

# CHAÎNE DE FABRICATION D'UN SIROP

L'épreuve EP1 comporte trois parties distinctes :

⇒ Partie EP1-1 : Instrumentation et Boucles de régulation  
120 Points

⇒ Partie EP1-2 : technologies appliquées, électrotechnique  
48 Points

⇒ Partie EP1-3 : Automatismes  
72 Points

Le dossier remis au candidat comprend 30 pages

Pages 1 à 4 : Présentation du procédé

Pages 5 à 19 : Partie EP1.1

Pages 20 à 26 : Partie EP1.2

Pages 27 à 30 : Partie EP1.3

NB : La totalité du dossier est à remettre aux surveillants à la fin de l'épreuve

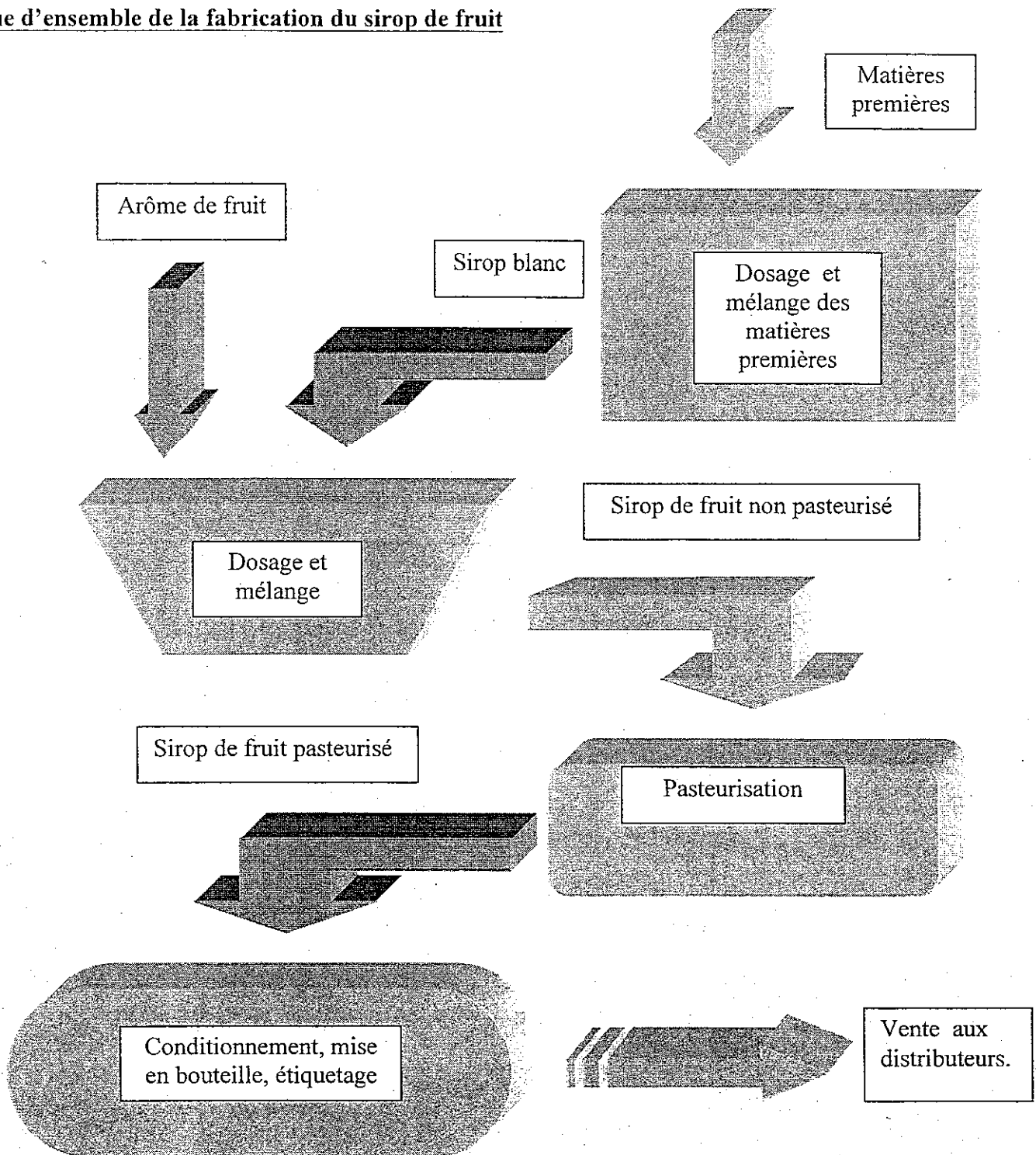
GROUPEMENT « EST »	SESSION 2003	SUJET	TIRAGES
Examen : B.E.P. Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code(s) examen(s) :		
Epreuve : EP1 – Epreuve de Technologie	Durée : 5 h	Coef. : 6	Page : 1/30

