

السلام عليكم

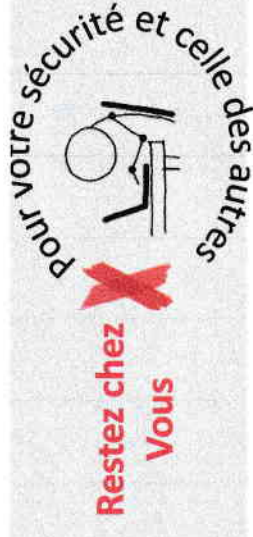
Pyroméallurgie & Hydroméallurgie

Chargée de la matière

Dr. H. BOUTEFNOUCHET

26 Avril 2020

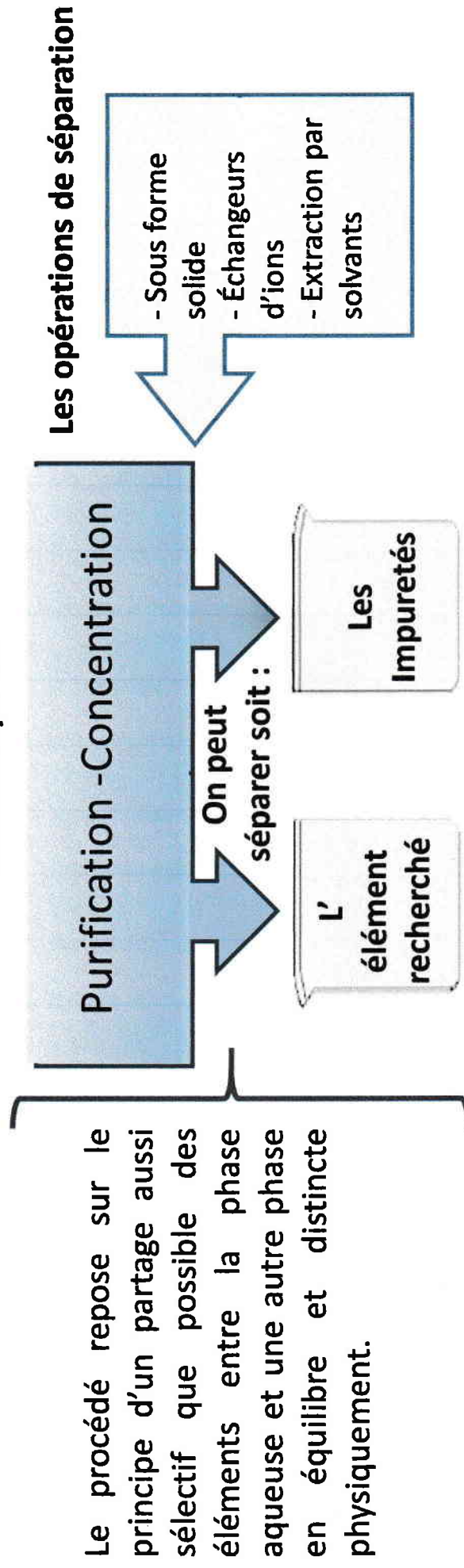
Purification et concentration des solutions



La lixiviation n'est en général, pas assez sélective de l'élément recherché, ainsi la solution clarifiée obtenue contient des composés solubles gênant lors de l'élaboration du métal.

Le but de la purification-concentration est d'obtenir un degré de pureté requis.

