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

PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS

SESSION **2024**

ÉPREUVE **E2** : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE

ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ

DOSSIER RESSOURCES

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

*Le dossier se compose de **13** pages, numérotées de **1/13** à **13/13**.*
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

1 L'entreprise BierOman :

L'entreprise, **BierOman**, est spécialisée dans la fabrication de bières locales dans le Sud de la France.
Elle commercialise ses bières auprès des particuliers mais aussi auprès de professionnels locaux (brasseries, restaurants, associations).
BierOman propose des bières traditionnelles :

- la « force blanche » : une bière légère avec des nuances fruitées,
- la « force jaune » : la bière blonde appelée aussi la bière classique,
- la « force noire » : la bière ambrée, une bière de caractère.

BierOman est une société qui compte 30 salariés travaillant 5 jours sur 7 du lundi au vendredi.
La société est organisée en 3 pôles :

- un pôle technique,
- un pôle qualité sécurité,
- un pôle administratif.

Le pôle technique est composé d'une équipe « procédé » chargée de réaliser la production et d'assurer le bon fonctionnement du procédé. L'équipe « procédé » est divisée en deux services travaillant étroitement ensemble :

- un service de production composé d'opérateurs de fabrication assurant les productions quotidiennes,
- un service technique - maintenance qui est en support de l'équipe de production pour les interventions et les améliorations du procédé.









Pour développer son activité, BierOman souhaite étendre sa gamme de production en proposant des bières de saison.

2 Généralités sur la bière :

La bière est une boisson alcoolisée obtenue par fermentation alcoolique d'un moût de produits végétaux contenant de l'amidon tels que l'orge, le maïs, le riz, la banane, le manioc... Ce moût est obtenu à l'issue d'une étape importante de la fabrication de la bière : le brassage. C'est la plus ancienne boisson alcoolisée connue au monde et la boisson la plus consommée après l'eau et le thé.

Pour produire de la bière, il est nécessaire de disposer :

- d'eau : elle constitue 85 à 95 % de la bière (le reste étant essentiellement constitué d'éthanol et de sucre). Le rôle de l'eau comme solvant permet au malt et au houblon de libérer leurs sucres et leurs arômes ;
- de malt (essentiellement d'orge mais également de froment) ;
- de houblon : il contient des acides qui stabilisent la bière et lui procurent son amertume, ainsi que des huiles essentielles qui enrichissent ses arômes. En outre, le houblon est un conservateur naturel ;
- de levures (champignons microscopiques), micro-organismes à la base même du processus de fermentation alcoolique (transformation du glucose en éthanol et en dioxyde de carbone).



L'orge



Le houblon

On distingue quatre types de fermentations :



Fermentation basse : les bières de fermentation basse sont couramment appelées *lagers*. Les bières obtenues ainsi ont un goût de houblon et de malt, elles sont souvent blondes. Elles sont en moyenne moins fruitées et moins alcoolisées (entre 4 et 7 degrés) que les bières de fermentation haute, mais plus chargées en gaz carbonique. La fermentation dure 7 à 10 jours entre 10 et 15 °C. Les bières obtenues par fermentation basse ont une durée de conservation supérieure à celles obtenues par fermentation haute.

Fermentation haute : les bières de fermentation haute sont appelées *ales*. La fermentation a lieu durant 3 à 8 jours à une température de 18 à 25 °C. La fermentation haute permet d'obtenir de hautes teneurs en alcool (entre 7 et 11 degrés) ainsi que des arômes complexes.
Les ales et les lagers sont généralement fermentées grâce à des levures de cultures.

Fermentation spontanée : les bières de fermentation spontanée sont par contre fermentées grâce à des levures sauvages présentes naturellement dans l'air environnant. Elles donnent un goût acide dû aux acides lactique et acétique.

Fermentation mixte : les bières de fermentation mixte combinent la fermentation haute et la fermentation spontanée.