## PRESENTATION DU PROCEDE

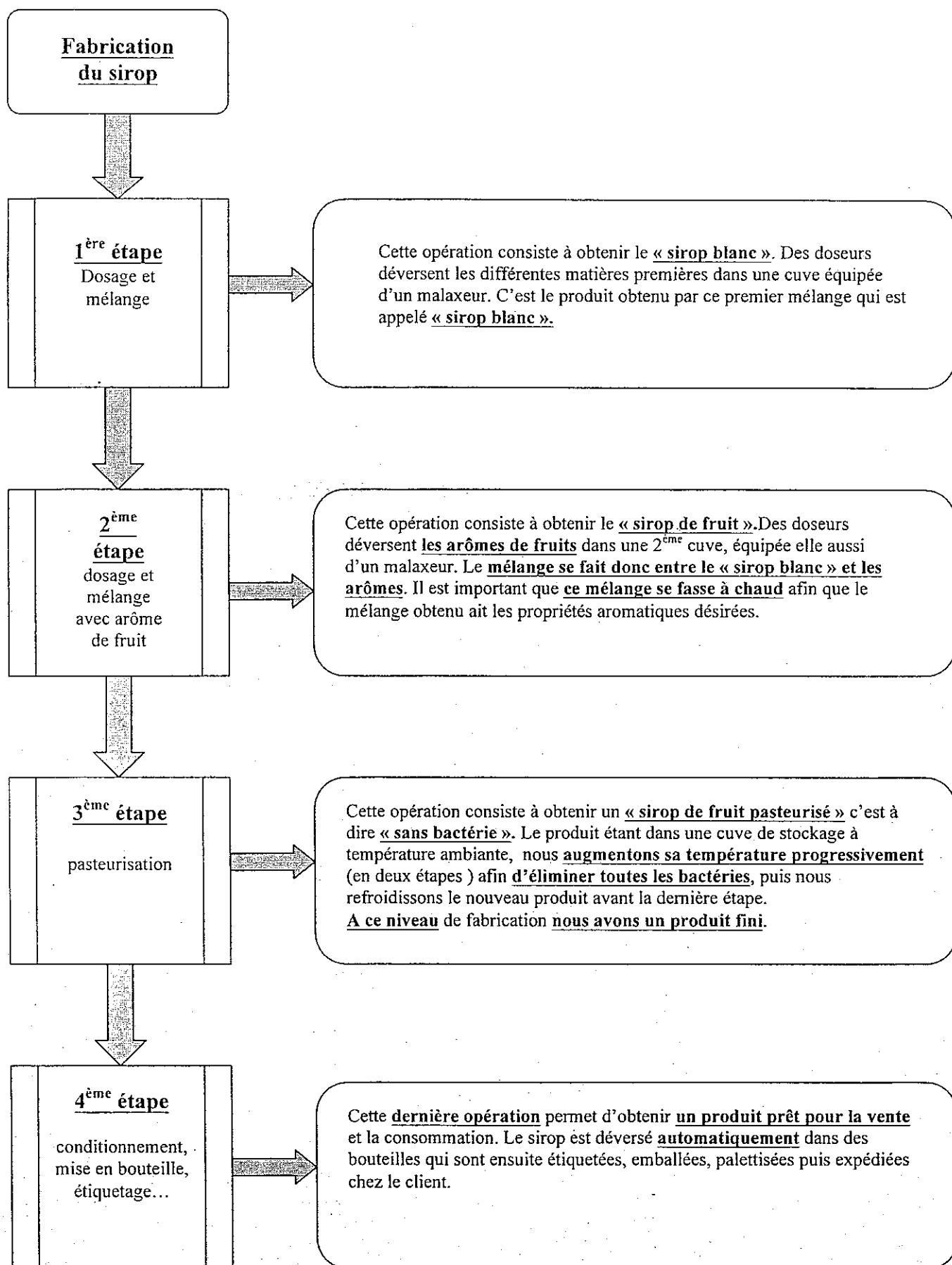
Une **entreprise du secteur agroalimentaire** met à la vente un sirop de fruit obtenu après plusieurs étapes de fabrication et de transformation de différentes matières ( principalement eau, sucre et arômes de fruits).

Une **suite ordonnée** d'opérations conduit donc à l'obtention du sirop. **Cette suite comporte quatre** étapes.

### 1°) Vue d'ensemble de la fabrication du sirop de fruit



## 2°) Les différentes étapes de fabrication du sirop



### 3°) Etude du procédé de « Pasteurisation »

Nous vous proposons d'étudier pour la première partie de votre épreuve le « procédé consistant à pasteuriser le sirop de fruit.

#### 3.1. Définition

L'opération de pasteurisation est appliquée pour certains produits agroalimentaires afin de détruire par la montée en température les micro-organismes pathogènes (\*) et la majorité des autres germes pour des raisons d'hygiène et de conservation. *Ceci tout en conservant au maximum les caractéristiques physiques et biochimiques du produit.*

(\* micro-organismes pathogènes : organismes microscopiques qui peuvent causer une maladie)

#### 3.2. Domaine d'application

La pasteurisation est appliquée à de nombreux produits agroalimentaires tels que le lait, la bière, le cidre, les jus de fruits ...

