



1 Des plantes pour soigner des cancers

Près de 70 % des médicaments anticancéreux doivent leur existence aux principes actifs de certaines plantes.

► Comment extraire des plantes ces molécules ?

Compétence

- Interpréter les informations provenant de divers documents.

Doc. 1 Les usages traditionnels de la pervenche

Dans les îles de l'océan Indien, la **décoction** de toutes les parties de *Catharanthus roseus* est réputée comme agent hypoglycémique. En Ouganda, l'**infusion** de feuilles sert à traiter les ulcères de l'estomac. Au Botswana, les feuilles **macérées** dans du lait s'appliquent sur les abcès.

D'après *Plantes médicinales 1*, G. H. SCHMELZER et A. GURIB-FAKIM, 2008.



► La *Catharanthus roseus* est appelée pervenche de Madagascar en raison de son origine géographique.

Doc. 2 Une idée qui procède du hasard

En 1952, le professeur Robert Laing NOBLE, de l'université de l'Ouest Ontario (Canada), reçut vingt-cinq feuilles de pervenche. En Jamaïque, elles servaient à confectionner une **tisane** antidiabétique. Il ne remarqua pas d'efficacité particulière sur le taux sanguin de glucose, mais constata que toutes les souris sur lesquelles la substance avait été testée étaient mortes d'une infection généralisée. Elles n'avaient plus de globules blancs pour se défendre. D'où l'idée d'utiliser ces feuilles contre les cancers, à commencer par les leucémies*.

D'après le journal *Le Monde* du 04 mars 2011, « Des plantes contre le cancer », P. BENKIMOUN.

* Dans les cancers, et particulièrement les leucémies, le nombre de globules blancs augmente fortement. Un moyen de lutter contre cette augmentation est d'agir sur la prolifération de ces cellules.

Doc. 3 La consécration médicale

La recherche ratée d'un antidiabétique conduisit, dans les années 1960, à la mise au point de deux anti-leucémiques majeurs : la **vinblastine** et la **vincristine**, extraites des feuilles de pervenche et présentes à des doses infinitésimales dans la plante : avec une tonne de feuilles sèches, on n'obtenait par exemple que six à dix grammes de vinblastine. En 1974, Pierre POTIER et son équipe du CNRS* mirent au point une méthode permettant d'obtenir la vinblastine et la vincristine et produisirent une nouvelle molécule de synthèse : la **vinorelbine**, active sur les tumeurs du poumon et du sein.

D'après le magazine *Géo*, n° 414, août 2013.

* Centre national de la recherche scientifique.

Analyse et synthèse

- Citer les usages traditionnels de la pervenche de Madagascar (doc. 1 et 2).
- a. Pour quel effet thérapeutique cette plante a-t-elle été testée (doc. 3) ?
b. Comment est née l'idée de l'utiliser comme anticancéreux (doc. 2) ?
- a. Citer les deux principes actifs aux effets antileucémiques (doc. 3).
b. Pourquoi a-t-il fallu optimiser la production de ces deux molécules ?
- La vinorelbine est-elle une espèce naturelle (doc. 3) ?

Compétences travaillées

S'approprier • Mobiliser ses connaissances ; extraire des informations.
Analyser • Exploiter des informations.

Un pas vers le cours

- Rechercher la définition des termes : **décoction**, **infusion** et **macération**.
- Rédiger deux protocoles expérimentaux permettant d'extraire (prélever) les principes actifs de la pervenche de Madagascar en utilisant de l'eau.

S'approprier ; analyser • Extraire et exploiter des informations.
Analyser • Élaborer un protocole.
Communiquer • Rendre compte à l'écrit.

Activité

expérimentale

3

Hydrodistillation de la lavande

L'huile essentielle de lavande est conseillée en cas d'infection des voies respiratoires.

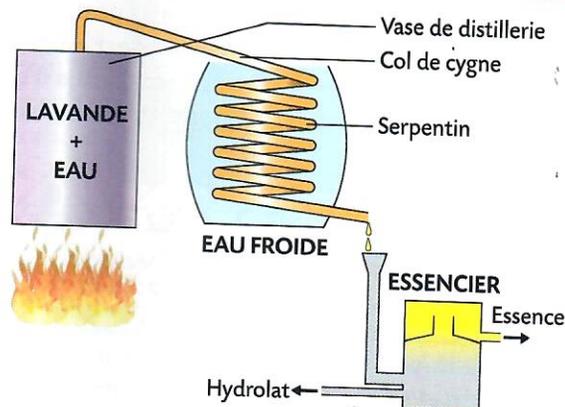
► Comment extraire l'huile essentielle de la lavande ?

