

Protocoles et méthodes :

Etude des jardins chimiques :

Produits chimiques Nécessaires :

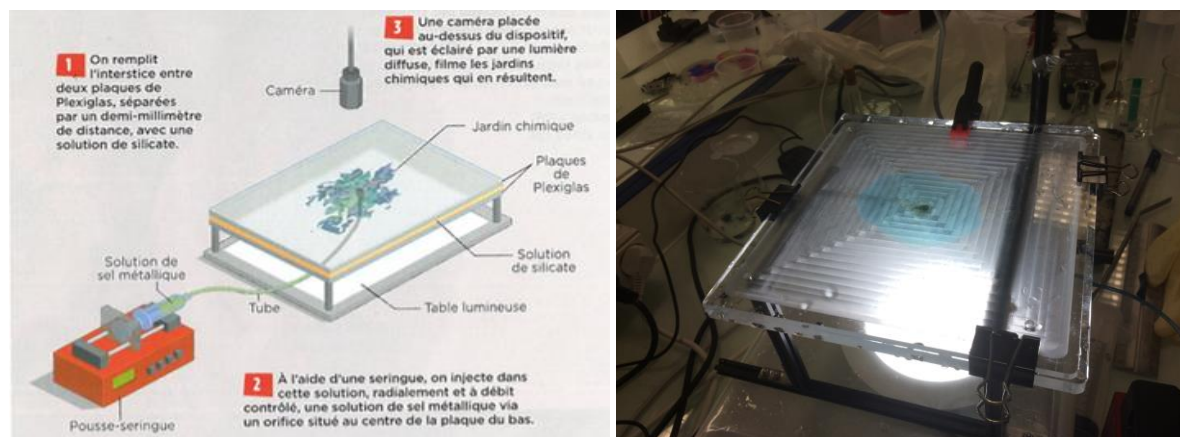
- solution concentré de silicate de sodium ($\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O}$)
- Sels métalliques : comme du MnCl_2 ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, CoCl_2 , NiCl_2 ...)

Matériels Nécessaires

- Un récipient pour faire croître le jardin chimique
- Une caméra pour enregistrer
- un support
- Eprouvette pour les dilutions, spatules...

Première expérience : Expérience dans la cellule de Hell Shaw

Schéma de l'expérience :



Matériels Nécessaires :

- cellule de Hell-Shaw fabriqué à partir deux plaques de Plexiglas rectangulaire de dimension 200x200x10 mm :
 - une plate , avec 4 trous sur les bords (pour laisser passer le liquide excédentaire)
 - une creusée d'une profondeur de 3mm sur toute la partie centrale (180x180 mm). Il faut également prévoir un trou en son centre pour laisser passer le tuyau de la seringueLe but est de laisser un espace entre les deux plaques lorsque ces dernières sont collées l'une à l'autre.
- pousse seringue pour contrôler le débit
- seringue de volume 10 mL

- tuyau reliant seringue et cellule d'une longueur de 20 cm
- des clips noirs pour fermer la cellule (permettant de lier les deux plaques)
- de la colle et du film collant pour fixer le tuyau à la plaque creusée
- un cache noir (pour faire office de fond sur la séquence d'images)
- une caméra
- une lumière d'éclairage intense
- un générateur pour la lumière

- un ordinateur contrôlant la caméra grâce au logiciel : (prises de séquences d'images)
- un logiciel d'analyse de séquences d'images : ImajeJ

- solution de silicate de sodium concentré
- des sels métalliques (cf ci-dessus)

- une éprouvette graduée
- un bac de récupération des déchets inorganiques
- un bécher (pour réaliser la dissolution du sel métallique)
- un agitateur magnétique
- un barreau aimanté
- eau distillée

Déroulement de l'expérience :

L'expérimentateur doit commencer par diluer le sel métallique qu'il désire étudier pour l'expérience. Pour cela il doit utiliser un bécher, dans lequel il place une quantité de sel à dissoudre (concentration en CoCl_2 1M par exemple). Ensuite il rajoute dans ce bécher la quantité d'eau adéquate pour dissoudre le sel. Il utilise ensuite un barreau aimanté et un agitateur magnétique pour aider à dissoudre le composé.

Une fois la dissolution réalisée, l'expérimentateur place la solution préparée dans la seringue qu'il placera sur le porte seringue, indiquant par ailleurs sur le porte seringue les caractéristiques de l'injection (vitesse d'injection, $\sim 1\text{mL}/\text{min}$, et caractéristiques de la seringue positionnée, diamètre entre autres, dépend du porte-seringue).

Ensuite, l'expérimentateur doit préparer la solution de silicate de sodium à la concentration désirée en faisant une dilution. Ainsi, il verse au sein de l'éprouvette le volume de silicate choisi et la transvase au sein d'un bécher.