Dans l'étape de

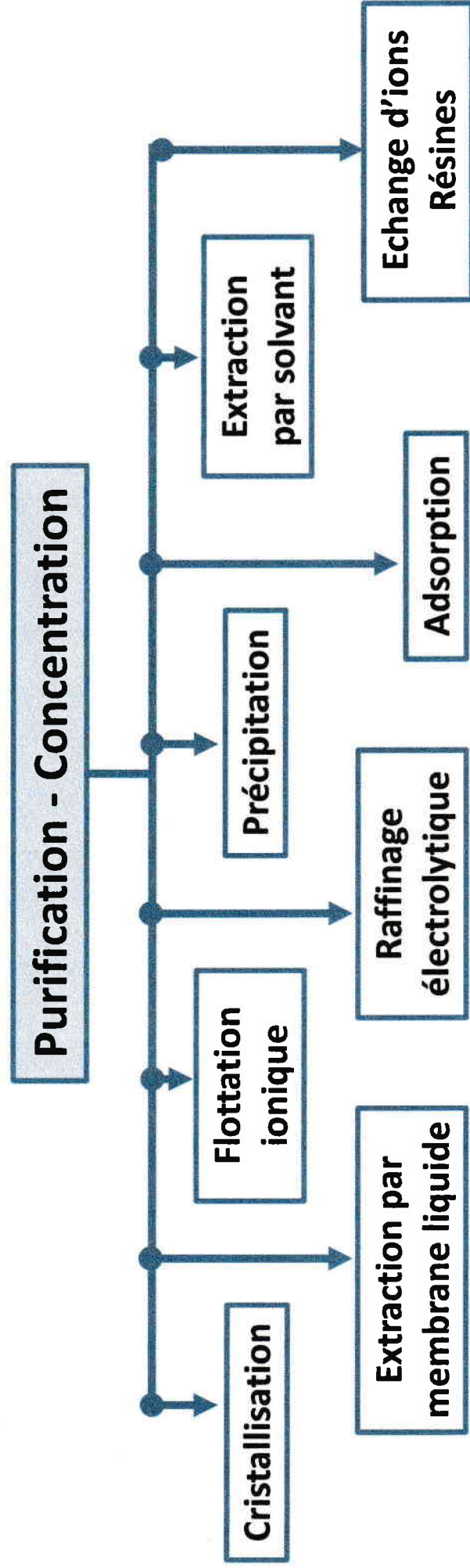


Purification et concentration des solutions

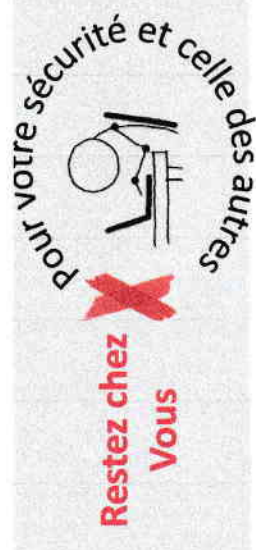
Restez chez Vous



Plusieurs méthodes sont appliquées



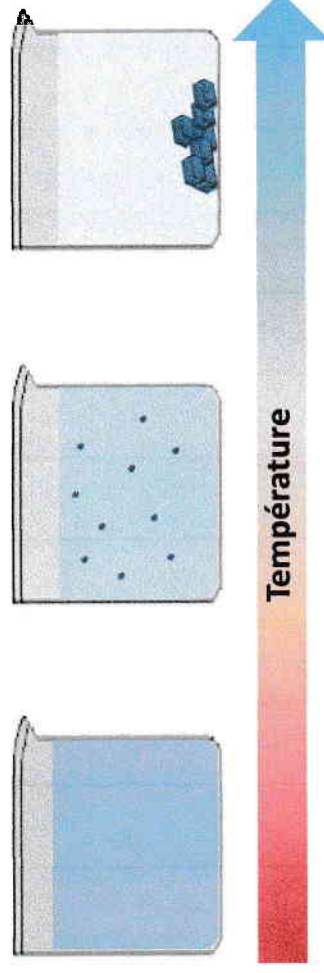
Purification et concentration des solutions



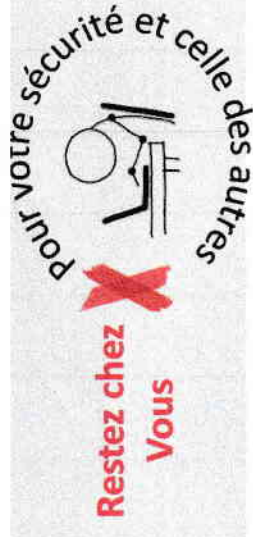
La Cristallisation

Cette méthode d'extraction d'éléments chimiques par cristallisation de leurs sels repose sur la différence de solubilité de ces derniers en fonction de la température.

La solubilité étant favorisée par une élévation de température, le refroidissant d'une solution concentrée permet la cristallisation de certains métaux sous forme de sels.



