

1-Définitions :

1-1- Environnement :

C'est l'ensemble des éléments au voisinage d'un être vivant, et qui interagissent avec lui directement ou indirectement. Il recouvre les éléments biotiques (êtres vivants) et abiotiques (espace physique et conditions climatiques).

1-2- Ecosystème :

C'est l'ensemble des êtres vivants (Biocénose), animaux (Zoocénose), et végétaux (Phytocénose), occupants un environnement physique, biologique, géologique, édaphique et climatique (Biotope) dans un réseau d'échange d'énergie et de matière, permettant le maintien de la vie.

1-3- L'écologie

C'est la science de l'habitat, étudiant les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toute nature qui existent entre eux et leurs milieux.

2- Indices de la dégradation de l'environnement :

2-1- La pollution :

C'est la présence des substances ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes, ce qui entraîne la destruction ou la dégradation graduelle de l'environnement. Elle peut être de trois types différents :

- **Pour les sols**

Il peut alors s'agir de salinisation, souvent due aux techniques agricoles, ou de pollution directe du sol, d'origine industrielle ou individuelle. Le sol concerné peut alors devenir infertile, et hostile à certaines espèces végétales ou animales qui peuplent le sol.

- **Pour l'eau**

Elle peut être d'origine :

Physique :

Thermique ou radioactive. La pollution thermique est due principalement aux industries qui utilisent l'eau comme liquide de refroidissement. Provoquant un réchauffement significatif des cours d'eau concernés.

Chimique :

Rejet de différentes substances chimiques issues de l'industrie, l'agriculture ou des effluents domestiques.

Organique :

Rejets de matière organique en excès. Phénomène de l'Eutrophisation (Abondance des algues au dépend des autres espèces dans les milieux aquatiques).

- **Pour l'air**

Les gaz chimiques toxiques, issus principalement de la combustion comme le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), l'hydrogène sulfuré (H_2S), et certains autres gaz à effet de serre (provenant de l'industrie ou des moteurs).

2-2- Effet de la pollution sur l'environnement :

2-2-1- Effet de serre :

Effet de serre naturel

Notre planète est entourée d'une enveloppe gazeuse (atmosphère), composée naturellement d'environ 77% d'azote, 20% d'oxygène, et de quelques traces de gaz de vapeur d'eau (H_2O), de méthane (CH_4), de protoxyde d'azote (N_2O), d'ozone (O_3) et du dioxyde de carbone (CO_2). Environ 50% de l'énergie émise par le soleil est reflétée par le sol vers l'atmosphère. Ces gaz bloquent le passage des rayons solaires, ce qui

garde une température moyenne de $+15^\circ\text{C}$ au lieu de -18°C sans effet de serre (**Fig 01**). Ce qui contribue au réchauffement global de la planète, et fait de l'effet de serre naturel dans ce cas, un phénomène bénéfique responsable de la douceur de notre climat.