Compétences

- Élaborer et mettre en œuvre un protocole d'extraction à partir d'informations sur les propriétés physiques des espèces.
- Utiliser une ampoule à décantier, un appareil de chauffage dans les conditions de sécurité.

Doc. 1 L'hydrodistillation traditionnelle de la lavande

Dans une distillerie traditionnelle, les huiles essentielles sont extraites et entraînées par la vapeur d'eau. L'eau, les tiges et les fleurs sont introduites dans le **vase de distillerie**. L'ensemble est chauffé et porté à ébullition. Le mélange gazeux, constitué de vapeur d'eau et d'huile essentielle, passe dans un **col de cygne**. Il est condensé dans un **serpentin**. Le mélange devenu liquide est recueilli dans un **essencier** où il décante. L'huile essentielle, moins dense que l'hydrolat, surnage. L'hydrolat, eau aromatisée par les traces de cette huile essentielle, est récupéré au bas de l'essencier. L'hydrodistillation d'environ 60 kg de fleurs de lavande permet d'obtenir 1 L d'huile essentielle.



Doc. 2 Quelques caractéristiques physiques

	Eau	Eau salée	Cyclohexane	Huile essentielle de lavande
Densité	1,00	> 1,00	0,78	0,89
Solubilité dans l'eau (à 25 °C)		Soluble	Insoluble	Peu soluble
Solubilité dans l'eau salée (à 25 °C)	Soluble		Insoluble	Insoluble
Solubilité dans le cyclohexane (à 25 °C)	Insoluble	Insoluble		Très soluble

Analyse des documents



- Le montage d'hydrodistillation (voir essentiel, p. 204) permet d'extraire l'huile essentielle des fleurs de lavande au laboratoire. Quels éléments du montage correspondent au **vase de distillerie**, au **col de cygne**, au **serpentin** et à l'**essencier** ?

Compétences travaillées

S'approprier ; analyser • Extraire et exploiter des informations ; se questionner.

Investigation

- Proposer, puis mettre en œuvre, un protocole expérimental permettant d'extraire l'huile essentielle de lavande, puis de la séparer de l'hydrolat. En cas de difficultés, des solutions partielles sont disponibles en fin de manuel (p. 334).
- Où se situent l'huile essentielle et l'hydrolat dans l'éprouvette ?

S'approprier ; analyser ; réaliser ; valider ; communiquer ; être autonome et faire preuve d'initiative

Un pas vers le cours

- Rédiger les protocoles en expliquant l'intérêt de chacune des étapes, puis schématiser et légendier le montage d'hydrodistillation.
- Pourquoi une huile essentielle peut-elle être extraite par hydrodistillation ?

Réaliser • Faire un schéma adapté.
Valider • Mettre en lien des phénomènes et des concepts.

1

Quelles sont les techniques historiques d'extraction et de séparation ?

Doc. 1



> Presser une orange pour en boire le jus est une technique d'extraction appelée expression.

Doc. 2



> Un café peut être préparé par infusion de café moulu dans l'eau chaude. Pour séparer le café liquide du marc solide, le mélange est filtré.

• L'homme a toujours utilisé les matières premières de son environnement, telles que les fleurs, les fruits (**doc. 1**), les feuilles ou les écorces, pour en extraire des colorants, des principes actifs, des espèces odorantes, etc. (**activité 1**).

Il a mis en œuvre des techniques simples telles que le **broyage** ou l'**expression (pressage)** (**doc. 1**).

Il a développé des techniques plus élaborées telle que l'**extraction par solvant**. La matière première solide est mise en contact avec le solvant afin que certains de ses constituants s'y dissolvent.

- La **macération** s'effectue en laissant la matière première en contact avec un solvant froid.
- L'**infusion** est réalisée en introduisant la matière première dans un solvant chaud (généralement l'eau bouillante).
- La **décoction** est réalisée en chauffant le végétal avec le solvant, jusqu'à ébullition.
- L'**enfleurage** consiste à déposer des fleurs sur de la graisse inodore, solide ou liquide, froide ou chaude.

L'**hydrodistillation** est l'un des plus anciens procédés d'extraction de composés odorants à partir de végétaux. Elle permet d'obtenir des huiles essentielles, aux vertus thérapeutiques (**activité 3**).

• Ces techniques d'extraction sont souvent suivies d'une étape de séparation, telle que la **filtration**, la **décantation** ou l'**évaporation**.

→ Voir exercices 6 à 9, p. 207.

2

Comment réaliser une extraction par solvant ?