3 Description du procédé de fabrication de la bière :

La fabrication de la bière se déroule en trois grandes étapes :

1. Le maltage de l'orge.
2. Le brassage.
3. La fermentation.

3.1 Le maltage

Le maltage est réalisé par une entreprise extérieure.
Le maltage consiste à faire germer l'orge. Cette étape se divise en plusieurs sous étapes :

- L'hydratation de l'orge par de l'eau à 15 °C dans un réservoir d'hydratation.
- La germination proprement dite qui se fait en 4 jours en aération, à température et humidité contrôlées dans un réservoir fermé**.**
- Le touraillage par des courants d'air chaud de 70 à 200 °C dans une tour a pour but de stopper la germination, de réaliser les réactions de coloration, la production d'arômes et de sécher le malt.

L'entreprise BierOman réalise les deux grandes étapes suivantes dans ses locaux. L'étude ne portera que sur ces deux étapes : schéma de procédés page 6/13.

3.2 Le brassage

Le **brassage** a deux objectifs : l'hydrolyse de l'amidon du malt (c'est l'étape de saccharification) et l'addition de houblon (c'est l'étape d'houblonnage).
Lors de l'étape du brassage, 6 opérations se succèdent :

- Dans un premier temps, le malt est concassé dans un broyeur à rouleau (**B1) (broyage)**.

- La mise en suspension ou « **empâtage** » se fait dans l'eau à 40-50 °C dans une grande cuve ronde que l'on appelle « malaxeur à maische » (**M1**). Dans ce malaxeur, on obtient la libération des sucres en élevant la température vers 62-64 °C. C'est ce que l'on appelle le brassin.
- Une **filtration** sur toile (**S1**) permet de séparer d'un côté le jus sucré appelé moût et de l'autre les résidus insolubles ou « drèches », qui sont destinées à l'alimentation du bétail.
- La **cuisson** du moût se fait dans un mélangeur (**M2**) grâce à une ébullition prolongée durant une à deux heures. Cette étape permet l'inactivation des enzymes et stérilise le moût. Lors de cette étape sont également ajoutés les houblons.
- Le moût houblonné est alors centrifugé (**S2**) pour éliminer les restes de solide encore présents.
- Enfin, le moût est refroidi jusqu'à une température de 6 °C dans un échangeur à plaques (**E1**).

3.3 La fermentation

La **fermentation** est déclenchée par l'ajout de levures *Saccharomyces cerevisiae* provenant de laboratoires. Les sucres vont subir la fermentation alcoolique.

- Le moût refroidi subit une fermentation principale en cuve (**K1**) en 3 à 8 jours à 20-25 °C par la levure *Saccharomyces cerevisiae* sous bullage d'oxygène. **Durant cette étape, 99 % du glucose est transformé en éthanol. Cette fermentation produit du dioxyde de carbone qui sera injecté lors du conditionnement. Cette étape permet la réalisation d'une bière classique.**
- Dans le cas d'une bière de garde, la fermentation se poursuit dans des tanks hermétiques (**K2**) durant 3 à 8 semaines à une température abaissée à 0-1 °C. L'objectif est de fermenter les 1 % de sucres restants, de saturer la bière en dioxyde de carbone et de laisser décanter les levures et les matières en suspension qui sont récupérées en fond de cuve.
- Une filtration finale est réalisée pour amener la bière à un trouble léger et éliminer les matières en suspension fine dans un filtre presse (**S3**)
- La fabrication se termine par une pasteurisation à 65 °C (pasteurisation basse) dans un échangeur à plaques (**E2)** afin d'améliorer la conservation du produit dans le temps.
- Le conditionnement se fait avec du dioxyde de carbone sous pression, récupéré lors de la fermentation principale (**C1**).

