



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie 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.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

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

SESSION 2016

ÉPREUVE E2 : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ

DOSSIER RESSOURCES

*Calculatrice autorisée, conformément à la circulaire n° 99-186 du
16 Novembre 1999
Aucun document autorisé*

*Le dossier se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.*

DOSSIER RESSOURCES		Session 2016	
Baccalauréat Professionnel PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS			
Épreuve E2 : Étude d'un procédé			
Repère : 1606 PCE T-DR	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	Page 1 sur 8

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN LATEX POUR CHEWING-GUM

1. Du LATEX au CHEWING-GUM

1.1. Généralités

Ce procédé a pour but d'étudier certaines des opérations de la fabrication de la gomme de base qui servira ensuite à fabriquer un chewing-gum. Cette gomme est un élastomère de base latex de qualité alimentaire, complexe à fabriquer. C'est elle qui donne ses propriétés élastiques au chewing-gum.



La suite de la fabrication du chewing-gum est beaucoup plus simple : cette gomme de base sera revendue au fabricant du chewing-gum qui l'utilisera pour la fabrication des tablettes ou des dragées. Ce fabricant ajoute à cette base les arômes, les édulcorants ou le sucre ainsi que divers additifs et auxiliaires de fabrication (colorant, gélatine, émulsifiant, stabilisant, agent gélifiant, bicarbonate)

Les ingrédients sont dosés avec rigueur pour obtenir des gommes plus ou moins élastiques. Ils sont malaxés entre une heure et demie et deux heures dans un pétrin qui fonctionne comme celui des boulangers. Le malaxage fait chauffer la gomme. Elle atteint à la fin une température de 95°C à 98°C. Le produit fini contiendra environ 20% de cette gomme latex.

1.2. Fabrication du latex

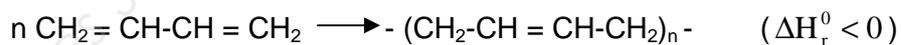
Le polybutadiène est obtenu par polymérisation du buta-1,3-diène. Il sert de base à la fabrication du latex par copolymérisation avec le styrène. Un copolymère est un composé formé de macromolécules renfermant des motifs monomères différents.

Le buta-1,3-diène (appelé butadiène dans la suite du dossier) est un dialcène: il possède deux doubles liaisons.

Le principe de la polymérisation est d'une part, de casser les deux liaisons en présence d'un initiateur et d'autre part d'assembler les molécules de butadiène entre elles. Il se forme alors un polybutadiène si l'on renouvelle cette opération en chaîne.

En polymérisation, l'initiateur sert à démarrer la réaction tandis que l'inhibiteur sert à la ralentir.

Une augmentation de température provoque une augmentation du taux de conversion.



Le procédé se décompose en quatre parties :

- la purification du butadiène,
- la purification de l'hexane,
- la préparation du mélange,
- la polymérisation du copolymère butadiène-styrène.

Dans le but d'en faire un latex de qualité alimentaire, toutes traces de styrène libre et d'hexane seront complètement éliminées du produit en fin de procédé.



2. DESCRIPTION DU PROCÉDÉ

2.1. La purification du butadiène

Le butadiène inhibé est stocké dans un bac. Il contient un inhibiteur qui devra être éliminé, par lavage à la soude avant la mise en œuvre du butadiène dans les chaînes de production. Cette opération s'effectue dans une tour de lavage **D4** par contact entre la solution de soude (NaOH) et le butadiène inhibé.

En sortie, le mélange traverse un décanteur **S1** où la soude et le butadiène se séparent. La solution de soude est réutilisée en circuit fermé.

Le butadiène s'écoule vers un autre décanteur secondaire **S2** dont le rôle est de séparer les gouttelettes éventuelles de la solution de soude, qui peuvent être entraînées.

La solution de butadiène est ensuite refroidie dans **E1** (afin de diminuer la solubilité dans l'eau) puis décantée dans **S3** afin d'éliminer l'eau.

L'eau est purgée et le butadiène est récupéré par débordement.

2.2. Préparation du mélange

Le mélange de butadiène, d'hexane (le solvant) et de styrène se fait dans un adsorbant à lit fixe **A1**. Le but de l'unité **A1** est d'une part d'éliminer les traces d'eau et d'autre part d'homogénéiser le mélange. Cette unité **A1** se compose de cuves remplies de billes d'alumine activées qui adsorbent l'eau en solution dans le mélange d'hydrocarbure.