L'extraction par solvant et la séparation d'espèces chimiques s'appuient sur les notions de **densité** et de **solubilité** (**chapitres 9 et 12**) et sur la notion de **miscibilité**, vue au collège.

A. L'extraction solide/liquide

Dans une technique d'**extraction par solvant (solide/liquide)**, la matière première solide, broyée, est laissée au contact d'un solvant liquide dans lequel les espèces à extraire sont solubles.

Lors d'une extraction solide/liquide, on procède généralement à une **macération**, une **infusion** (**doc. 2**) ou une **décoction** (**doc. 3**).

- Afin de séparer le liquide du solide, l'extraction est suivie d'une étape de séparation :
 - la **décantation** qui consiste à laisser reposer le mélange ;
 - ou la **filtration** (**fiche Identification et séparation**, p. 333).

Doc. 3



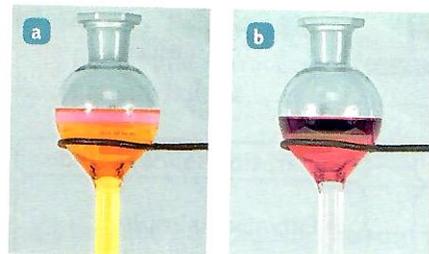
> Un café « turc » est préparé par décoction, en portant à ébullition un mélange de café et d'eau. Le café liquide est récupéré par décantation, après avoir laissé reposer le mélange.

Doc. 4



> L'huile a une densité inférieure à celle de l'eau. Dans un mélange hétérogène de deux liquides, c'est toujours celui de plus faible densité qui surnage.

Doc. 5



> Une ampoule à décanter est utilisée pour effectuer une extraction par solvant, puis pour séparer par décantation les deux liquides non miscibles : avant agitation (a) ; après agitation (b).

Doc. 6



> Montage pour une hydrodistillation. Le support élévateur doit être réglé en position haute pour pouvoir éloigner rapidement le chauffe-ballon du ballon en cas de problème.

B. L'extraction liquide/liquide

• Certains liquides, comme l'eau et l'alcool, se mélangent : ils sont **miscibles**. D'autres, tels que l'eau et l'huile (**doc. 4**) ou l'eau et le cyclohexane (**activité 2**), ne se mélangent pas : ils sont **non miscibles**.

Dans une technique **d'extraction par solvant (liquide/liquide)**, une espèce, présente dans un solvant S_1 , est extraite par un autre solvant S_2 (appelé **solvant d'extraction**) dans lequel elle est plus soluble. Les deux solvants S_1 et S_2 utilisés ne doivent pas être miscibles entre eux.

• Le choix du solvant dépend de l'espèce chimique à extraire. Il doit être, autant que possible, respectueux de l'environnement et sans danger pour la santé.

• **Exemple :**

À 25 °C, la solubilité du diiode dans l'eau est de $0,34 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ alors qu'elle est de $28 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ dans le cyclohexane. Cette grande différence de solubilité est mise à profit pour extraire le diiode dissous dans la solution aqueuse de Bétadine® (**activité 2**).

L'extraction peut être réalisée dans une **ampoule à décanter**.

Initialement, le diiode est dissous dans l'eau. Après ajout de cyclohexane puis agitation, le diiode, plus soluble dans le cyclohexane que dans l'eau, doit se retrouver majoritairement dans le cyclohexane.

En laissant reposer le mélange, les solvants se séparent en deux phases : c'est la **décantation**.

La teinte pourpre prise par la phase supérieure et la décoloration de la phase inférieure (**doc. 5**) confirment le passage du diiode de la **phase aqueuse** à la **phase organique** (cyclohexane).

• Afin d'isoler l'espèce extraite, le solvant extracteur est éliminé par évaporation.

→ Voir exercices 10 à 16, p. 207-208.

3

Comment réaliser une hydrodistillation ?

L'**hydrodistillation** permet d'extraire des espèces chimiques volatiles, très peu solubles dans l'eau, présentes dans les fleurs, les écorces, les fruits, etc. et d'obtenir des huiles essentielles.

Exemple : sous l'effet du chauffage, les cellules végétales de la lavande éclatent et libèrent les espèces aromatiques qu'elles contiennent. Ces espèces volatiles sont entraînées par la vapeur d'eau. La liquéfaction des vapeurs (appelée communément condensation) à l'aide d'un réfrigérant à eau permet de récupérer ces espèces aromatiques (**doc. 6** et **activité 3**).