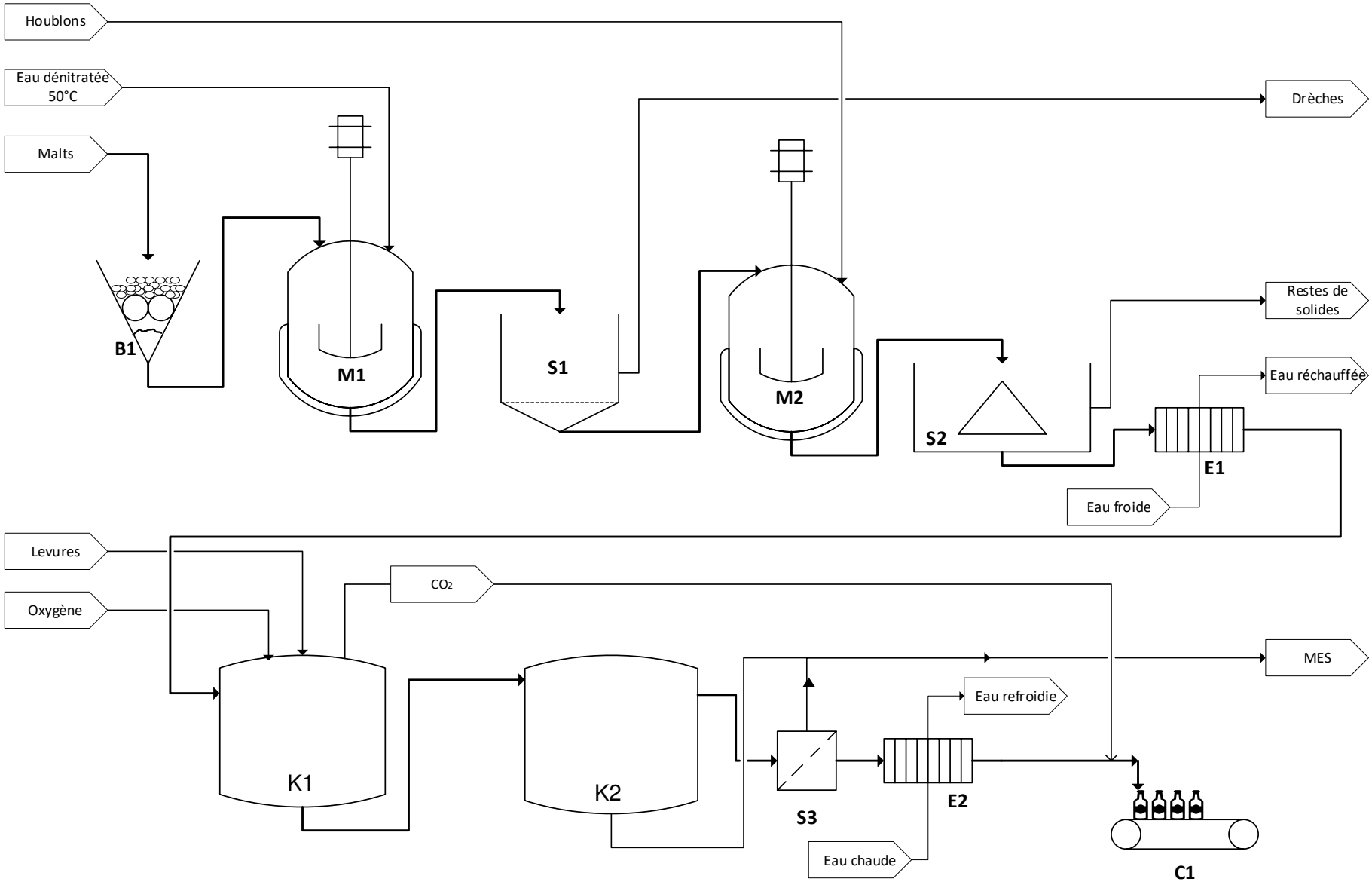


Schéma de procédés de la fabrication de la bière

4 Les données de production et matières premières de la bière de saison :

Pour réaliser la bière de saison, les quantités de matières premières sont fournies dans le tableau ci-dessous :
La production permet de produire **50 hL (1 hectolitre = 100 litres) par jour**.

Matières premières	**Quantité pour 1L de production** *de bière de saison*
Orge malté ou malts	0,25 kg/L de bière
Eau d'empâtage	0,8 kg/L de bière
Houblon saison	3,6 g/L de bière

5 Nettoyage de l'installation en fin de fabrication :

Un nettoyage de l'installation est obligatoire avant et après chaque fabrication.

L'objectif principal du nettoyage est de supprimer les résidus et les bactéries issus de la fabrication précédente. Le nettoyage se fait en faisant circuler des solutions de nettoyage sur les différentes surfaces des équipements (dans les tuyaux, les pompes, les vannes, les cuves etc.).