Purification et concentration des solutions

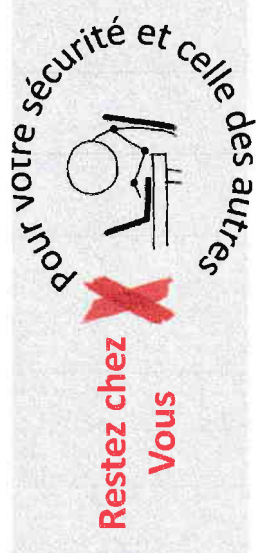


La Cristallisation

Les variations de la solubilité de certains sels avec la température peuvent être mises à profit pour une cristallisation fractionnée au cours de laquelle une cristallisation partielle est effectuée par évaporation; on obtient ainsi des cristaux riches en sels insolubles et une solution composée principalement de corps solubles. Cette opération doit être répétée jusqu'à l'obtention de composés purs.

La cristallisation fractionnée a été employée pour la séparation des lanthanides (terres rares).
Malgré une pureté de 99.99% obtenue , le procédé long et discontinu fût abandonné en 1970.

Purification et concentration des solutions

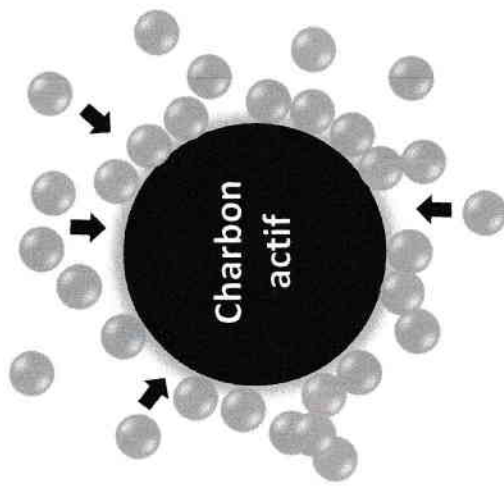


L' Adsorption

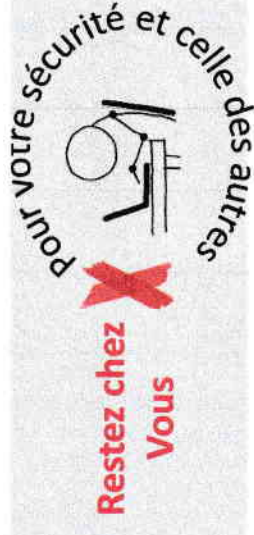
On met en présence de la solution un composé solide en poudre à forte surface spécifique : le charbon actif. Certaines espèces métalliques s'adsorbent sur cette poudre et peuvent donc être séparées puis ensuite désorbées.

Le charbon actif peut ensuite être extrait de la solution par flottation. L'opération de désorption est alors effectuée par un lessivage complexant à chaud.

Cette technique permet d'atteindre des valeurs de quelques centimètres de métal fixés par gramme de carbone. On trouve des applications dans le traitement du vanadium, du rhénium, de l'or et de l'argent.



Purification et concentration des solutions



L'application aux minerais d'or met en jeu l'extraction du métal des solutions cyanurées par fixation du charbon actif.