Le butadiène humide à l'entrée de **A1**, contient jusqu'à 300 ppm (en masse) d'eau qui est un inhibiteur pour la polymérisation. En sortie, il doit contenir moins de 20 ppm (en masse) d'eau.

Une injection de NPH, qui est un inhibiteur, se fait au sommet de l'adsorbant **A1** pour permettre de contrôler la réaction de polymérisation du butadiène.

2.3. La polymérisation

La réaction est provoquée par un catalyseur dans le réacteur **A2**.

La réaction se fait en présence d'hexane qui a pour but de véhiculer le polymère. Le polymère va alors se former en suspension dans le solvant, sous forme de petits filaments de latex.

Une fois la réaction finie, le polymère, le solvant et les produits n'ayant pas réagi sont envoyés dans un évaporateur flash **A3** où une grande partie du solvant est éliminée sous vide avant d'être recyclée en **D1**. La séparation pour récupérer l'hexane se fait dans un filtre **S6**.

Le polymère est introduit dans un réacteur de finition **A4** où est ajouté un antioxydant (AO). On introduit également de l'eau qui a pour but de détruire le reste du catalyseur et de stabiliser la réaction.

2.4. La purification de l'hexane

Les produits qui se trouvent dans l'hexane sont les produits qui n'ont pas réagi lors de la polymérisation. Le solvant (l'hexane) contient une certaine quantité de produits lourds (styrène), légers (butadiène) et des traces d'eau.

Cette purification est essentielle pour le recyclage, elle est faite par distillation dans une série de colonnes à plateaux.

Le fond de la colonne de distillation **D1** s'enrichit en impuretés lourdes (styrène + eau). Le produit lourd (styrène + eau+ hexane) est dirigé en continu vers la tour de distillation **D2**, dont le rôle est de récupérer une fraction importante de l'hexane perdu avec le soutirage du fond de **D1**, pour le recycler vers **D1** après décantation dans **S5**.

Les lourds de la colonne **D2** sont stockés puis repris pour être brûlés dans des fours, afin de fabriquer de la vapeur.

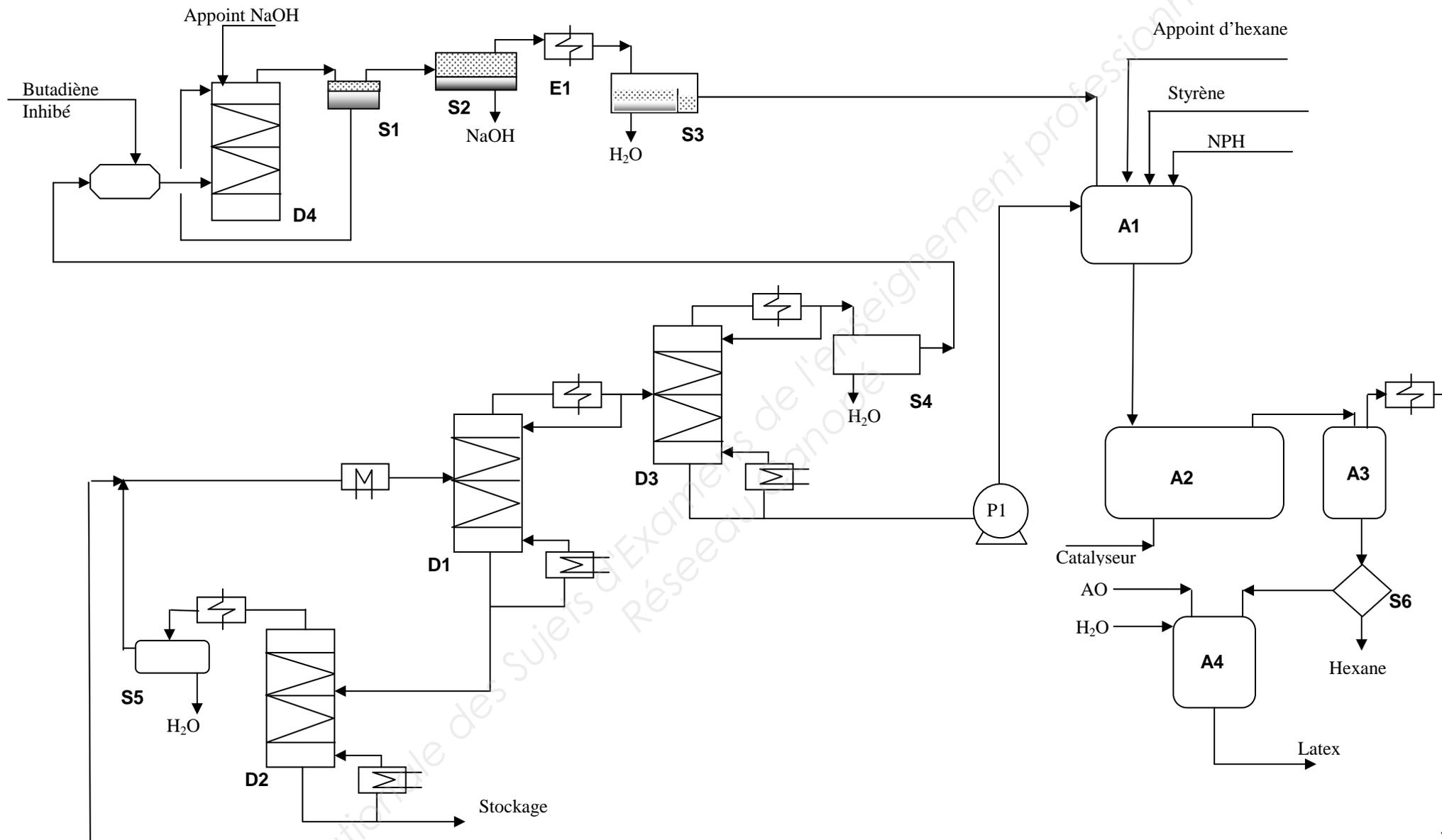
En tête de la colonne **D1**, le solvant débarrassé des lourds, est condensé puis envoyé en continu dans l'alimentation de la colonne **D3**.