Le processus de nettoyage est donné ci-dessous :

- un rinçage complet à l'eau adoucie à 65 °C en une fois pour enlever les gros déchets ;
- **un lavage alcalin avec une solution d'hydroxyde de sodium** (NaOH) à 3 % à 65 °C pendant 30 min en recirculation ;
- un rinçage à l'eau adoucie pour éliminer la solution d'hydroxyde de sodium ;
- un rinçage avec un désinfectant stérilisant à 2 % ;
- un court rinçage à l'eau adoucie.

En fin de processus, les nettoyages sont contrôlés par une mesure de pH à la fin du cycle. Le nettoyage est conforme si le pH des eaux de rinçage prélevées est compris entre 5 et 8.

Un extrait de la fiche sécurité de la solution de lavage est donnée page suivante.

EXTRAIT INRS Fiche de sécurité de l'hydroxyde de sodium

Nom commun : Soude (NaOH).

SECTION 2: Identification des dangers

2.1 Classification de la substance ou du mélange

2.1.1 Classification selon l'ordonnance (CE) N° 1272/2008 [CLP]

Classes et catégories de danger	Mentions de danger
Corrosion cutanée, Catégorie 1A	H314
Substance corrosive ou mélange corrosif pour les métaux, Catégorie 1	H290

2.2 Éléments d'étiquetage

2.2.1 Étiquetage selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP]

Pictogrammes de danger



Mention d'avertissement: Danger

Mentions de danger	
H314	Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
H290	Peut être corrosif pour les métaux.

Conseils de prudence	
P280	Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.
P301+P330+P331	EN CAS D'INGESTION: rincer la bouche. NE PAS faire vomir.
P305+P351+P338	EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.
P308+P310	EN CAS d'exposition prouvée ou suspectée: Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON/un médecin.

SECTION 4 : Premiers secours

En cas d'exposition, appeler immédiatement un CENTRE ANTI-POISON / un médecin. En cas de perte de conscience, placer la personne en position latérale de sécurité et consulter un médecin. Si la victime est inconsciente ou si elle souffre de crampes, ne rien lui faire ingurgiter. Changer les vêtements souillés ou imprégnés. Ne pas laisser la victime sans surveillance.

En cas d'inhalation

Appeler immédiatement le CENTRE ANTI-POISON / un médecin. Transporter la victime à l'air libre, la garder au chaud et au repos. En cas de difficultés respiratoires ou d'apnée, recourir à la respiration artificielle.

En cas de contact avec la peau

Après un contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et du savon. Enlever immédiatement les vêtements souillés, imprégnés. Les brûlures chimiques nécessitent des soins médicaux immédiats, faute de quoi elles cicatrisent très mal.

En cas de contact avec les yeux

En cas de contact avec les yeux, rincer immédiatement et abondamment à l'eau courante en maintenant les paupières écartées pendant 10 à 15 minutes. Protéger l'œil non blessé et consulter un ophtalmologiste. Enlever les lentilles de contact si possible et continuer à rincer.