#### 3.3. Méthode employée pour pasteuriser un produit

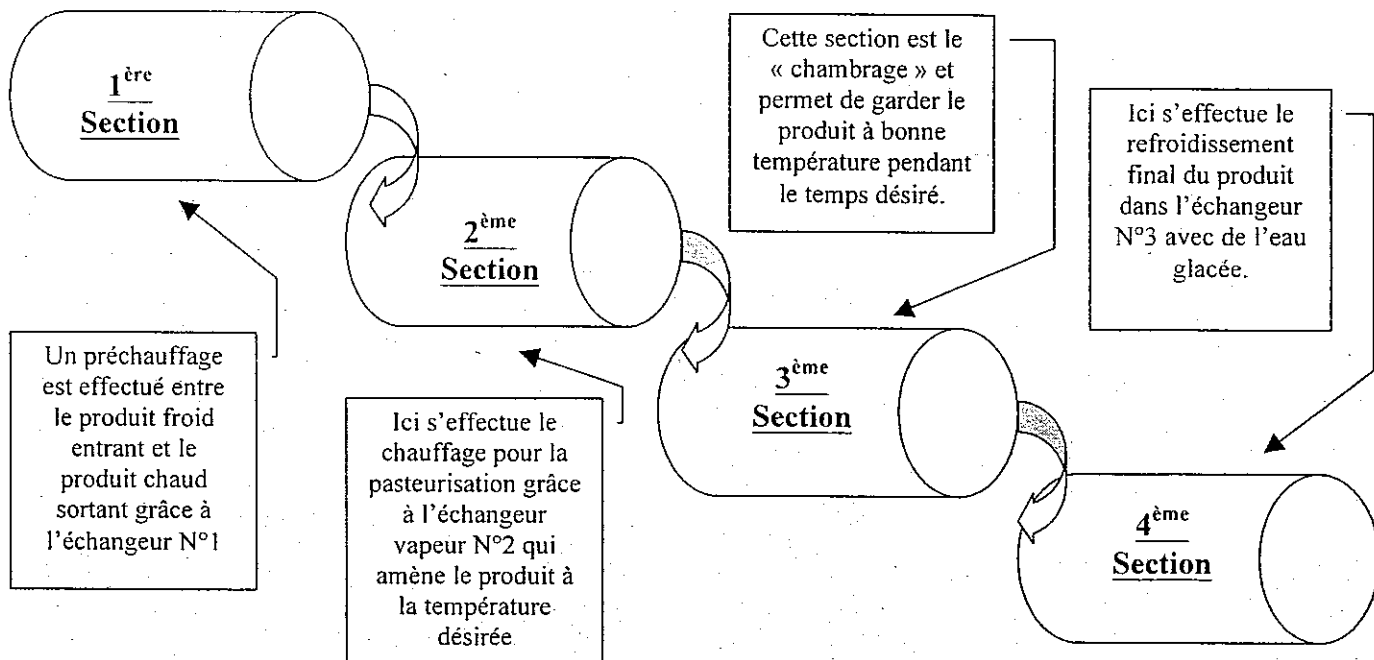
La pasteurisation permet de conserver des aliments pendant une durée limitée. Elle s'effectue généralement à des températures inférieures à « 100 °C ». Elle doit être suivie d'un refroidissement rapide.

Les « pasteurisateurs » utilisés sont des échangeurs de chaleur à plaques ou à tubes, utilisant comme source d'énergie « l'eau chaude » ou « la vapeur ».

