0	10.5
90.0	18.8
100.0	32.0
110.0	52.2

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 4 /10

Loi de Dalton :

Dans une vapeur, la pression totale P_t est égale à la somme des tensions partielles P_p autrement dit :

$$P_t = P_{p_{\text{eugéno}}l} + P_{p_{\text{eau}}}$$

Si les deux corps sont insolubles, ou très peu solubles alors $P_t = T_{v_{\text{eugéno}}l} + T_{v_{\text{eau}}}$ à la température de travail.

Données sur la pompe P1 :

L'alimentation de 8 000 kg d'eau s'effectue en 30 minutes.

La température de 20° C est estimée constante tout au long de l'installation.

Les caractéristiques du fluide à 20° C sont alors les suivantes :

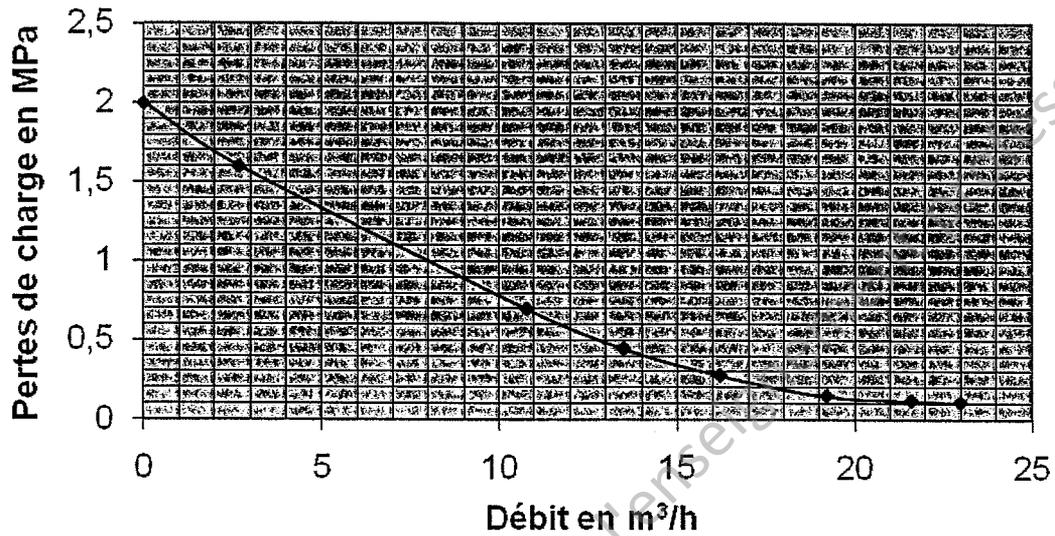
- Masse volumique 1000 kg. m^{-3}

Les caractéristiques du circuit sont résumées dans le tableau suivant :

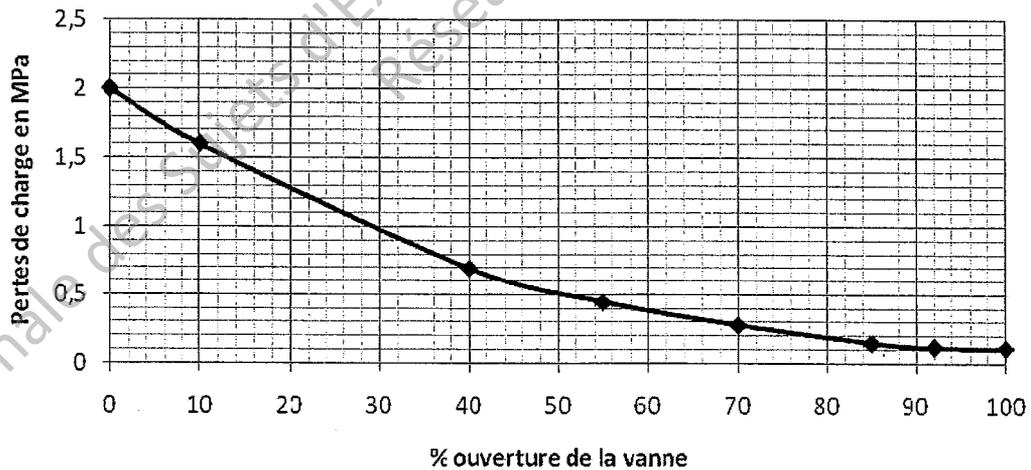
	Aspiration	Refoulement
Diamètre intérieur du tube (d)	80,9 mm	80,9 mm
Matériau	Inox	Inox
Rugosité absolue	5.10^{-2} mm	5.10^{-2} mm
Coefficient de frottement (λ)	0,021	0,021
Longueur totale des parties droites	10 m	30 m
Accidents de tuyauterie et coefficient K de perte de charge		
Filtre à crépine avec clapet de pied	K = 102	X
Coude à 90° C à brides	K = 1,56	
Robinet à soupape classique	K = 6	
<u>3</u> coudes à 90° C taraudés	X	K = 4,8
Débit mètre rotatif		K = 10
Robinet à soupape classique		K = 6
Vanne de réglage du débit		Pertes de charge à déterminer en fonction du débit (voir dossier ressource)