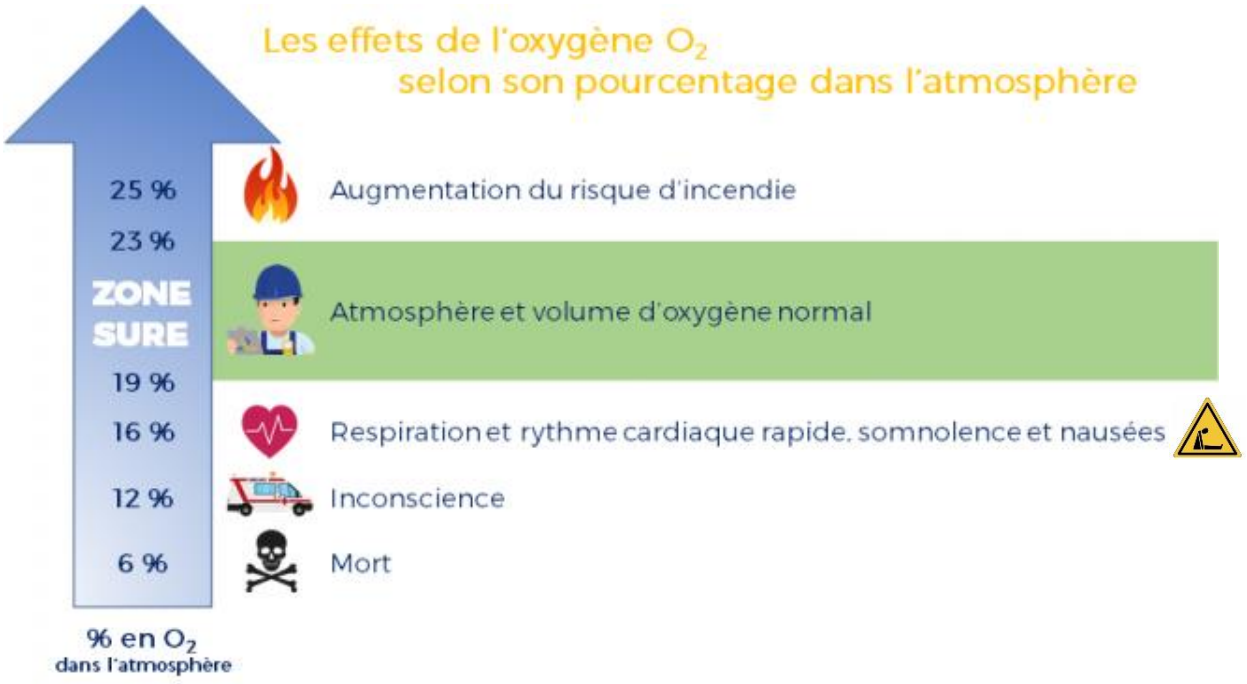
6 Suivi de la fermentation :

6.1 Flyer Sécurité : le CO_2 dans la fermentation

Attention : le CO_2 est un gaz invisible, inodore mais quand son pourcentage augmente dans l'air que nous respirons, notre santé est en danger !

En effet ce CO_2 formé se concentre dans l'atmosphère du local où se réalise la fermentation alcoolique et fait diminuer la teneur en dioxygène de l'atmosphère.

En conditions normales, l'air que nous respirons contient 21 % de dioxygène et 79 % de diazote (% volumique). Ci-dessous une échelle de la teneur du dioxygène dans l'air et ses effets :



6.2 Le risque d'anoxie :



<u>Définition</u> :

L'anoxie est due à une diminution de la quantité d'oxygène arrivant au niveau des cellules ou des tissus de l'organisme. Les signes d'anoxie apparaissent dès que le pourcentage d'oxygène passe sous la barre des 17 %. Les premières manifestations physiologiques sont la fatigue et le bâillement.

Afin d'éviter le risque d'anoxie, les locaux doivent être aérés régulièrement (automatiquement à l'aide d'un extracteur ou manuellement par ouverture des fenêtres, portes et aérateurs d'urgence).

6.3 Suivi de la fermentation alcoolique :

Suivi de fermentation	
Jour	**Densité**
0	1,16
1	1,15
2	1,13
3	1,12
4	1,11
5	1,1
6	1,085
7	1,07
8	1,065
9	1,055
10	1,05

6.4 Les données de contrôle :

Le contrôle du malt permet de prédire la qualité de la bière notamment en termes de couleur et de teneur en alcool. Pour cela, on mesure la densité et l'EBC (mesure européenne de la couleur de la bière) du malt. Ce qui permet de déterminer les caractéristiques de la bière finale.



Échelle de couleur EBC

Densité initiale	Alcool potentiel
1.000	0
1.010	0,8
1.020	1,5
1.030	4
1.040	5,2
1.050	6,6
1.060	8
1.070	9,2
1.080	10,6
1.090	12
1.100	13,2
1.200	14,8

Alcool Potentiel en % volumique

6.5 Formules de calcul pour le contrôle :

Calcul de l'EBC de la bière en fonction de celui du malt (cas d'un mélange de malts) :

$$EBC_{bière} = \frac{(m_{malt1} \times EBC_{malt1} \times 8) + (m_{malt2} \times EBC_{malt2} \times 8)}{volume_{bière}}$$