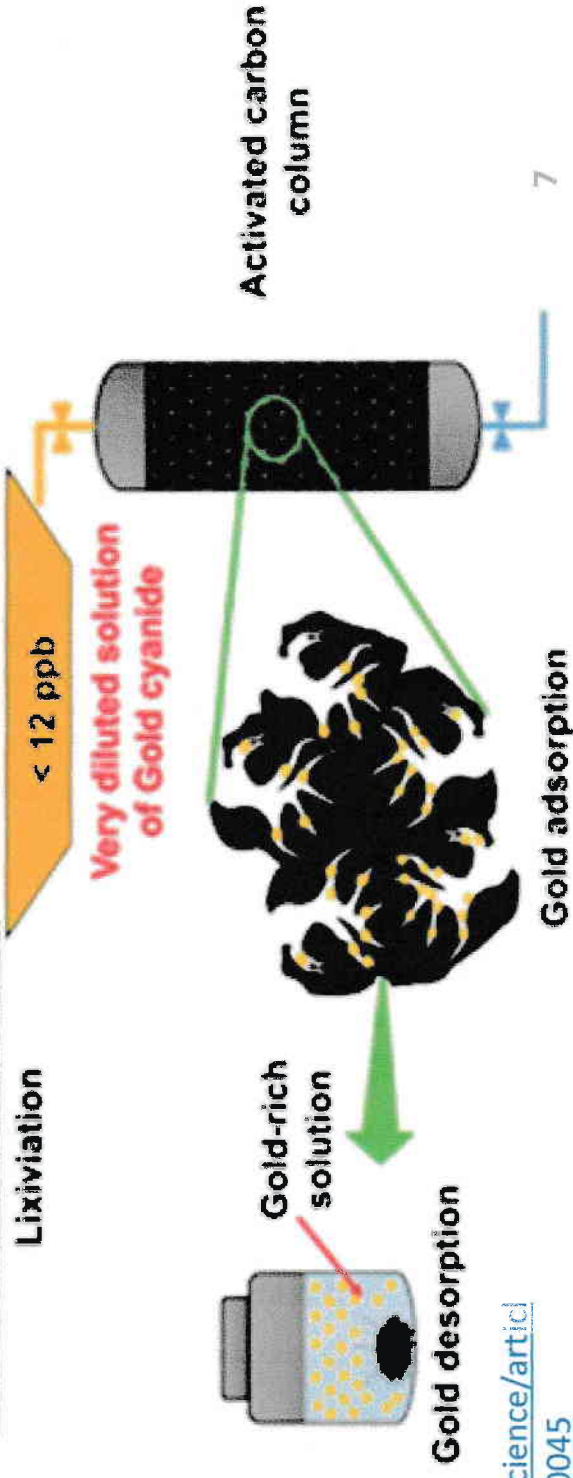
Certaines fractions pauvres du gisement sont entassées et lixiviées au cyanure et l'or dissous est ensuite extrait par passage de la solution au travers d'un lit expansé de charbon.

L'extraction est suivie d'un traitement du charbon en vue d'en récupérer l'or (désorption et électrolyse).

LAST WASHED OF THE LEACH PADS BEFORE MINE CLOSING

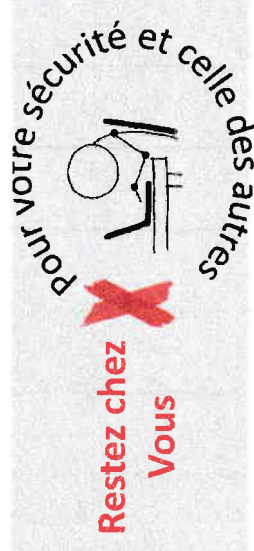
L'Adsorption

Exemple de l'utilisation du charbon actif dans le cas de l'hydrométallurgie de l'Or



Source: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167732216341332#f0045>

Purification et concentration des solutions



La Précipitation

Elle a pour objectif de créer au sein de la solution aqueuse, une espèce insoluble contenant soit le métal qu'on souhaite purifier, soit inversement les impuretés qui l'accompagnent.

La précipitation peut être obtenue:

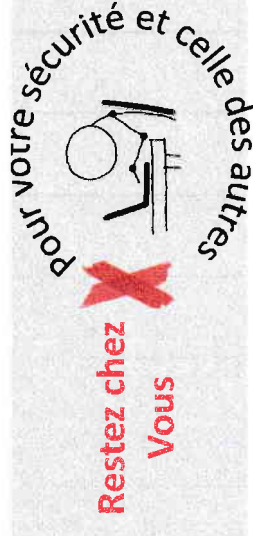
- En faisant évoluer le pH
- En faisant évoluer la température
- Par ajout de réactifs.

Pour être efficace ce procédé doit assurer :

- Une bonne sélectivité
- Une séparation aisée solide-liquide, liée aux caractéristique physique du précipité
- Une récupération quantitative du métal

Dans le cadre du traitement des minerais de bauxite contenant de l'alumine, la solution de lixiviation est diluée et refroidie à l'aide des eaux de lavage successives des résidus de lixiviation. Ensuite, l'ajout d'alumine hydratée qui provoque la précipitation de l'alumine trihydratée $Al(OH)_3$.