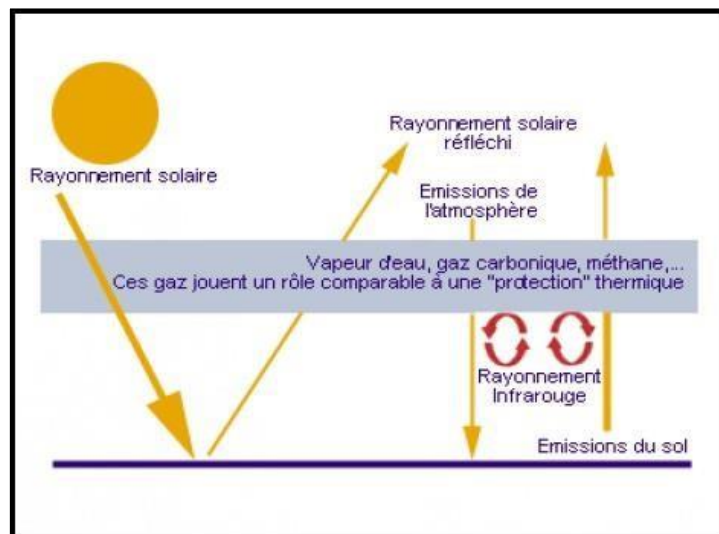


Figure 01. Effet de serre additionnel

Effet de serre additionnel

Depuis la révolution industrielle (19^{ème} siècle), les croissances économiques et démographiques ont augmenté de manière exponentielle, ce qui a contribué à l'augmentation de la combustion d'énergie fossiles (charbon, pétrole, gaz....etc). L'accumulation de ces gaz à effet de serre (+85%), a provoqué « L'effet de serre additionnel », un phénomène qui ne cesse de menacer l'équilibre de la planète et met en danger toute vie existante. Depuis 1980 jusqu'à 2010, la température de la terre a augmenté d'environ $0,85^\circ\text{C}$ et si le

réchauffement climatique continuera dans ce rythme, elle atteindra de 1,8 à 4 °C en 2100. L'augmentation de la température de la surface des mers est également d'environ 0,40 °C. Des prévisions indiquent que le niveau moyen des mers augmenterait entre 20 et 60 cm dans les années prochaines. Sous l'effet du réchauffement climatique, les rayons infrarouges seront difficilement renvoyés dans l'espace. On estime qu'une personne sur dix, habite dans une zone menacée par la hausse des températures et du niveau des mers sur la planète.

Sous ce rythme accéléré du réchauffement de l'atmosphère, la planète connaîtra une carence des ressources naturelles (Eau, biodiversitéetc), une dégradation du rendement des terrains agricoles et une augmentation des événements extrêmes (canicules, cyclones, tremblements de terre, orages et inondationsetc).

2-2-2- Destruction de la couche d'ozone :

La couche d'ozone est une partie de l'atmosphère située à environ 500 km d'altitude de la terre (une partie de la stratosphère). Son rôle est d'absorber les rayons solaires biologiquement dangereux (ultraviolets) pour la vie des êtres vivants. Ces rayons solaires sont responsables de l'activation des molécules d'oxygène (O_2) au niveau de la stratosphère, pour se combiner avec les atomes libres (O), afin de former l'ozone (O_3), qui joue le rôle de filtre naturel pour la terre.

L'augmentation de la population mondiale et de l'activité industrielle ont augmenté le taux des polluants à effet de serre dans l'atmosphère. Une fois atteindre la couche d'ozone, ces gaz provoquent une dissociation de la molécule d'ozone en deux molécules d'(O_2) et O libre.

La destruction de la couche d'ozone, permet aux rayons ultraviolets dangereux d'atteindre la terre, ce qui peut présenter une menace réelle pour toute vie existante (maladies et dégâts naturels). La quantité d'oxygène cernée par l'enveloppe d'ozone va également diminuer par sa destruction.

TD 02 : Paramètres physico-chimiques des analyses de l'environnement

1- Exercice 01 :

Le tableau suivant présente les résultats des analyses physico-chimiques des eaux issues de trois stations de la région de Mila. Commentez le tableau.

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres physicochimiques des Trois stations

Sites Paramètres	Site1	Site2	Site3
T (°C)	28.3	20.5	21.5
pH	7.2	7.8	7.5
CE (µS/cm)	1292	1310	1232

2- Exercice 02:

Le tableau (02), représente les résultats des analyses physico-chimiques des eaux issues de cinq stations des eaux usées. Interprétez les valeurs du tableau et classer les stations depuis la plus polluée jusqu'à la moins polluée.

Tableau 2. Paramètres physicochimiques des eaux usées brutes de quelques stations en Algérie :

Stations	S01	S02	S03	S04	S05
PH	7.1	7.9	8.2	7.5	7.8
CE (µs/cm)	529	2140	3103	2435	2066
Demande biochimique (DBO5) (mg/l)	1.2	3	5	7.2	8

Exercice 01 : Solution

• Température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des gaz, la dissociation des sels dissous et la détermination du pH.