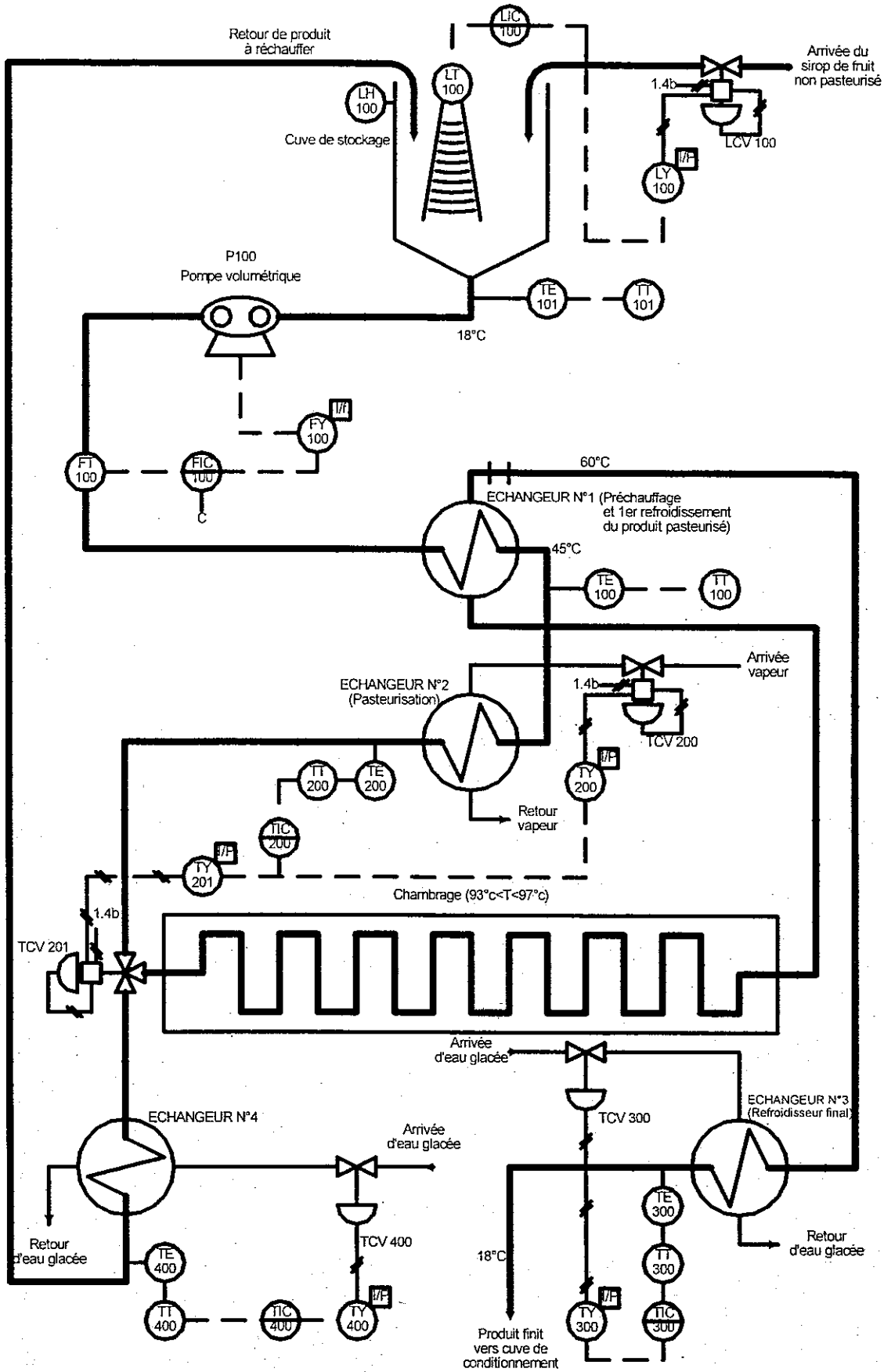
Ces appareils sont construits en acier inoxydable.

Ils comportent quatre sections :

*NB : l'échangeur N°4 permet d'avoir le retour du produit qui ne serait pas passer dans la section de chambrage et qui va donc être refroidi et réutilisé dans la cuve de stockage.*



1°) Schéma « TI » du processus de pasteurisation



## 2°) Compréhension du Procédé

Cette première partie vous permettra de vérifier si la compréhension du processus de pasteurisation est acquise.

### 2.1 Donnez les quatre opérations qui permettent d'obtenir une bonne pasteurisation.

↙		/1point
↙		/1point
↙		/1point
↙		/1point

### 2.2. Définissez précisément le rôle de la pasteurisation d'un produit.

↙		/2points
---	--	----------

### 2.3 A l'aide du schéma « TI » page 5/30, donnez la désignation de chacun des instruments désignés ci dessous :

	Fonction de l'instrument	Lieu d'implantation
⇒ FIC 100	/1point	
⇒ TE 101	/1point	
⇒ TT 400	/1point	
⇒ TCV 200	/1point	

2.4. Quelle est le type de la pompe « P 100 » représentée symboliquement sur le schéma «TI»?

↙

/2points

2.5. Quelles sont les avantages de ce type de pompe ?

↙

/2points

2.6. L'échangeur N° 4 ne sert pas à obtenir la pasteurisation du produit mais a une autre fonction sur le procédé.

Expliquez ci dessous le rôle de cet échangeur.

↙

/3points

2.7. L'échangeur N°1 a un rôle important dans le cycle de pasteurisation car il effectue à lui seul deux fonctions. Citez précisément ci dessous ces deux fonctions.( voir schéma « TI »)

↙

/1point

↙

/1point

3°) Mesure et régulation de niveau

3.1. Le Capteur-transmetteur de niveau « LT 100 » représenté sur le schéma « TI » de la page « 5 » est de technologie « ultrasonique ».

Expliquez ci-dessous le principe de fonctionnement d'un tel capteur.

↙

/3points

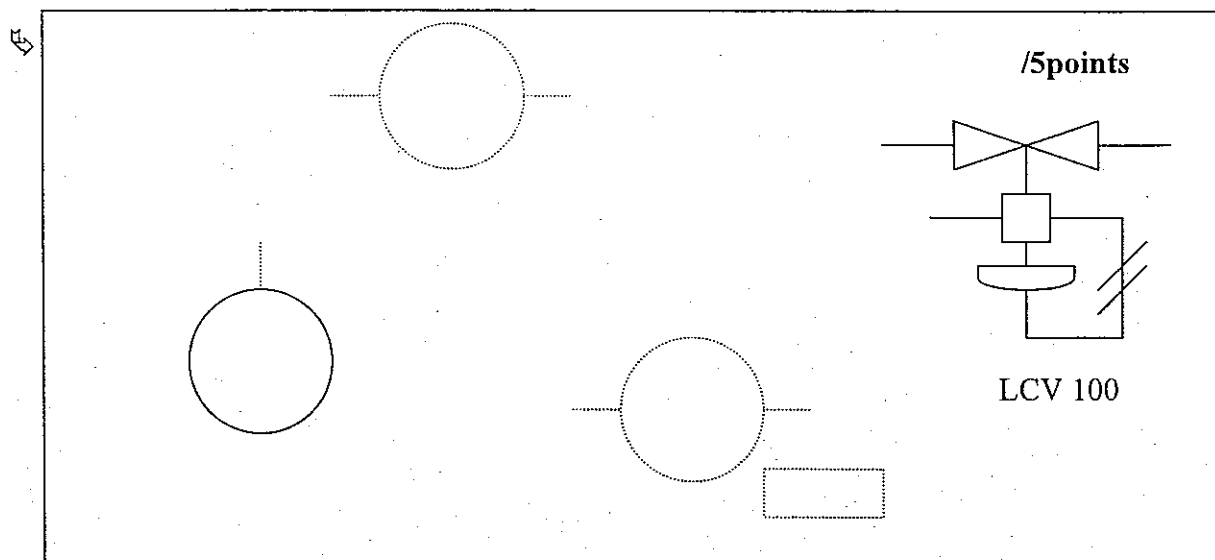
3.2. Pour ce type de capteur que signifie la notion de « bande morte » ?