Purification et concentration des solutions



La Précipitation

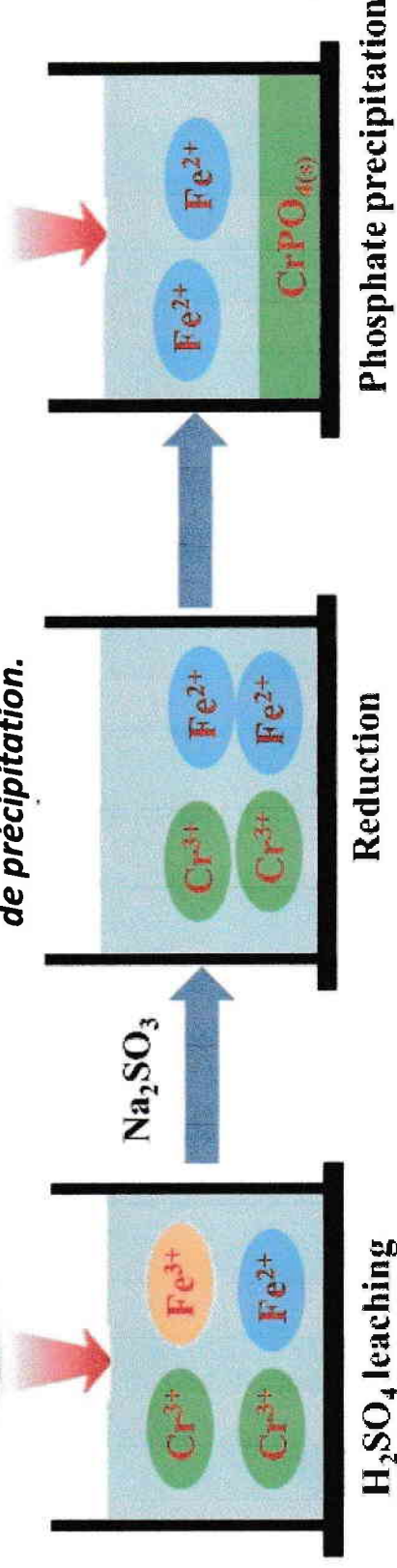
Electroplating Sludge



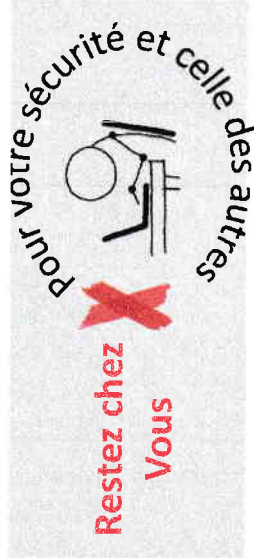
Exemple de l'utilisation du phosphate pour une séparation sélective de Cr^{3+} des solutions de lixiviation à l'acide sulfurique des boues de galvanoplastie.



Le phosphate est utilisé comme réactif de précipitation.



Purification et concentration des solutions



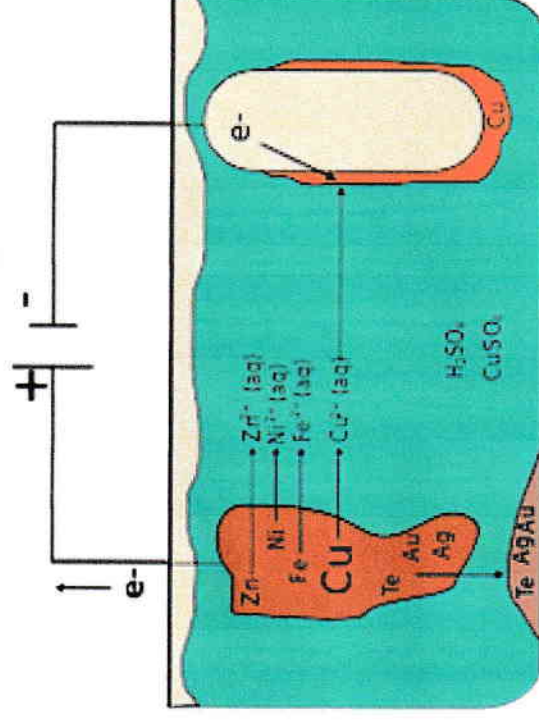
Le Raffinage électrolytique

Deux opérations sont appliquées simultanément

- la dissolution du métal ou du composé métallique impur utilisé comme anode.
- le dépôt du métal à la cathode.

