

Validité et limites des tests et des mesures effectués en chimie

1. Instruments d'analyse et de mesure

Différents **instruments de mesure** sont utilisés au laboratoire pour les analyses :

- La balance mesure la masse d'une substance.
- La verrerie graduée mesure le volume d'un fluide.
- Le thermomètre mesure la température d'un milieu homogène.
- Le banc Kofler mesure la température de fusion d'une substance.
- Le pH-mètre mesure le pH d'une solution aqueuse.
- Le conductimètre mesure la conductance et la conductivité d'une solution aqueuse.
- Le spectrophotomètre ultraviolet-visible mesure l'absorbance d'une solution pour les radiations UV et visibles.
- Le réfractomètre mesure l'indice de réfraction d'un milieu transparent.

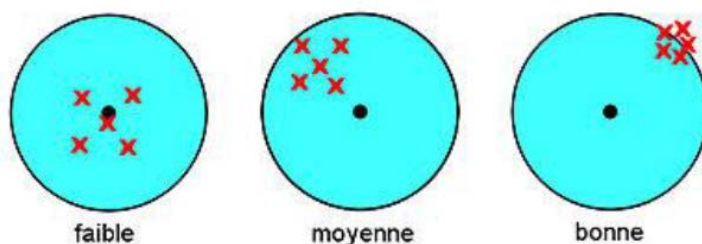
2. Précision, répétabilité, reproductibilité, fiabilité

2.1 Précision

La précision et la fiabilité de mesure sont des propriétés d'un instrument de mesure ou d'une méthode de mesure.

La **précision (ou fidélité)** de mesure est l'écart entre les valeurs mesurées obtenues par des mesurages répétés sur le même matériau ou sur des matériaux similaires dans des conditions spécifiées.

Lorsque les indications ou les valeurs mesurées sont proches les unes des autres, cela signifie qu'elles sont peu dispersées. On dit alors que la précision est grande.



Précision de mesure

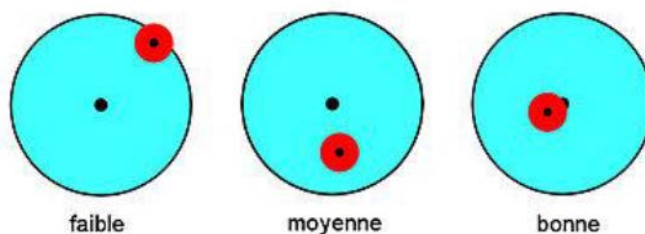
2.2 Répétabilité et reproductibilité

Le tableau suivant présente les caractéristiques de deux types de conditions d'étude de la précision : la répétabilité et la reproductibilité.

Conditions de répétabilité	Conditions de reproductibilité
Même procédure de mesure Mesure sur le même matériau	
<ul style="list-style-type: none"> - Même laboratoire ; - Même opérateur ; - Même équipement ; - Pendant un intervalle de temps très court. 	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratoires différents ; - Opérateurs différents ; - Equipements différents ; - Moments différents.

2.3 Fiabilité

La **fiabilité** (ou **justesse**) de mesure est l'écart entre la moyenne de valeurs mesurées répétées et une valeur de référence.



Justesse de mesure

3. Analyse quantitative : seuil de détection

La limite de détection d'une méthode de mesure est la plus petite valeur de la mesure pour laquelle on considère qu'il y a présence d'une espèce chimique dans le matériau étudié.

4. Analyse qualitative

4.1 Tests de reconnaissance

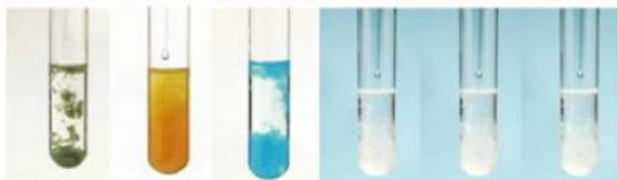
Un test de reconnaissance d'une espèce chimique permet d'identifier sa présence dans une solution.

Exemple : test de reconnaissance des ions

La présence d'un ion en solution aqueuse se traduit par la formation d'un précipité coloré en présence d'un réactif choisi.

Lors de ce test, on peut utiliser un tube **témoin**, qui permet de montrer que les réactions observées ne sont pas dues au solvant.