↙

/1point

3.3. Nous souhaitons effectuer une régulation de niveau dans la cuve de stockage grâce au LT 100 et ainsi établir une boucle de régulation simple à l'aide de la vanne « LCV 100 ».

Complétez le schéma ci dessous afin d'établir cette boucle de régulation simple en utilisant les symboles normalisés pour l'ensemble des instruments ( Supprimez tous les traits pointillés qui n'ont pas lieu d'être).





3.4 Dans cette boucle de régulation simple, désignez ci-dessous :

↙ **La grandeur réglée :** /1point

↙ **La grandeur réglante :** /1point

↙ **La grandeur perturbatrice :** /1point

3.5 La cuve de stockage utilisée a une hauteur 5 mètres. Le capteur à ultrasons est installé et la documentation est jointe en page « 10/30 ». Nous vous demandons de vérifier à l'aide de cette documentation les points suivants :

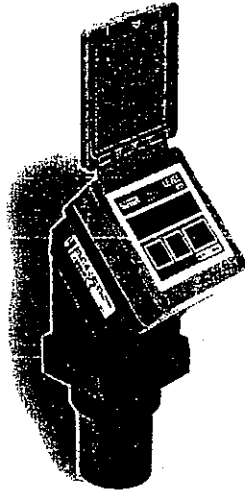
↙ Ce type de capteur est il également transmetteur ? Pourquoi ? /2points

↙ Quelle est la valeur de la **bande morte** sur ce type de capteur ? /1point

↙ Ce type de capteur peut il être **utilisé en cuve fermée** ? Pourquoi ? /1point

↙ Quelles sont les **possibilités d'affichage sur ce capteur** ? /1point

↙ Sachant que nous souhaitons un **connecteur DIN 43650**, quelle sera la référence de commande du capteur ? /1point



**Transmetteur de niveau sans contact**

- ✓ La fonction Teach-In pour une mise en service facile permet une réduction du coût de la solution globale
- ✓ Fonction de simulation pour tests à secs du système
- ✓ „Easy Link®“ avec sortie courant 4...20 mA pour contrôle continu

Le transmetteur de niveau à ultrasons type 8175 combine un capteur à ultrasons et un transmetteur avec un affichage multilingue à 8 digits dans un boîtier IP65 en matière plastique.

Le transmetteur est alimenté en 18-32 VDC et a une sortie 4-20 mA 3-fils pour raccordement à un automate, un afficheur ou une vanne de régulation.

La mise en service facile et rapide est garantie par les fonctions „TEACH-IN“, „Simulation“. Pour une mesure de volume, différentes formes simples de réservoirs (cylindrique, cubiques, sphérique) sont prédéfinies. Des formes complexes peuvent être programmées pas à pas par la fonction „Teach-In“.

La valeur mesurée peut être affichée comme un niveau, une distance (en cm, m, pouce ou pied) ou directement comme un volume (litre, m³, imp. gal, us gal).

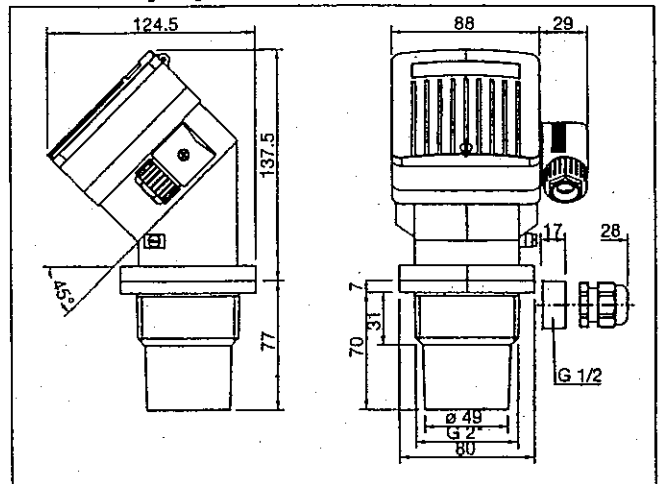
Mesure continue sans contact de niveau ou volume de liquides en cuve fermée ou ouverte.