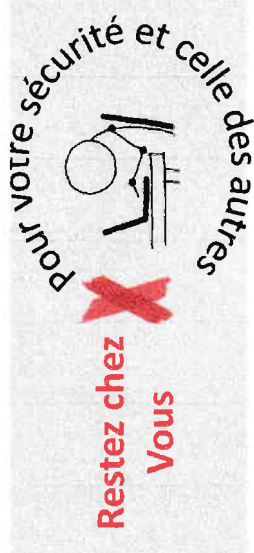
la voie électrolytique dans laquelle le métal à purifier sert d'anode ; il se dissout et se dépose à la cathode. Seuls le métal à raffiner et les métaux plus électropositifs sont oxydés et passent en solution. Ces derniers ne se déposent pas à la cathode et restent en solution. Les impuretés non dissoutes forment des boues dans le compartiment anodique.

Exemple : Cas de raffinage électrolytique du Cuivre
Le cuivre à purifier constitue l'anode. L'anode est immergée dans une cuve contenant une solution de sulfate de cuivre. Le cuivre pur se dépose sur une cathode constituée par une plaque de cuivre pur.



Source: <http://boowiki.info/art/electrometallurgie/affinage-electrolytique.html>

Purification et concentration des solutions



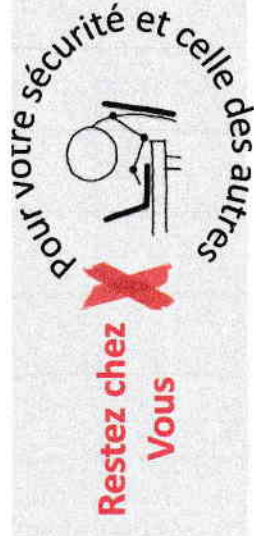
L'Extraction par solvant

L'extraction à l'aide de solvants est une séparation liquide-liquide qui s'effectue en trois phases :

- ➡ une phase d'**extraction du soluté** de la solution : la solution de lixiviation est mise en contact avec une solution organique non miscible qui extrait préférentiellement un ou plusieurs solutés.
- ➡ une phase de **lavage par reflux du solvant** pour laver le solvant de diverses impuretés ;
- ➡ une phase de **réextraction du soluté** à l'aide d'un réactif chimique (pour l'extraire par précipitation ou complexation) ou par évaporation (cristallisation). Le solvant épuisé en soluté est alors recyclé, après purification si nécessaire.

L'extraction par solvant a connu une plus grande application suite au succès de son utilisation dans la métallurgie de l'uranium.

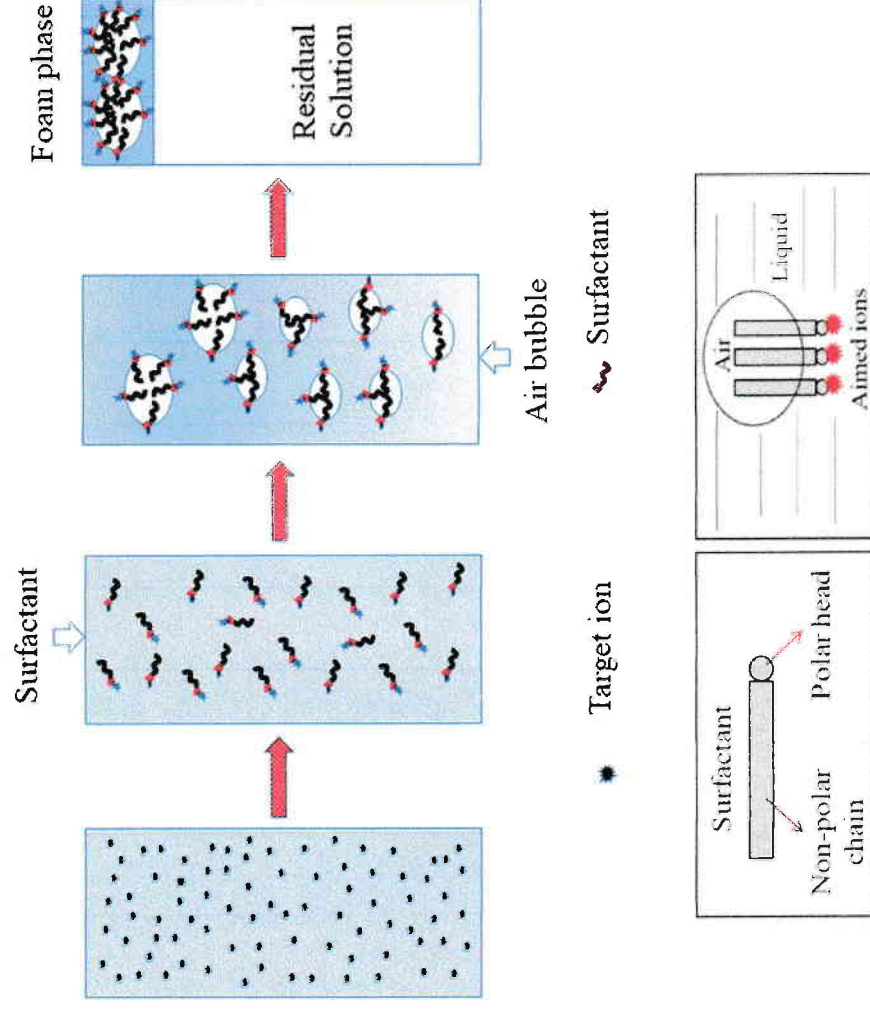
Purification et concentration des solutions