Dans la zone d'étude, les valeurs de température de l'eau mesurées dans les trois stations varient entre 20,5°C (la plus basse, enregistrée à la station S3) et 28,3°C (la plus élevée, enregistrée à la station S1). Selon les tableaux de référence, les deux stations (S2 et S3) présentent une eau de bonne qualité pour la survie des espèces, tandis que celle de la station S1 est de mauvaise qualité. L'augmentation de la température à la station S1 pourrait être liée à la présence d'une source thermique à proximité de ce site.

• pH

Le pH est une mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité des écosystèmes aquatiques. Ce paramètre influence un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de plusieurs facteurs, dont la température et l'origine de l'eau. Il fournit des informations importantes sur l'agressivité de l'eau (capacité à dissoudre le calcaire). Un pH compris entre 6 et 8,5 permet un bon développement de la faune et de la flore aquatiques (voir tableau 1 ci-dessous). La législation internationale fixe la norme du pH entre 6,5 et 8,5. Les valeurs mesurées varient entre 7,2 et 7,8 ; ainsi, tous les échantillons étudiés présentent un pH légèrement alcalin (basique).

• Conductivité électrique

Elle est étroitement liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. Les valeurs de ce paramètre varient entre 1310 et 1232 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces valeurs dépassent les normes autorisées, indiquant que les eaux des trois stations sont de mauvaise qualité. Cette augmentation pourrait être liée soit à des rejets domestiques, soit à la présence de champs agricoles (utilisation d'engrais).

Exercice 02 : Solution

• pH

Les valeurs de pH des eaux usées rejetées par ces exutoires varient entre 7,1 et 8,2, les rendant relativement neutres.

Ces valeurs sont acceptables selon les normes de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation. Puisqu'elles se situent dans la plage 6,5 – 8,5, elles sont considérées comme conformes aux limites permises pour un rejet direct dans le milieu récepteur. La qualité de l'eau est optimale pour les espèces aquatiques aux stations S01 et S04, et optimale pour le plancton dans les stations restantes (S02, S03 et S05).

• Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique représente la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Sa valeur est influencée par la présence de solides dissous tels que le sodium, le chlorure, les sulfates, le calcium, le bicarbonate, les nitrates, les phosphates, le fer et le magnésium. La conductivité reflète donc la minéralisation de l'eau. Les valeurs de CE obtenues pour les stations S02, S03, S04 et S05 révèlent une très forte minéralisation des eaux usées, avec une valeur maximale de 3103 $\mu\text{S}/\text{cm}$ enregistrée à la station S03. La seule station caractérisée par une eau de bonne qualité (relativement pure) est la station S01. Les autres stations (S02, S03, S04 et S05) présentent une mauvaise qualité d'eau (allant de médiocre à polluée).

• Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Concernant les valeurs de la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO₅), on observe que les eaux usées de toutes les stations sont de mauvaise qualité. Cependant, l'eau de la station S01 montre une bonne activité oxygénée par litre, indiquant environ 2 mg O₂/L, ce qui reflète une présence microbienne et l'absence de polluants organiques. Les autres stations (S02, S03, S04 et S05) sont caractérisées par une qualité d'eau modérée à moyennement polluée.

Conclusion

L'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux des différentes stations étudiées indique que la station **S01** est la moins polluée, tandis que les stations **S03 et S05** sont les plus polluées.

TD 03 : Techniques d'analyses de la composition chimique d'un milieu

1- Techniques d'analyse des composants d'un milieu naturel :

Contrairement aux paramètres physico-chimiques qui sont évalués par des mesures sur les lieux à analyser, l'évaluation des paramètres organiques et inorganiques (éléments chimiques) nécessite un déplacement des échantillons, des écosystèmes pollués aux différents laboratoires d'analyses.