**Caractéristiques du process**

Plage de mesure	0.30 à 10 mètres*
Précision	± 0.25% P.E. ± 0.15% P.E. après Teach-In
Résolution	± 3 mm
Fréquence	50 kHz
Impulsions	8 impulsions par seconde
Ouverture du cône d'émission	8°
Bande morte	30 cm à partir de la base du transmetteur
Affichage	15 x 60 mm LCD 8 digits, alphanumérique 15 segments, Hauteur caractère 9 mm
Alimentation	18-32 VDC
Courant	200 mA maximum
Signal de sortie	4-20 mA en puits ou en source, alarme 22 mA
Charge à 32 V	max. 1300 Ω
à 24 V	max. 1000 Ω
à 18 V	max. 550 Ω
Température du fluide	-40 à +80°C
Température ambiante	-20 à +60°C
Compensation en température	Automatique avec sonde de température intégrée max. 2 bar à 25°C
Classe de pression	
Matériau du capteur	PVDF
Matériau du boîtier	PC, renforcé 20% fibre de verre
Indice de protection	IP65
Raccordement	G 2" ou NPT 2"
Matériau d'étanchéité	FPM ou EPDM (ou aucun joint)
Inversion du signal	4-20 mA ou 20-4 mA

\* Dans les conditions de référence (25°C, 1 bar dans de l'air, sur liquide sans mousse)

**Dimensions [mm]**



Options:

Tensions 110V, 230V  
Versions séparées

**Paramètres du transmetteur**

Alimentation [V]	Raccordement [pouce]	Relais	Connecteur	Tableau de commande	
				Code Ident	Prix unit. FF
18-32 DC	G 2"	Non	DIN 43650, PG 9	430 822 M	5200,-
18-32 DC	G 2"	Non	PG 13.5	430 823 N	5200,-

**Paramètres pour accessoires**

Description	Tableau de commande	
	Code Ident	Prix unit. FF
Joint 2" FPM	430 749 K	28,-
Joint 2" EPDM	430 750 Q	28,-

3.6. Sachant que le niveau de sirop dans la cuve de stockage va varier entre 0 (0%) et 4.5 (100%) mètres, complétez le tableau suivant en considérant que vous venez d'étalonner le capteur à ultrasons.

/7 points

Hauteur de sirop en mètres ou en %		18 %	2,2 mètres			75 %	%
Courant de sortie capteur en mA	4 mA	m		12,3 mA	14,6 mA	mA	20 mA

3.7. Sur le schéma « TI » de la page « 5 » il existe une sécurité supplémentaire en cas de débordement assuré par le capteur LH 100. Il s'agit d'un détecteur de niveau à lames vibrantes symétriques.

a) Quel est le principe de fonctionnement de ce type de capteur ?

/2 points

b) En vous aidant de la documentation jointe en page « 12 », donnez des arguments qui expliquent le choix de ce type de capteur :

→

→

→

→

/4 points

3.8. La vanne LCV 100 est équipée d'un positionneur et assure une régulation du niveau dans la cuve de stockage. Cette vanne sera t'elle de type :

SIGNAL OUVRE

ou

SIGNAL FERME

/3 points

Justifiez votre réponse :

**Caractéristiques techniques**

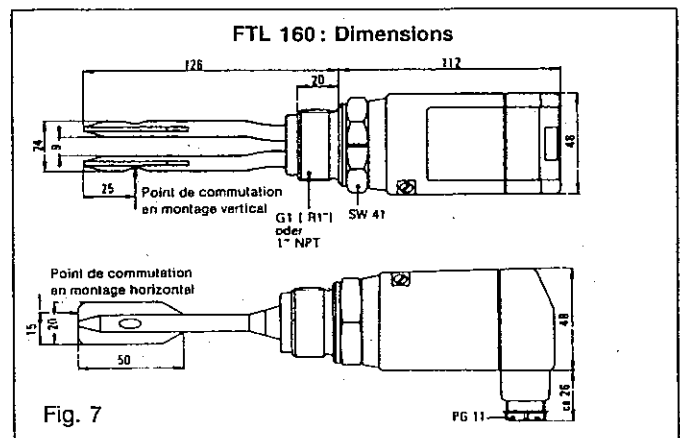
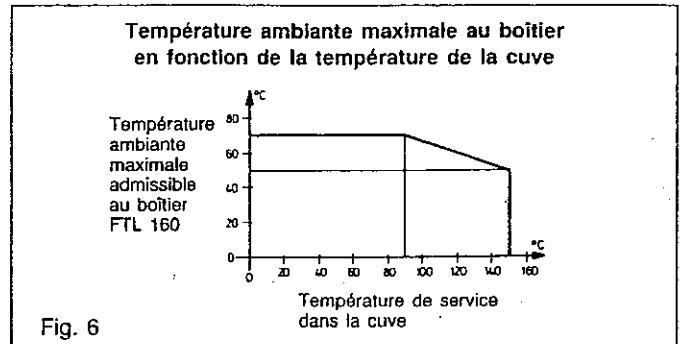
Dimensions	: voir fig. 7
Filetage de fixation	: 1" gaz
Partie fileté et élément vibrant	: en une pièce, en acier inox 1.4581
Boîtier (bleu) et couvercle de protection des connexions (noir)	: en polycarbonate renforcé fibres de verre
Indice de protection DIN	: IP 56
Poids	: 0,55 kg
Pression de service dans la cuve :	16 bars max.
Pression d'épreuve	: 24 bars
Température de service dans la cuve	: - 40 °C à + 150 °C
Température ambiante au boîtier :	- 20 °C à + 70 °C
Viscosité maximale du produit	: 2000 mm <sup>2</sup> /sec (cSt)
Tension du réseau	: 21V à 250V, 50/60 Hz
Bornes de connexion	: capacité 2,5 mm <sup>2</sup> max.
Traversée de câble	: PG-11
Charges électriques possibles	
- temporaires (max. 40 ms)	: 1,5 A max. 375 VA max. à 250 V 36 VA max à 24 V
- permanentes	: 350 mA max 87 VA max. à 250 V 8,4 VA max. à 24 V
Courant de charge minimal	: à 250 V: 10 mA à 24 V: 20 mA
Courant de repos	: < 5 mA
Chute de tension	: 10 V max.
Commutation sécurité min./max.	: au choix par commutateur.