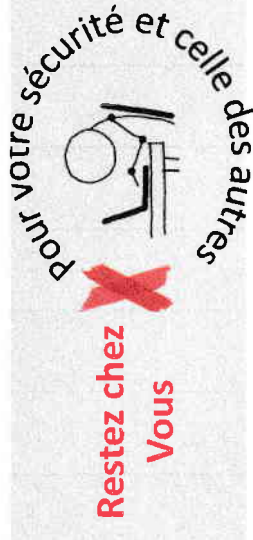
La Flottation ionique

Elle est fondée sur la récupération d'espèce chimique contenue dans une solution aqueuse grâce à un agent tensioactif « le collecteur » ; ce dernier donne avec l'espèce recherchée, un composé entraîné sous forme de mousse par un flux de bulles de gaz introduit dans la solution puis récupéré.

Les molécules de surfactants typiques sont constituées d'une extrémité ionique polaire (hydrophile) et d'une chaîne hydrocarbonée non polaire (hydrophobe)



Purification et concentration des solutions



L'Extraction par membranes liquides

Elle repose sur l'utilisation d'un solvant: membrane liquide, interposée entre une solution aqueuse d'où l'on veut extraire un composé et une autre solution aqueuse dans laquelle on veut récupérer ce composé purifié. Elle combine donc deux opérations effectuées simultanément : l'extraction de la dés extraction (ou la réextraction).

- Membrane liquide supportée : Elle peut être fixée sur un solide poreux interposé entre les deux solutions aqueuses.
- Membrane liquide émulsionnée : la phase aqueuse de dés extraction est dispersée dans le solvant donnant une émulsion, elle-même dispersée dans la phase aqueuse à traiter. Le soluté est transféré de la phase à traiter vers la membrane, puis de cette membrane dans la phase aqueuse de dés extraction.

Ce procédé peut être utilisé pour la récupération des métaux précieux des déchets industriels.