Les masses en kg et le volume en L

Calcul de la densité d'un mélange de malts :

$$d_{mélange} = \frac{(m_{malt1} \times d_{malt1}) + (m_{malt2} \times d_{malt2})}{masse\ totale_{mélange}}$$

Les masses en kg

Teneur réelle en alcool de la bière : 80 % de la teneur potentielle :
1 Degré alcoolique = 1 % volumique d'alcool

6.5.1 Fiche de contrôle prédictions par les malts pour la bière de saison

Brassin : BLB-189 Volume de bière : 25 000 L Date : 10/06/2024

	Malt 1	**Malt 2**
m en kg	5 750	500
EBC	7,5	29,0
d	1,06	1,16

FORMULAIRE BILAN THERMIQUE

Flux de chaleur Φ échangé lors d'une variation de température d'un fluide :

$$\emptyset = \boldsymbol{q_m} \,.\, \boldsymbol{Cp}.\, \boldsymbol{\Delta T}$$

ϕ = flux de chaleur en kJ/h reçu ou fourni

C_p = chaleur massique en kJ/(kg.°C)

q_m = débit massique en kg/h

ΔT= variation de température en °C

Relation entre débit massique et débit volumique :

$$q_m = q_v \times \rho$$

ρ = masse volumique en kg/L
q_m = débit massique en kg/h
q_v = débit volumique en L/h

Bilan thermique autour d'un échangeur sans pertes thermiques :

$$\emptyset_{froid} = \emptyset_{chaud}$$

ϕ_{froid} = flux de chaleur en kJ/h reçu par le fluide froid

ϕ_{chaud} = flux de chaleur en kJ/h fourni par le fluide chaud

FORMULAIRE BILAN MATIÈRE

Nombre de moles (quantité de matière) :

$$n = \frac{m}{M}$$

n = quantité de matière en kmol
m = masse du composé en kg
M = masse molaire en kg/kmol

Pourcentage volumique :

$$\%\, volumique = \frac{Volume\ constituant\ (m^3)}{Volume\ total\ (m^3)} \times 100$$

SYMBOLES D'INSTRUMENTATION

ORGANES CORRECTEURS

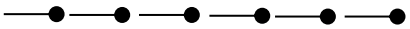


Vanne de régulation

TYPES DE LIAISONS

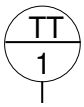
Électrique

Numérique

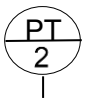


Pneumatique

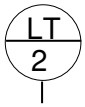
TRANSMETTEURS



Température



Pression

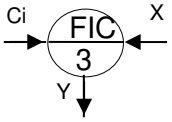


Niveau



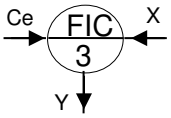
Débit

RÉGULATEURS



X : mesure

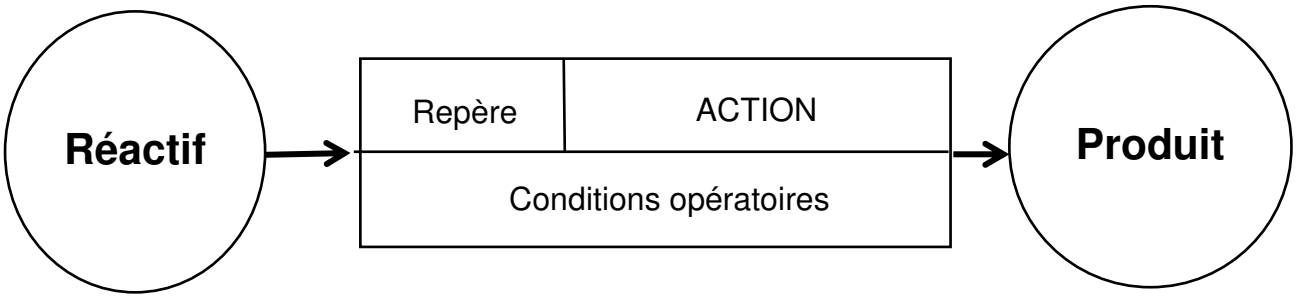
Y : signal du régulateur



Ci : consigne interne

Ce : consigne externe

Schéma de principe :



-

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.