

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL  
INDUSTRIES DES PROCEDES  
Session 2003**

**EPREUVE : E2. ETUDE ET CONDUITE  
DES OPERATIONS UNITAIRES – U2**

*Durée : 4 heures*

*Coefficient : 3*

**DOSSIER  
RESSOURCES**

# SOMMAIRE

Ce dossier comporte 7 pages numérotées de 1 / 7 à 7 / 7

Présentation du dossier	page 1
Sommaire	page 2
Généralités sur le produit	page 3
Sécurité	page 4
Principe de procédé	page 5
Schéma du procédé	page 6
Étude thermique	page 7

## **BAREME DE CORRECTION**

Opération de Cristallisation	9 pts
Bilan massique de cristallisation	12 pts
Bilan thermique sur l'échangeur	18 pts
Régulation	16 pts
Sécurité	5 pts
	<hr/>
	60 pts

# CRISTALLISATION D'UN AGENT DE BLANCHIMENT

## PERBORATE DE SODIUM TETRAHYDRATE

### 1. GENERALITES :

Les lessives ménagères sont des mélanges de détergents, d'agents qui captent le calcaire, de sulfates et silicates de sodium, et d'un agent de blanchiment. Ce dernier se comporte comme de l'eau oxygénée. On utilise, pour se faire, le perborate de sodium tétrahydrate à un titre massique compris entre 5 et 25 %.

### 2. CARACTERISTIQUES DU PRODUIT :

#### Perborate de sodium tétrahydrate

Le perborate de sodium tétrahydrate est un produit blanc, cristallisé sous la forme  
 **$\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$**

Masse moléculaire : 153,8 g / mol

Masse volumique réelle : 1730 kg / m<sup>3</sup> à 25 °C

Température de fusion : voisine de 65 °C

Solubilité : peu soluble dans l'eau, 2 g dans 100 g à 16 °C

Enthalpie de cristallisation :- 48,1 kJ / mol à 16 °C

Les solutions de perborate de sodium tétrahydrate dans l'eau ont un pH de 10,2 à 10,3 pour des concentrations massiques de 1 à 20 g / L

Le perborate de sodium tétrahydrate est relativement stable lorsqu'il est stocké à une température inférieure à 50 °C et en atmosphère sèche ( humidité relative inférieure à 60 %).

En solution, il se comporte comme de l'eau oxygénée et possède des caractéristiques oxydantes ou réductrices suivant le pH.

### 3. FICHE SECURITE

## PERBORATE DE SODIUM TETRAHYDRATE

synonyme(s) :

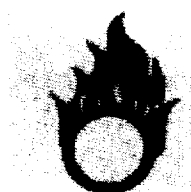
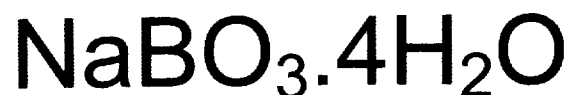
ACIDE PERBORIQUE, SEL DE SODIUM TETRAHYDRATE

N° CAS : 10486-00-7

N° EUROPEEN (et/ou) EINECS :

2343900

FORMULE MOLECULAIRE :



O - Comburant



Xi - Nocif

	PHRASES DE RISQUES
8	Favorise l'inflammation des matières combustibles
22	Nocif en cas d'ingestion
36/37/38	Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau

	PHRASES DE PRECAUTIONS
17	Tenir à l'écart des matières combustibles
26	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste
36	Porter un vêtement de protection approprié

#### 4. SCHEMA DE PROCEDE DE LA FABRICATION DU PERBORATE DE SODIUM TETRAHYDRATE

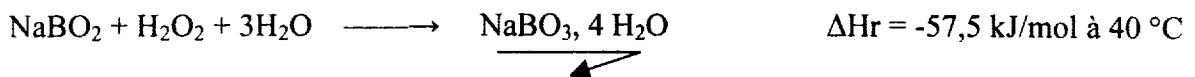
PRINCIPE DU PROCEDE :

- o Préparation du métaborate de sodium :  $\text{NaBO}_3$

Elle est effectuée entre 70 et 100 °C dans la **cuve A**, par l'action de NaOH sur un minéral de bore, avec agitation. La solution obtenue est en général filtrée sur un **filtre rotatif F**, ajustée à 35 % masse, puis envoyée dans la **cuve de stockage B** où elle est maintenue à 40 °C

- o Cristallisation du perborate de sodium :  $\text{NaBO}_3, 4 \text{H}_2\text{O}$