Le rôle de cette colonne de distillation **D3** est d'éliminer le butadiène, et les impuretés légères que peut contenir l'hexane.

En tête de la colonne **D3**, les légers dont le butadiène, sont recyclés. Une purge permet de supprimer l'eau qui décante dans **S4** alors que le butadiène est recyclé.

En fond de colonne on récupère l'hexane purifié, qui est recyclé dans **A1**.

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN LATEX



EXTRAIT DE LA FICHE TOXICOLOGIQUE DE L'HEXANE

UTILISATIONS

- Solvant d'extraction des huiles végétales.
- Milieu réactionnel et solvant dans la fabrication des polyoléfines, caoutchoucs synthétiques et produits pharmaceutiques.
- Formulation de divers produits notamment colles, peintures et encres d'imprimerie.
- Agent dénaturant pour l'alcool.

Par ailleurs, l'hexane est un constituant de certains carburants et solvants pétroliers, notamment des essences spéciales.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

L'hexane est un liquide incolore, très volatil, ayant une odeur d'hydrocarbures semblable à celle des carburants.

Il est pratiquement insoluble dans l'eau (env. 10 mg/l à 20 °C) ; il est miscible à de nombreux solvants organiques. En outre, c'est un bon solvant des graisses, cires, résines...

Les principales caractéristiques physiques du **n-hexane** sont les suivantes.

Masse molaire	86,17
Point de fusion	-94,3 °C
Point d'ébullition	68,7 °C
Densité (D ₄ ²⁰)	0,6603
Densité de vapeur (air = 1)	2,97
Tensions de vapeur	16 kPa à 20 °C 25 kPa à 30 °C 53 kPa à 50 °C
Point d'éclair	-22 à -26 °C en coupelle fermée
Limites d'explosivité dans l'air (% en volume)	limite inférieure : 1,1 % limite supérieure : 7,5 %
Température d'auto-inflammation	225 °C
Coefficient de partage n-octanol/eau	log Pow = 3,90

À 25 °C et 101 kPa, 1 ppm = 3,52 mg/m³.

Les caractéristiques de l'**hexane commercial** varient selon sa composition. À titre indicatif, nous donnons quelques caractéristiques moyennes pour des solvants à moins de 5 % en poids de n-hexane et des produits renfermant environ 50 % en poids de n-hexane.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

Dans les conditions normales d'emploi, l'hexane est un produit stable. Il peut réagir vivement avec les agents fortement oxydants. Il ne corrode pas les métaux usuels.

Récipients de stockage

Le stockage de l'hexane peut s'effectuer dans des récipients en acier, acier inoxydable. Les polyéthylène, polypropylène, polyester, polytétrafluoroéthylène (Téflon®) sont également utilisables ainsi que le verre.

Le caoutchouc naturel, les caoutchoucs synthétiques et le polystyrène ne sont pas appropriés.