Figure 1. Etapes d'évaluation de la qualité des écosystèmes naturels

Il existe plusieurs techniques d'évaluation des composants chimiques d'un milieu, parmi lesquelles on peut citer :

1-1- Gravimétrie :

Elle est basée sur la détermination de la masse d'un composé pur, auquel l'analyse est apparentée chimiquement, son principe est la séparation de l'échantillon sous une forme qui peut être pesée. Beaucoup de substances organiques sont dosées par gravimétrie et cela par plusieurs procédures :

❖ Gravimétrie par précipitation :

Elle permet de séparer les ions d'une solution, grâce à une réaction de précipitation et l'ajout d'un réactif. Le composé est converti en un précipité qui sera par la suite filtré, lavé et enfin pesé.

❖ Gravimétrie par volatilisation :

Dans ce cas, le composé est volatilisé à une température appropriée. Le produit volatil est ensuite pesé, la masse de l'analyte peut être déterminée à partir de la perte de masse des échantillons. **(Fig 2)**. La différence de masse du tube avant et après absorption permet de calculer la quantité d'hydrogénocarbonate de sodium dans le milieu.

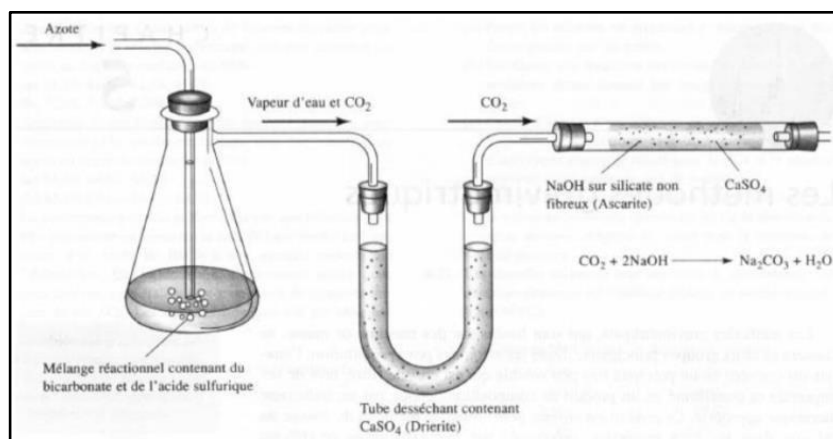


Figure 2. Gravimétrie par volatilisation

1-2- Titrimétrie :

Elle est utilisée pour déterminer la concentration d'un composé chimique depuis sa réaction avec un réactif. Le titrage met en œuvre une réaction chimique ou biochimique entre un composé à doser et un réactif, dont la concentration est déjà connue et qui est ajouté par incrément. La titrimétrie peut être :

❖ Titrage volumétrique :

Ajouter graduellement un volume de réactif dont la concentration est déjà connue, jusqu'à terminer la réaction chimique (**Fig 3**).

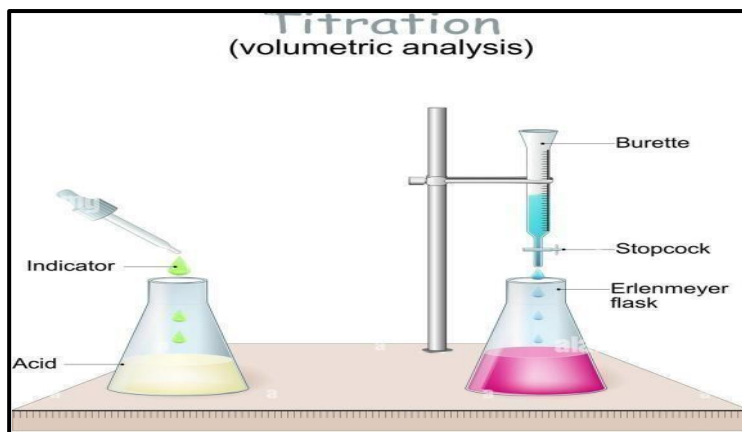


Figure 3. Titrage volumétrique

❖ Titrage gravimétrique :

Pendant cette méthode de titrage, on mesure la masse du réactif nécessaire plutôt que son volume utilisé pour compléter l'opération.