Ion testé	Fer II	Fer III	Cuivre II	Aluminium III	Zinc II	Chlorure
Formule de l'ion	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Cu ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Cl ⁻
Réactif	soude	soude	soude	soude	soude	Nitrate d'argent
Couleur du précipité	Vert	rouille	Bleu	Blanc	Blanc	Blanc qui noircit à la lumière



Test de reconnaissance des ions

4.2 Bandelettes test et papiers indicateurs



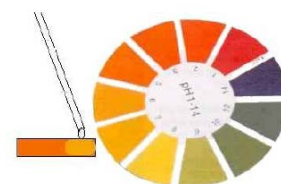
Bandelettes test

Il existe des **bandelettes-test** et des **papiers indicateurs** spécifiques d'une espèce chimique. Leur couleur donnera une indication sur sa concentration dans la solution.

Les **bandelettes test** prendront des couleurs différentes suivant la concentration en carbonate de calcium (Ca²⁺ + CO²⁻) de la solution.

Exemple : bandelettes-test pour évaluer la dureté de l'eau.

Le **papier pH** est imbibé d'un indicateur universel (mélange d'espèces chimiques judicieusement choisies) qui prendra une teinte différente suivant le pH du milieu avec lequel il est mis en contact.



Papier pH

Exemple : le papier indicateur de pH donne une indication sur la concentration des ions H₃O⁺ en solution.

5. Une technique d'analyse qualitative et quantitative : la chromatographie

5.1. La chromatographie sur couche mince (CCM)

Dans une **chromatographie sur couche mince**, l'éluant monte par capillarité sur la phase fixe. Les constituants du mélange à analyser sont entraînés par l'éluant à des vitesses différentes, ce qui permet de les séparer.

Une espèce chimique montera à la même vitesse, qu'elle soit pure ou dans un mélange : ceci permet d'identifier les espèces chimiques d'un mélange.

5.2. La chromatographie sur colonne

Dans la **chromatographie sur colonne**, l'éluant tombe par gravité le long de la phase fixe à l'intérieur de la colonne. L'intérêt d'une chromatographie sur colonne par rapport à une CCM est qu'on peut recueillir les constituants séparés du mélange.

Remarque : une autre technique de chromatographie, la chromatographie en phase liquide, associée à la spectrométrie de masse, permet de détecter les espèces chimiques présentes en très petite quantité dans un échantillon, par exemple la présence de pesticides dans l'eau.

6. Spectroscopie UV-Visible, IR, RMN

6.1. Interaction rayonnement-matière

Lorsqu'un photon interagit avec un atome, il peut y avoir une transition électronique (UV-visible), vibrationnelle (IR) ou rotationnel (micro-onde).

Une espèce chimique absorbera certaines radiations électromagnétiques pour réaliser une transition vers un niveau plus énergétique.

La spectroscopie étudie le spectre d'absorption d'une substance dans différents domaines électromagnétiques.

6.2. Spectroscopie UV-Visible

Les **spectroscopes UV-visible** usuels permettent le tracé des spectres d'absorbance pour des **longueurs d'onde** comprises entre 190 nm et 400 nm pour le domaine des UV et entre 400 nm et 800 nm pour le domaine du visible.

La **spectroscopie UV-visible** peut être utilisée au laboratoire pour identifier une espèce chimique ou les espèces chimiques d'un mélange.

Elle peut aussi être utilisée pour doser une espèce chimique en solution, même à très faible teneur.

6.3. Spectroscopie IR

Les spectroscopes infrarouge permettent le tracé des spectres de transmittance pour des longueurs d'onde comprises dans le proche infrarouge : $2500 \text{ nm} < \lambda < 16\,000 \text{ nm}$

C'est-à-dire un **nombre d'onde** $\sigma = 1/\lambda$ tel que : $4000 \text{ cm}^{-1} < \sigma < 625 \text{ cm}^{-1}$

Au laboratoire, la **spectroscopie infrarouge (IR)** est utilisée pour l'identification des espèces chimiques synthétisées.

La spectroscopie IR permet de repérer les liaisons chimiques et donc de déterminer les groupes caractéristiques d'une molécule.

6.4. Spectroscopie RMN

La **spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN)** est une technique qui exploite les propriétés magnétiques de certains noyaux atomiques.

La RMN du proton ^1H permet d'identifier les atomes d'hydrogène d'une molécule et informe sur leur environnement chimique, c'est-à-dire sur le nombre et la nature des atomes de leur environnement proche.

Cette technique permet de déterminer le squelette d'un grand nombre de molécules organiques.