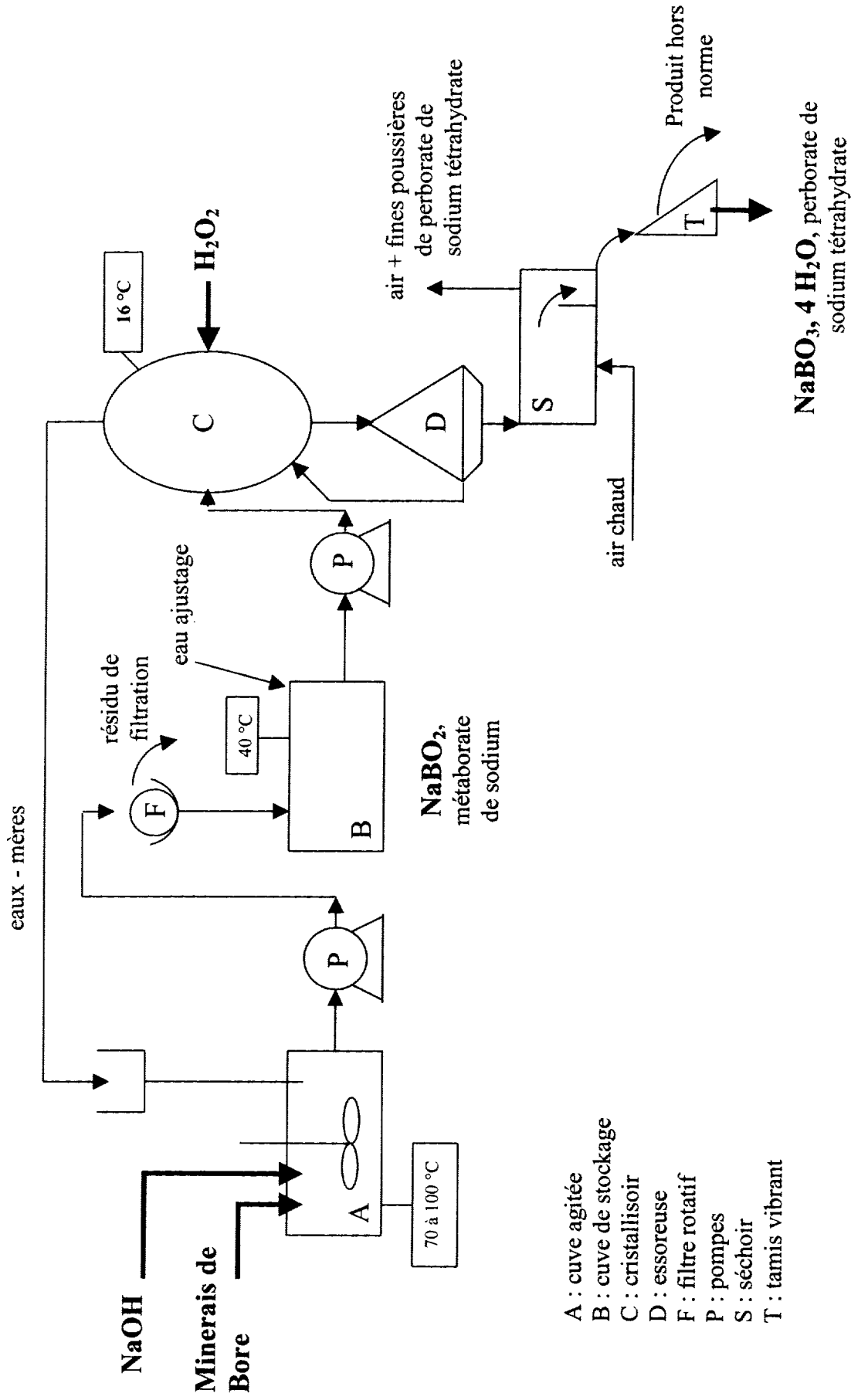
La production de perborate de sodium tétrahydrate s'effectue en milieu aqueux, dans un **crystalliseur C** agité par les fluides y circulant. La réaction exothermique se réalise par le mélange d'une solution de peroxyde d'hydrogène,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , et d'une solution de métaborate de sodium provoquant la précipitation du perborate de sodium tétrahydrate peu soluble :



- o La cristallisation est réalisée à environ 16 °C, de préférence en lit fluidisé dans le cristalliseur, avec l'emploi d'adjuvants spécifiques non représentés sur le schéma, afin de régler la masse volumique et la résistance mécanique des cristaux suivant les exigences des clients.