❖ Titrage coulométrique :

On ajoute graduellement des électrons à l'équipement jusqu'à atteindre la fin du titrage, on mesure ensuite le temps nécessaire pour réaliser la réaction électrochimique (**Fig 4**). La quantité des composants est déterminée à partir de l'intensité du courant.

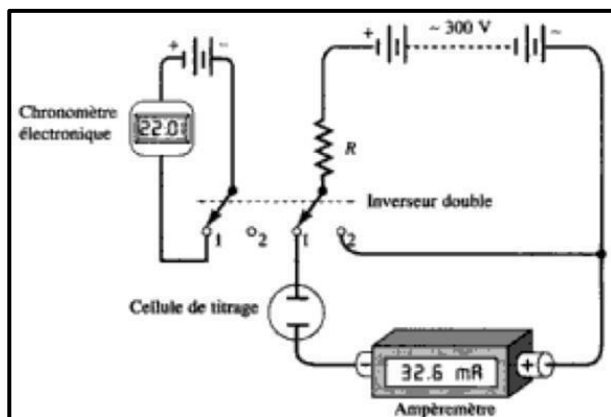


Figure 4. Schéma d'un appareil de titrage coulométrique

1-3- Potentiométrie :

Elle est réalisée à l'aide d'une électrode indicatrice et d'une électrode de référence (**Fig 5**). L'électrode indicatrice mesure la tension d'une solution en fonction de sa composition en éléments. Cette valeur est ensuite comparée aux résultats de l'électrode de référence.

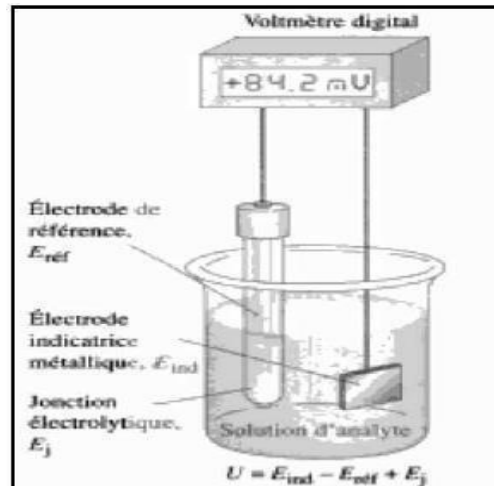


Figure 5. Dispositif de mesure potentiométrique

1-4- Spectrophotométrie

C'est la mesure de l'abondance ou de la densité optique d'une substance chimique. Son principe consiste à l'estimation de la différence entre la lumière incidente et celle transmise par une solution (**Fig 6**). En effet, lorsqu'une lumière d'intensité précise passe à travers une solution, une partie de celle-ci sera absorbée par le soluté (les composants), et l'autre partie sera transmise avec une intensité inférieure. Il existe plusieurs méthodes de spectrométrie, parmi lesquelles, on peut citer