L'huile essentielle et la phase aqueuse (hydrolat) alors obtenues ne sont pas miscibles. L'huile essentielle est constituée par les espèces aromatiques, mais l'hydrolat en contient encore quelques traces. L'huile essentielle, dont la densité est inférieure à celle de l'eau, surnage.

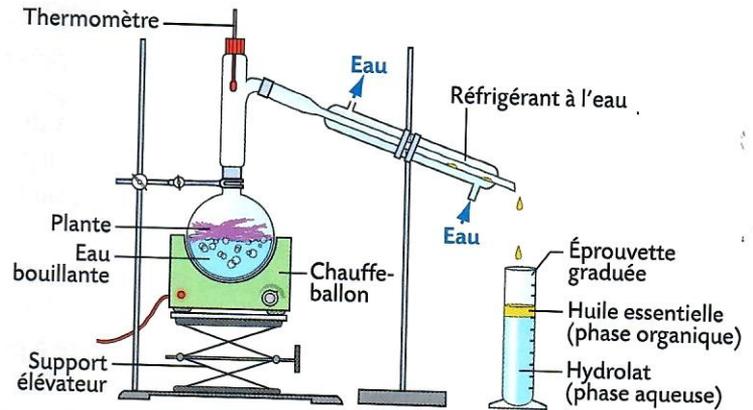
→ Voir exercices 17 et 18, p. 208-209.

Une extraction consiste à extraire (prélever, isoler) une ou plusieurs espèces chimiques d'un mélange.

Quelques techniques d'extraction et de séparation

Hydrodistillation

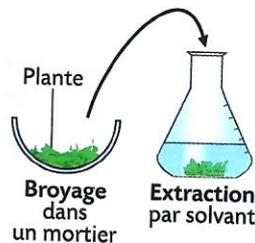
Les espèces volatiles, très peu solubles dans l'eau à l'état liquide, sont extraites à la vapeur d'eau.



Extraction par solvant

L'espèce chimique est extraite par un solvant dans lequel elle est très soluble.

Extraction solide/liquide

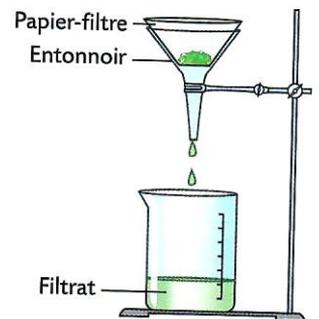


Exemples :

- Macération (dans un solvant froid)
- Infusion (dans un solvant chaud)
- Décoction (plante dans solvant porté à ébullition)

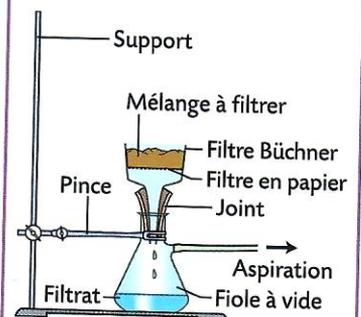
Séparation solide/liquide

• Filtration simple

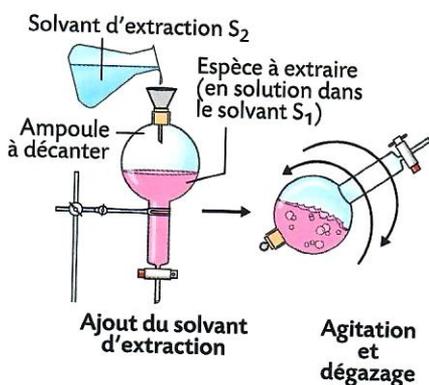


• Filtration sous pression réduite

(plus rapide et plus efficace que la filtration simple)