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

Une valeur limite d'exposition professionnelle contraignante dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le n-hexane (voir tableau 1).

PAYS	VLEP		Court terme (15 min)
	Moyenne pondérée sur 8 heures		
	ppm	mg/m ³	ppm
France			
n-hexane (VLEP contraignante)	20	72	-
hexane, autres isomères (VLEP indicative -circulaire)	500	1800	-
Union européenne			
n-hexane	20	72	-
États-Unis (ACGIH)			
n-hexane	50	-	-
hexane (autres isomères)	500	-	1000
Allemagne (valeurs MAK)			
n-hexane	50	180	-
hexane (isomères sauf n-hexane)	200	720	-

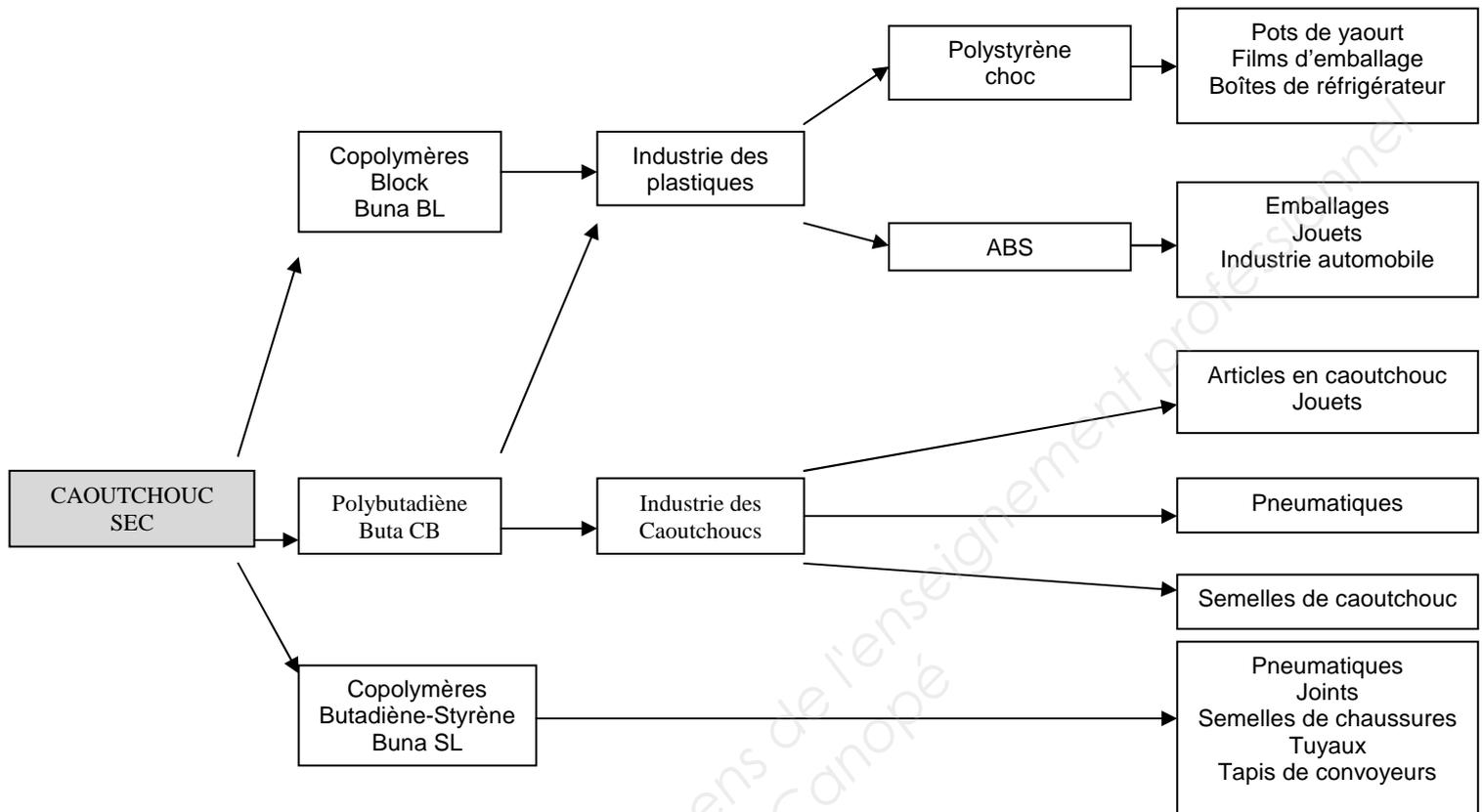
Tableau 1

MÉTHODES DE DÉTECTION ET DE DÉTERMINATION DANS L'AIR

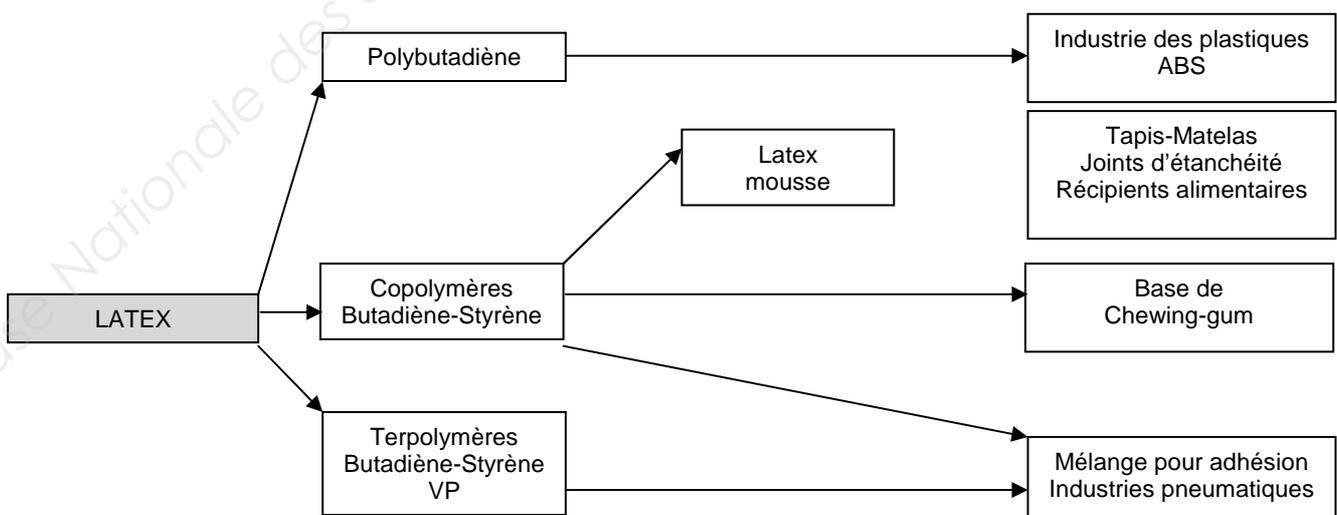
- Prélèvement au travers d'un tube rempli d'un support adsorbant (charbon actif) ou par diffusion sur un badge, soit rempli de charbon actif (badge GABIE®), soit contenant du charbon actif fixé dans un film de fluoropropylène (badge 3M/3500®). Désorption par le sulfure de carbone ou un mélange ternaire dichlorométhane/sulfure de carbone/méthanol (60/35/5). Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme.

APPLICATIONS DU CAOUTCHOUC SEC ET LATEX SYNTHÉTIQUE