BAC PRO Industries de Procédés	Session : 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 5 / 10

Pertes de charges aux bornes de la vanne de réglage



Pertes de charge en MPa en fonction du % d'ouverture de la vanne



Remarque : 1 MPa = 10⁶ Pa

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 6 / 10

Théorème de Bernoulli :

$$Hmt = \frac{P_B - P_A}{\rho g} + \frac{u_B^2 - u_A^2}{2g} + (h_B - h_A) + J_{A \rightarrow B}$$

Calcul des pertes de charges totales = $J_{A \rightarrow B} = J_{S_{A \rightarrow B}} + J_{L_{A \rightarrow B}}$

Singulières : $J_{S_{A \rightarrow B}} = \sum J_{Si}$

Avec $J_{Si} = K_i \frac{u^2}{2g}$ pour chaque élément.

Frottement : $J_{L_{A \rightarrow B}} = \frac{\lambda u^2 (L_{Asp} + L_{Ref})}{2gd}$

Puissance hydraulique de pompe : $P_{hydraulique} = Q_v \cdot \rho \cdot g \cdot Hmt$

$$P_{Atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Échangeur de chaleur :

☛ Détermination d'une enthalpie :

$$\Delta H_{\text{liquide}} = c_{p, \text{liquide}} * T_{\text{Travail}}$$

$$\Delta H_{\text{vapeur}} = c_{p, \text{liquide}} * T_{\text{Travail}} + \Delta H_{\text{vaporisation}}$$

☛ Puissance thermique échangée (en W) : $\Phi = U S \Delta T_{ml}$

avec U : coefficient global d'échange en W/(m²°C)

$$U = 1000 \text{ W/(m}^2\text{°C)}$$

S : surface d'échange en m²

ΔT_{ml} : Différence de Température Logarithmique Moyenne °C :

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)}$$

Sécurité :

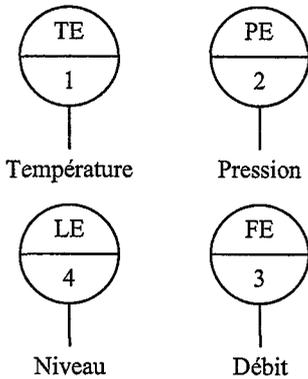
Dans les conditions normales de pression et de température 1 mole occupe 22.4 L.