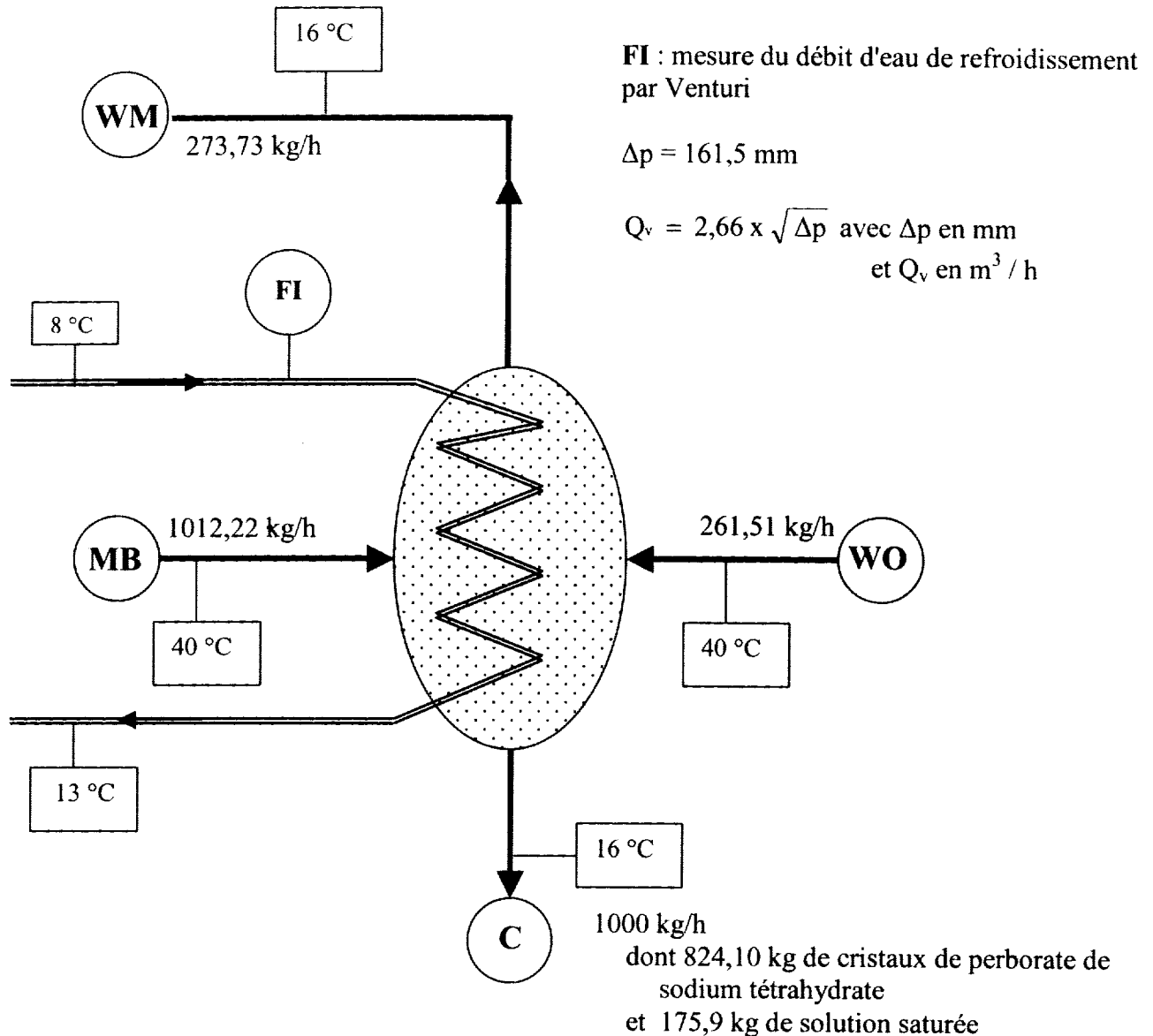
- o En pied du cristalliseur C, les cristaux sont prélevés avec un peu d'eaux-mères et envoyés dans l'**essoreuse D**. Ils passent ensuite dans le **sécheur S**, puis on retire les cristaux hors norme (qui seront recyclés) sur le **tamis vibrant T**.

SCHEMA DU PROCEDE



## 5. ETUDE THERMIQUE DU CRISTALLISEUR

Lors d'une fabrication de perborate de sodium tétrahydrate, au **débit de fabrication de 5358 mol / h** en sel cristallisé recueilli, nous avons le bilan suivant :



Données numériques :

Cp de la solution saturée de perborate de sodium lors de la réaction :	4,098 kJ / (kg . K)
Cp de l'eau à l'état liquide :	4,18 kJ / (kg . K)
Cp moyen des cristaux de perborate de sodium tétrahydrate :	2,51 kJ / (kg . K)
$\Delta H_r$ enthalpie molaire de réaction :	- 57,5 kJ / mol
$\Delta H_c$ enthalpie molaire de cristallisation :	- 48,1 kJ / mol