Les applications des caoutchoucs secs vont de la modification des matières plastiques destinées à l'emballage, à la fabrication des pneumatiques et d'articles techniques : courroies, joints, semelles de chaussures.



Quant au latex, qui est livré par camion-citerne ou en fûts, ses applications sont très variées : matières premières pour plastiques (ABS), mousses de latex pour matelas et enduction de tapis, colles, adhésifs et base pour chewing-gum.



FORMULAIRE

- Flux thermique Φ sans changement d'état (en kJ/h) :

$$\Phi = q_m \times C_p \times \Delta T$$

avec q_m = débit massique (kg/h)
 C_p = Capacité thermique massique (kJ/(kg.°C))
 ΔT = (Ts - Te) (°C)

- Flux thermique Φ avec changement d'état (en kJ/h) :

$$\Phi = q_m \times L_v$$

avec q_m = débit massique (kg/h)
 L_v = chaleur latente de changement d'état (kJ/kg)

- Masse volumique

$$\rho = \frac{\text{Masse solution}}{\text{Volume solution}}$$

- Concentration massique :

$$C \text{ massique} = \frac{m \text{ soluté}}{V \text{ solution}}$$

- Pourcentage volumique :

$$\text{pourcentage volumique} = \frac{V \text{ soluté}}{V \text{ solution}} \times 100$$

- Titre massique :

$$w\% = \frac{m \text{ soluté}}{m \text{ solution}} \times 100$$

- Pression absolue = Pression relative + Pression atmosphérique

Pression atmosphérique = 10^5 Pa = 1 bar