1 ppm (partie par million) est 1 gramme de matière par tonne, ou 1 milligramme par kg

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 7 / 10

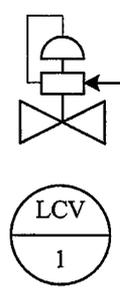
Symbole de régulation :

CAPTEURS

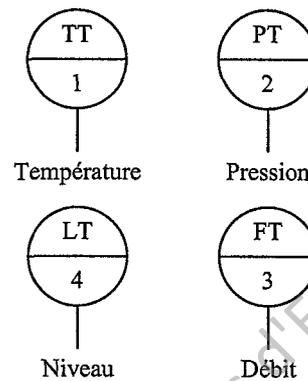


Le chiffre indique le numéro de boucle

ORGANES CORRECTEURS

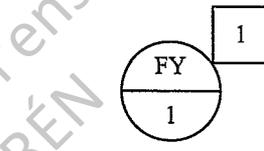


TRANSMETTEURS



Le chiffre indique le numéro de boucle

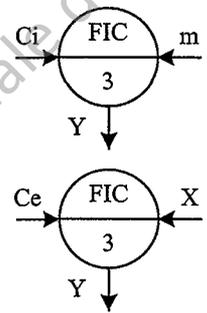
OPÉRATEURS OU RELAIS DE
CALCUL NON PILOTABLES



1 Mention de la fonction :

- Σ : Sommateur
- V : Extracteur de racine
- % : Proportionneur
- X : Multiplicateur

RÉGULATEURS

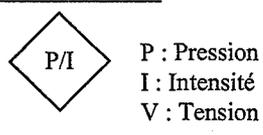


m : Mesure
Y : signal du régulateur
Ci : consigne interne
Ce : consigne externe

TYPES DE LIAISONS

- Électrique : _____
- Numérique : - - - - -
- Pneumatique : // // // //

CONVERTISSEURS



BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 8 /10



Fiche de Données de Sécurité
Selon Directive 2001/58/CE

320980 – 320983 Cyclohexane pur

1006-IP T

ÉPREUVE E2

DOSSIER RESSOURCE

ÉTUDE ET CONDUITE DES
OPÉRATIONS UNITAIRES

<p>4. Premiers soins</p> <p>4.1 Indications générales: Ne jamais donner à boire, ni provoquer des vomissements en cas de perte de connaissance.</p> <p>4.2 Inhalation: Transporter la personne à l'air libre. En cas d'asphyxie, procéder à la respiration artificielle.</p> <p>4.3 Contact avec la peau: Laver à grande eau. Retirer les vêtements contaminés.</p> <p>4.4 Yeux: Laver à grande eau (durant 15 minutes au minimum), en gardant les paupières soulevées. Recourir à l'assistance d'un médecin.</p> <p>4.5 Ingestion: Eviter de vomir. Garder les voies respiratoires dégagées. Recourir à l'assistance d'un médecin. Administrer de l'huile de vaseline comme laxatif (3 ml/kg).</p>	<p>5. Mesures de lutte contre les incendies</p> <p>5.1 Moyens d'extinction appropriés: Dioxyde de carbone (CO₂). Mousse. Poudre sèche.</p> <p>5.2 Moyens d'extinction qui NE doivent PAS être utilisés: -----</p> <p>5.3 Risques particuliers: Inflammable. Conserver éloigné de sources d'ignition. Les vapeurs sont plus lourdes que l'air, et peuvent donc se déplacer au niveau du sol. Peut former des mélanges explosifs avec l'air. En cas d'incendie, des vapeurs toxiques peuvent se former.</p> <p>5.4 Equipements de protection: -----</p>	<p>6. Mesures à prendre en cas de déroulement accidentel</p> <p>6.1 Précautions individuelles: -----</p>	<p>6.2 Ne pas inhaler les vapeurs. Précautions pour la protection de l'environnement: Ne pas permettre le passage aux égouts. Eviter la contamination du sol, des eaux et des égouts. Méthodes de nettoyage/nettoyage: Ramasser avec des matériaux absorbants (Absorbant Général Panreac, Kieselguhr, etc...) ou à défaut, avec de la terre ou du sable secs et déposer dans des conteneurs pour résidus pour leur élimination postérieure, conformément à la législation en vigueur. Nettoyer les restes à grande eau.</p>
---	--	--	---