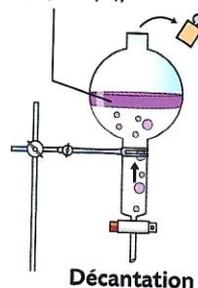


Extraction liquide/liquide



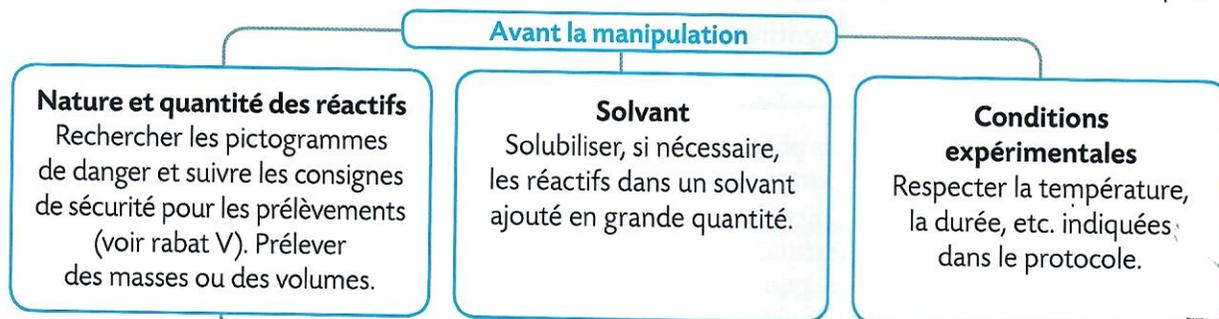
Séparation liquide/liquide

Espèce extraite (dans le solvant S_2)
 $d(S_2) < d(S_1)$

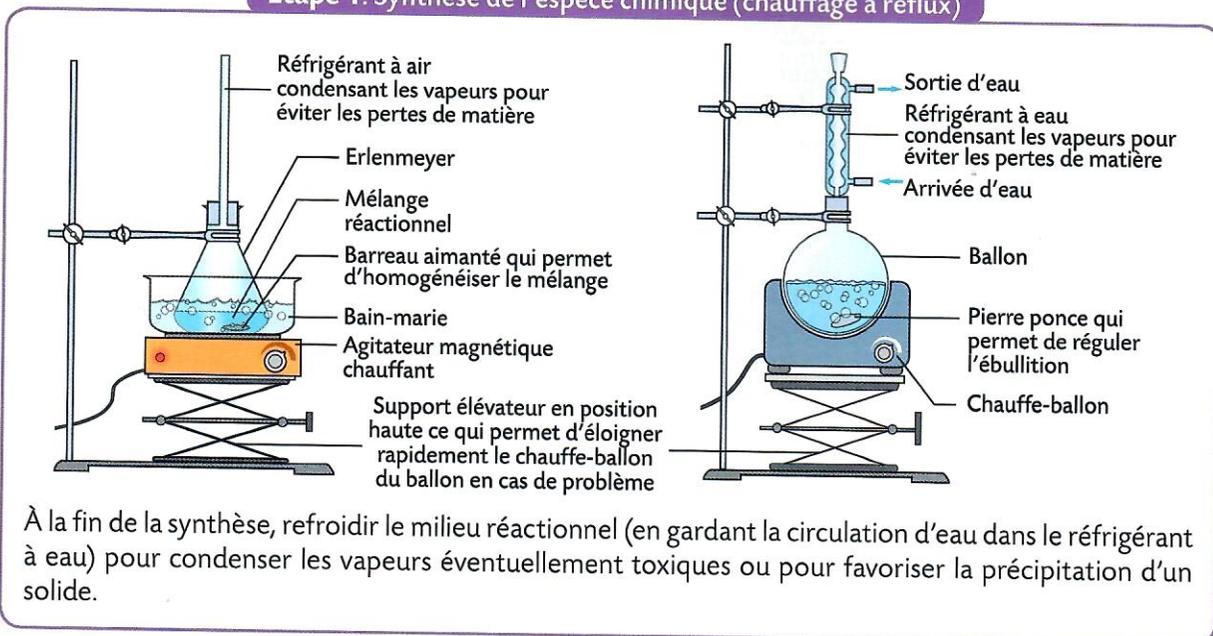


1 Synthèse d'une espèce chimique

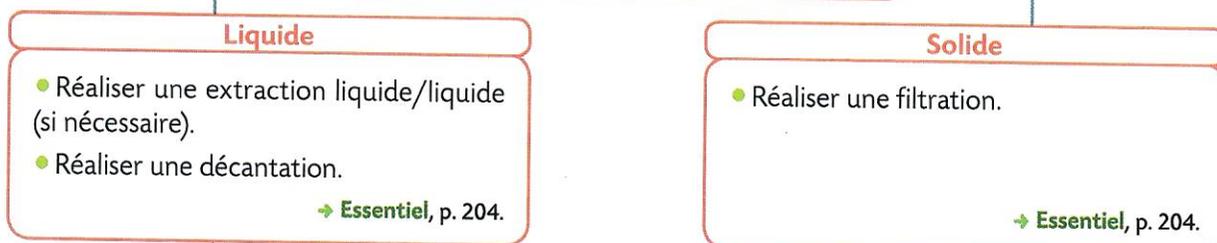
La **synthèse** est la préparation d'une espèce chimique à partir de réactifs. Elle se déroule en trois étapes.



Étape 1. Synthèse de l'espèce chimique (chauffage à reflux)



Étape 2. Isolement de l'espèce chimique



Étape 3. Identification de l'espèce chimique