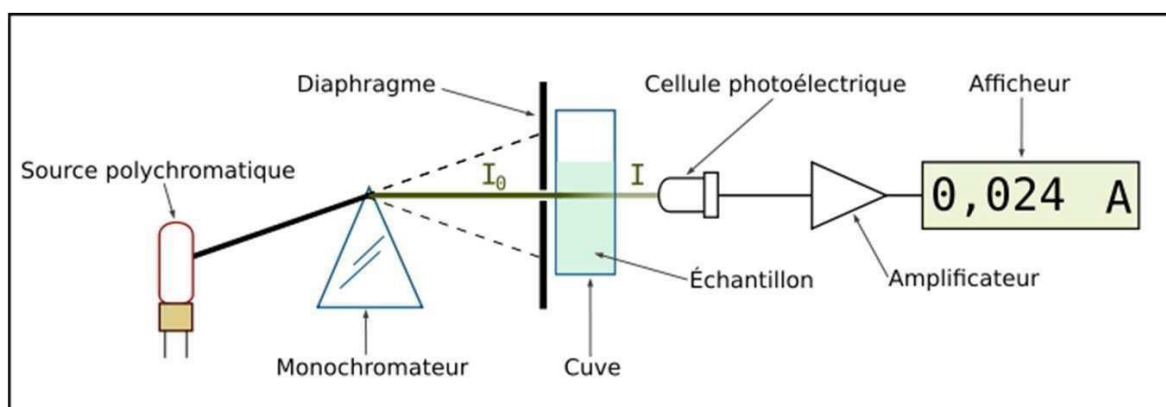


Figure 6. Principe du fonctionnement d'un spectrophotomètre

❖ Spectrométrie de masse :

C'est une technique d'analyse qui consiste à identifier et quantifier les molécules d'une solution par mesure de leur masse. Son principe réside dans la séparation en phase gazeuse des molécules chargées en fonction de leur rapport (masse /charge) (**Fig 7**).

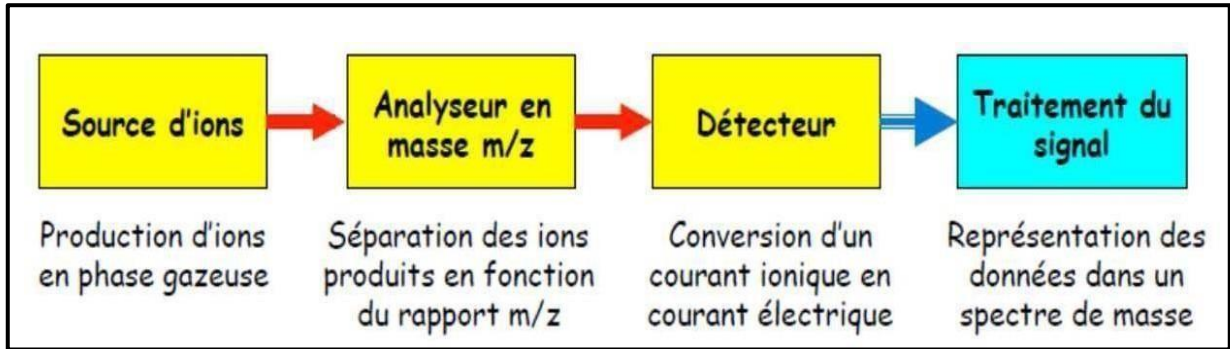


Figure 7. Schéma de spectrométrie de masse

❖ Spectrométrie à fluorescence

Une technique d'analyse utilisée pour déterminer la composition chimique des échantillons solides, liquides, des boues ou de la poudre libre, par leur placement sous rayons X. Les atomes constituant l'échantillon passent de leur état fondamental à un état excité instable. Une fois revenir à leur premier état l, ces atomes vont libérer de l'énergie sous forme de photons X qui seront par la suite émis une deuxième fois (**Fig 8**). L'analyse de rayonnement secondaire permet à la fois de connaître la nature des éléments chimiques dans un échantillon, ainsi que leur concentration massique.

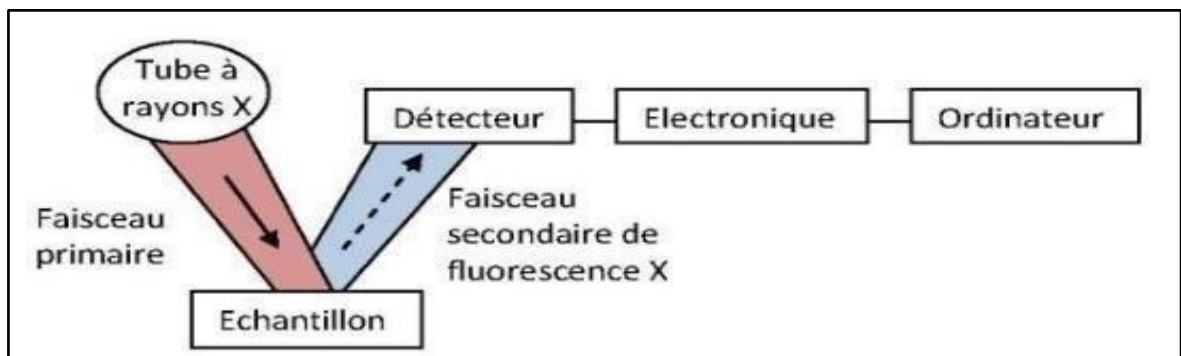


Figure 8. Principe de la spectrométrie à fluorescence

1-5- Méthodes chromatographiques :