Le FTL 160 est un détecteur de niveau à sonde vibrante symétrique. Il est compact, économique, destiné à l'utilisation sur liquides.

Ses principaux avantages sont les suivants :

- sans entretien, car il travaille sans pièces en mouvement **donc pas de frais d'entretien ou de nettoyage**
- fonctionne en toute sécurité jusqu'à une viscosité de 2000 c St, même avec un colmatage important, n'est pas affecté par les matières en suspension, les bulles de gaz, la mousse de surface  
**le même détecteur économique pour tous les liquides**
- il n'est pas sensible aux courants ou aux turbulences et peut être ainsi monté directement sur des mélangeurs et des tuyauteries  
**ne nécessite ni by-pass, ni chambre de mesure**

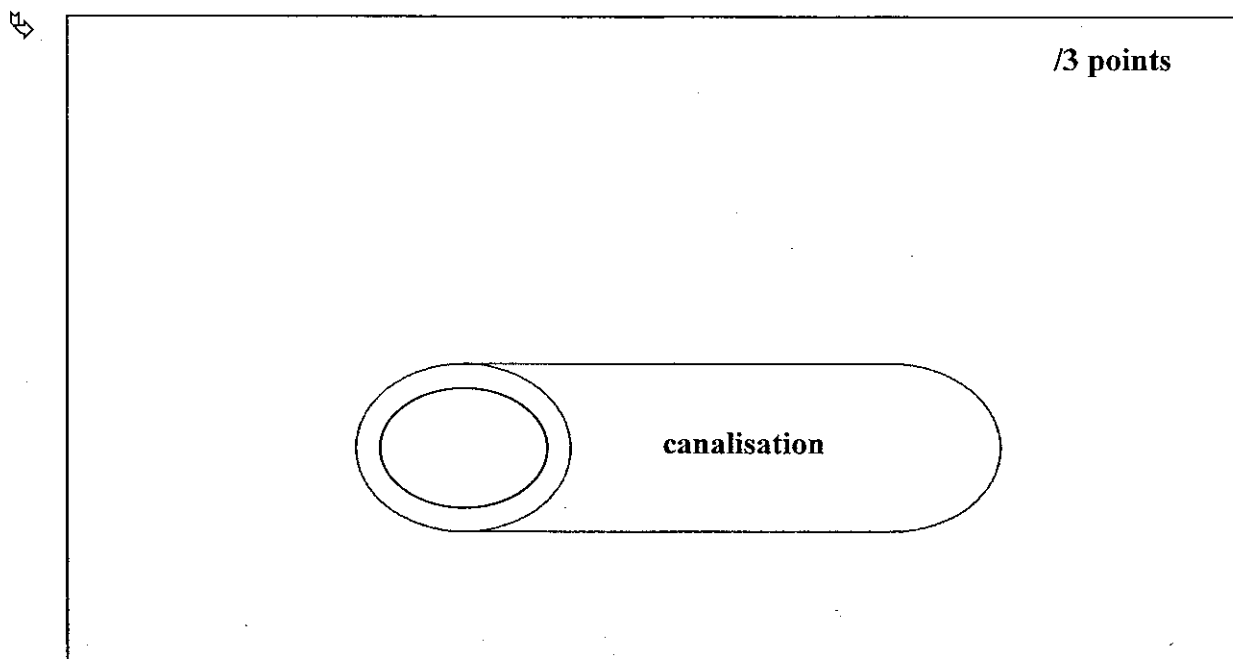
Temps de réponse : env. 0,5 s  
 Hystérésis de commutation : env. 2,5 mm  
 Indicateur de position de relais : une diode rouge allumée lorsque la charge est coupée  
 Sous réserve de modifications techniques.