Purification et concentration des solutions

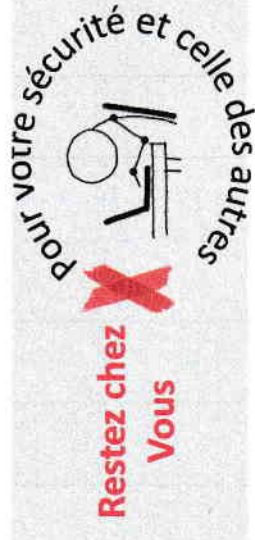
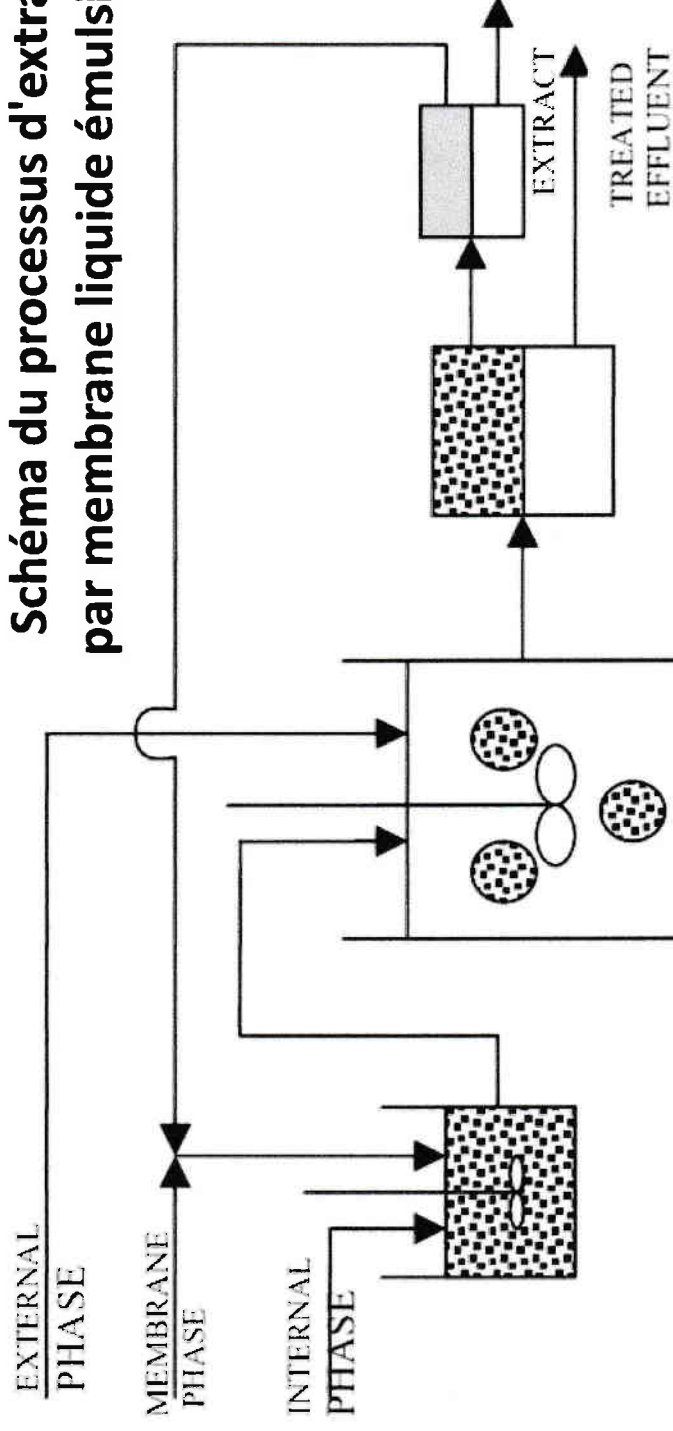
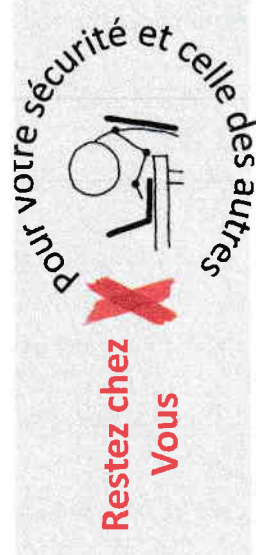


Schéma du processus d'extraction par membrane liquide émulsionnée



Source : https://www.researchgate.net/figure/A-Schematic-Diagram-of-Emulsion-Liquid-Membrane-Extraction-Process_fig2_228473944

Purification et concentration des solutions



L' Echange ionique. Résine

Les ions d'une certaine espèce contenue dans la solution sont extraits par adsorption sur un matériau solide pour être remplacés par une quantité équivalente d'autres ions de même charge émis par le solide.

➡ les types de résines sont nombreux et présentent une sélectivité importante.

Le choix du type de résine dépendra de la nature de l'espèce à extraire, de la nature de la solution et des impuretés présentes.

➡ Elles permettent de travailler avec des solutions très diluées et d'obtenir un concentré après élution.

Elles sont utilisées dans l'hydrométallurgie de l'uranium pour l'obtention d'un concentré d'uranate de magnésie, fixant sélectivement l'uranium sous forme d'un complexe d'uranylesulfate.