Ce sont des méthodes utilisées pour la séparation, l'identification et le dosage des constituants chimiques d'un mélange.

Leur principe est basé sur la migration des solutés d'un échantillon durant deux phases principales, une phase mobile qui entraîne le passage des composants par un liquide ou un gaz (chromatographie en phase liquide ou chromatographie en phase gazeuse), et une deuxième phase stationnaire immobile. Parmi les méthodes chromatographiques, les plus connues sont :

❖ Chromatographie sur colonne :

C'est une technique utilisée dans la purification en chimie organique. La séparation des composés est provoquée par l'écoulement continu d'un éluant passant dans une colonne (**Fig 9**). La phase stationnaire est donc maintenue dans un tube étroit et la phase mobile progresse par gravimétrie ou sous pression.

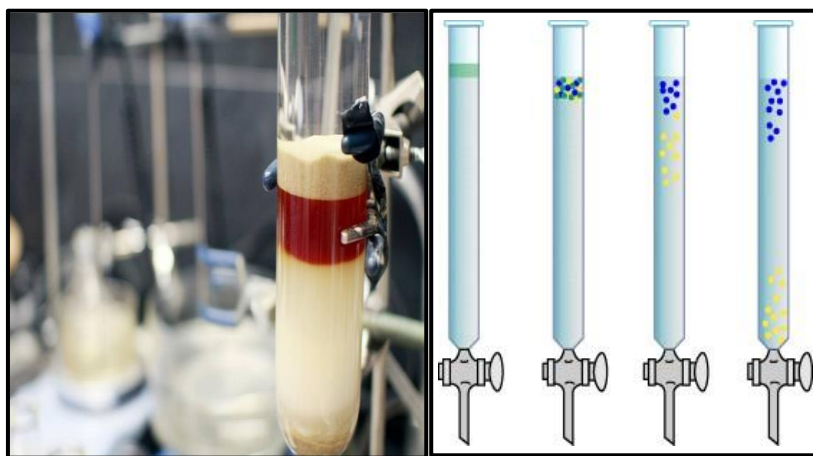


Figure 9. Chromatographie sur colonne

❖ Chromatographie sur surface (planaire) :

Elle est utilisée pour séparer des composants dans un but d'analyse ou de purification, elle présente les avantages de ne nécessiter que peu de matériel et de donner des résultats facilement interprétables. La phase stationnaire est présente durant cette méthode à la surface d'un support plat (couche mince) (**Fig 10**), ou sur une feuille en cellulose (papier). Quant à la phase mobile, elle se déplace par gravimétrie.

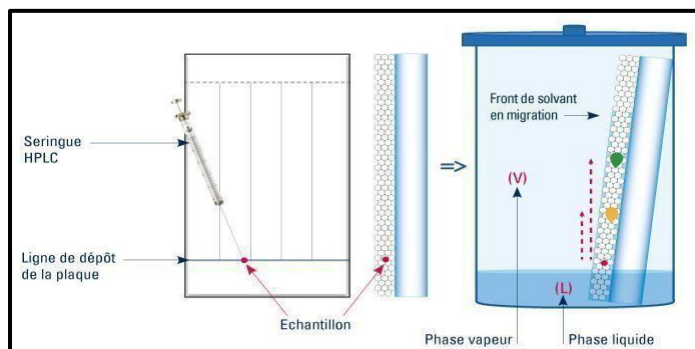


Figure 10. Chromatographie planaire (Sur surface ou sur couche mince)