- commute avec une précision millimétrique dans tous les liquides, indépendamment de la densité, de la température, de la viscosité et des caractéristiques électriques.  
**utilisation optimale des volumes de stockage, exploitation sans problème ...**
- ne nécessite aucun réglage  
**fonctionnement sûr, rapide, mise en service économique**
- mise en place facile sans démontage dans un manchon fileté R 1" (gaz)  
**montage rapide et économique même dans des ouvertures de faibles dimensions**
- fonctionnement indépendant de la position  
**possibilité d'utiliser tout manchon soudé existant, quelle que soit son orientation**
- état de commutation visualisé sur site par LED  
**l'état du niveau peut être connu d'un simple coup d'œil.**

**4°) Mesure et régulation de débit**

**4.1. Le transmetteur « FT 100 » est un Débitmètre Electromagnétique (DEM). Expliquez ci dessous son principe de fonctionnement. Complétez également le schéma ci dessous en plaçant le « D.E.M. » sous une forme simplifiée sur la canalisation.**



**4.2. Citez quatre autres instruments qui permettraient de mesurer également le débit du sirop dans la canalisation.**

/4 points

↙

↙

↙

↙

**4.3. Quels sont les avantages du «D.E.M.» sur les quatre autres instruments cités précédemment ?**

↙

/2 points

**Donnez ici un inconvénient :**

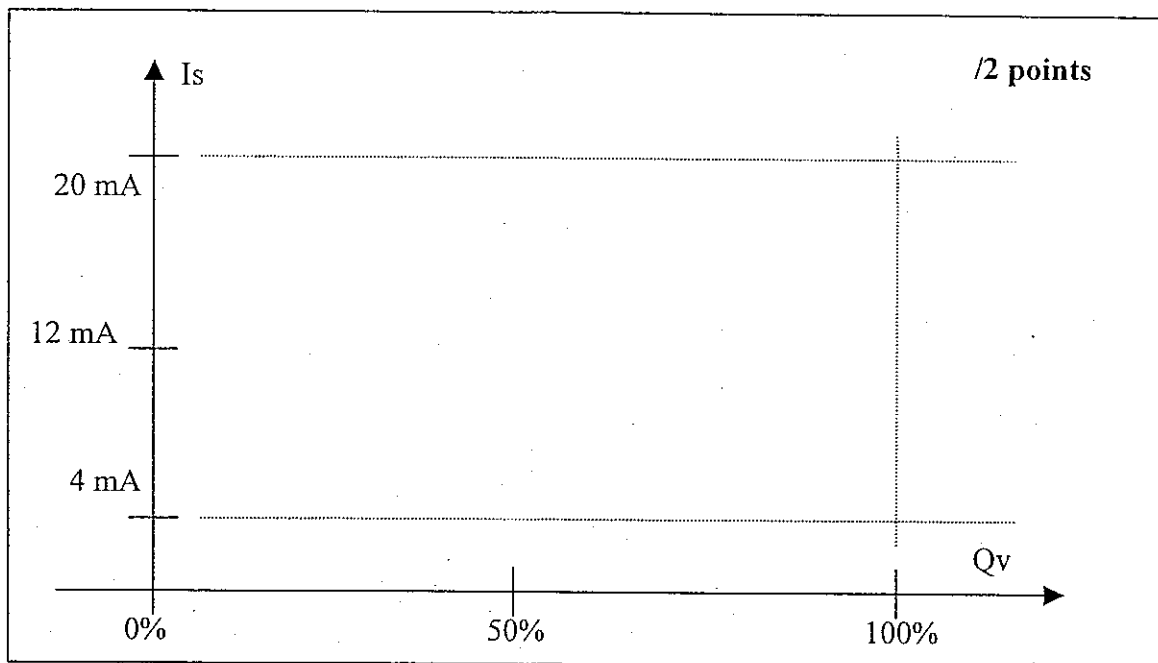
4.4. D'après le schéma « TI » de la page « 5/30 », dans la régulation de débit quel sera le rôle de l'instrument piloté par le « FIC 100 » ?

↺

/2 points

4.5. Tracez ci dessous la caractéristique  $I_s = f(Q_v)$ ,  $I_s$  étant le signal de sortie du « D.E.M. » et  $Q_v$  le débit volumique du sirop dans la canalisation.

↺



4.6. Sachant que le débit maximum dans la canalisation sera « 200 l/h » et que la vitesse du sirop sera de « 0,5 m/s », calculez le diamètre que devra avoir la canalisation.

↺

/4 points

4.7. Le sirop pasteurisé a une densité de « 1,15 », calculez le débit massique de celui ci si Qv est égal à 200 l/h.

↙

/2 points

4.8. Nous souhaitons améliorer la régulation de température pour la pasteurisation en sortie de l'échangeur N° 2. En effet, la valeur réglante étant le « débit vapeur » ce dernier n'est pas régulier car il existe des variations de pression qui peuvent avoir une incidence sur la qualité de la pasteurisation (mauvaise montée en température).

Pour perfectionner cette régulation vous devez installer une régulation « cascade » sur la grandeur réglante qui est le « débit vapeur ». Il faudra donc installer une mesure et une régulation de débit sur l'arrivée vapeur.

a) Quel est l'avantage d'une régulation cascade par rapport à une régulation simple ?

↙

/2 points

b) Compléter le « Plan de Circulation des Fluides » ci dessous en faisant apparaître la « boucle cascade ». (Ne pas relier la vanne TCV 201 pour alléger le schéma)