<p>1. Identification de la substance/préparation et de la société/compagnie</p> <p>1.1 Identification de la substance ou de la préparation Dénomination: Cyclohexane</p> <p>1.2 Utilisation de la substance/préparation: Pour usages de laboratoire, analyse, recherche et chimie fine.</p> <p>1.3 Identification de la société ou compagnie: PIERON EDUCATION 2, rue Gutenberg 57206 Sarreguemines BP0609 03 87 95 14 77</p> <p>Urgences : C.H.U. de Nancy Centre anti-Poisons</p> <p>Tél. 03 83 32 36 36</p>	<p>2. Composition/Information des composants</p> <p>Dénomination: Cyclohexane Formule: C₆H₁₂ M.=84,16 CAS [110-82-7] Numéro CE (EINECS): 203-806-2 Numéro d'indices CE: 601-017-00-1</p>	<p>3. Identification des dangers</p> <p>Facilement inflammable. Irritant pour la peau. Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Nocif: peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion. L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.</p>
--	--	---

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 9 /10

<p>9. Propriétés physiques et chimiques</p> <p>Aspect: Liquide transparent et incolore.</p> <p>Odeur:</p> <p>Caractéristique.</p> <p>Point d'ébullition: 80,7°C</p> <p>Point de fusion: 6,47°C</p> <p>Point d'inflammation: -26°C</p> <p>Température d'auto-ignition: 260°C</p> <p>Limites d'explosion (inférieure/supérieure): 1,2 / 8,3 vol. %</p> <p>Pression de vapeur: 104 hPa (20°C)</p> <p>Densité (20/4): 0,778</p> <p>Solubilité: Inmiscible avec de l'eau.</p>	<p>7. Manipulation et stockage.</p> <p>7.1 Manipulation: Éviter la formation de charges électrostatiques.</p> <p>7.2 Stockage: Récipients bien fermés. Dans un local bien aéré. Éloigné de sources d'ignition et de chaleur. Température ambiante. Ne pas stocker dans des récipients en plastique.</p>
<p>10. Stabilité et réactivité</p> <p>10.1 Conditions devant être évitées:</p> <p>10.2 Matières devant être évitées: Agents oxydants forts. Oxydes de nitrogène.</p> <p>10.3 Produits de décomposition dangereux:</p> <p>10.4 Information complémentaire: Les gaz/vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air.</p>	<p>8. Contrôles d'exposition/protection personnelle</p> <p>8.1 Mesures techniques de protection:</p> <p>8.2 Contrôle limite d'exposition: VLE = 300 ppm VME = 375 ppm</p> <p>8.3 Protection respiratoire: En cas de formation de vapeurs/aérosols, utiliser un équipement respiratoire approprié. Filtre A. Filtre P.</p> <p>8.4 Protection des mains: Utiliser des gants appropriés (néoprène, nitrile).</p> <p>8.5 Protection des yeux: Utiliser des lunettes appropriées.</p> <p>8.6 Mesures d'hygiène particulières: Ôter les vêtements contaminés. Utiliser un équipement de protection complet. Se laver les mains et le visage avant les pauses et après avoir terminé le travail.</p>
<p>11. Information toxicologique:</p> <p>11.1 Toxicité aiguë: DL₅₀ oral rat: 12705 mg/kg DL₅₀ oral lapin: 5500 mg/kg</p> <p>11.2 Effets dangereux pour la santé: Par inhalation des vapeurs: Irritation de la peau, des yeux, des muqueuses et des voies respiratoires. étourdissement, vertige, nausées, toux, vomissements. En concentration élevée: paralysie respiratoire, perte de connaissance, collapsus. Peut</p>	<p>8.7 Contrôle d'exposition lié à la protection de l'environnement: Remplir les engagements au titre de la législation locale relative à la protection de l'environnement.</p> <p>Le fournisseur de l'équipement de protection doit spécifier le type de protection à porter lors de la manipulation de la substance ou de la préparation, y compris: le type de matière et le délai de rupture de la matière constitutive du équipement, compte tenu du niveau et de la durée du contact.</p>

BAC PRO Industries de Procédés	Session 2010	SUJET
E : étude du sujet E2		
Durée : 4h	COEFFICIENT : 3	Feuille 10/10