Pour ce faire, il utilise une éprouvette graduée et dilue le silicate en ajoutant le volume d'eau adéquat. Une fois la solution finie, il la positionne dans la cellule de hell-shaw.

Ensuite il referme cette cellule à l'aide des deux pinces-clips noirs.

Il actionne ensuite le pousse seringue et observe la réaction.

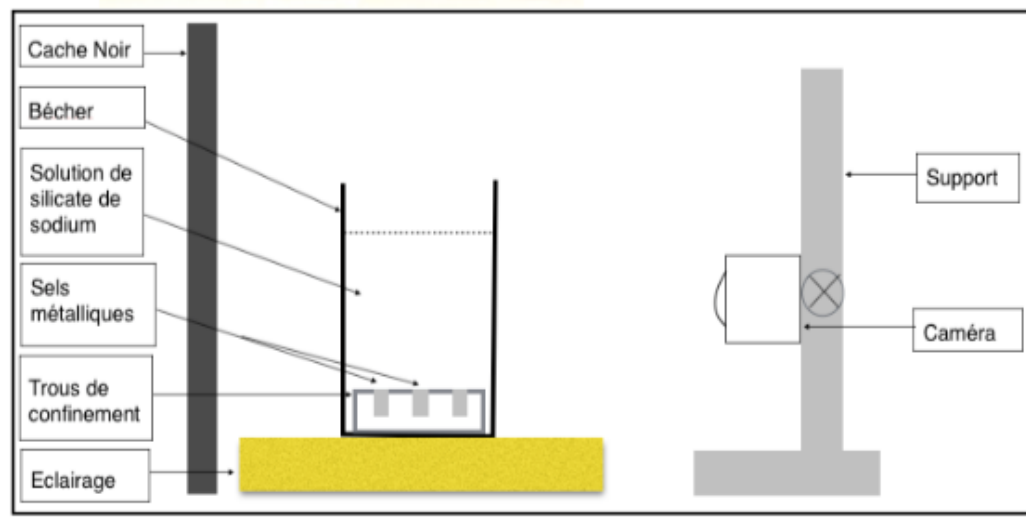
On aura positionné au préalable au-dessus du montage de l'expérience notre caméra fixée sur un support à l'aide de pinces. On relie alors la caméra à l'ordinateur et on l'actionne depuis le logiciel de contrôle.

On utilisera alors pour l'analyse la prise de séquences d'images que l'on traite sous imageJ.



Seconde expérience : Expérience du jardin chimique en 3D

Schéma de l'expérience :



Matériels Nécessaires :

- cuve rectangulaire (pour éviter les problèmes d'optique) fabriquée à la main de dimension intérieure : 80 mm par 30 mm et une hauteur totale intérieure de 70 mm
- colle extra-forte pour fabriquer la cuve
- un support de plexiglas rectangulaire de dimension 20mm par 50 mm de hauteur 10mm : comportant 4 trous de diamètre 1mm et de profondeur 2mm : (pour insérer les sels métalliques)
- solution concentrée de silicate de sodium
- des sels métalliques : $MnCl_2$ par exemple
- un ordinateur contrôlant la caméra grâce au logiciel : (prises de séquences d'images)
- un logiciel d'analyse de séquences d'images : ImageJ
- une caméra

- une cuve
- de la glace
- un thermomètre
- un chauffage électrique
- un cache noir (pour faire office de fond sur la séquence d'images)
- une éprouvette
- un bac de récupération des déchets inorganiques
- eau
- un bécher (pour réaliser la dissolution du sel métallique)
- une lumière d'éclairage intense
- un générateur pour la lumière

Déroulement de l'expérience :

Les expériences se sont déroulées selon deux principaux axes : un changement des conditions extérieures (la température pour trois valeurs précises 5°C, 25°C et 50°C) et un changement de concentration du silicate de sodium variant de 0,5M, 1M, 2M, 3M

L'expérimentateur doit commencer par préparer la solution de silicate de sodium à la concentration désirée. Pour ce faire, il utilise la solution fournie (concentrée) qu'il dilue pour obtenir la concentration désirée. Ainsi, il verse dans l'éprouvette le volume de silicate choisi et la transvase au sein d'un bécher. Puis il utilise une éprouvette graduée et dilue le silicate en ajoutant le volume d'eau adéquat.

Une fois la solution préparée, l'expérimentateur introduit toujours le même volume de solution préparée au sein de la cuve rectangulaire : volume de 80 mm par 50 mm pour une hauteur de 50mm soit un volume de... .

Ensuite, l'expérimentateur positionne selon la méthode étudiée la cuve soit dans l'eau glacée soit à l'air libre soit dans une cuve chaude pour respecter les conditions voulues. Pour vérifier la température au sein de la cuve d'expérience, un thermomètre est positionné à l'intérieur de la cuve.

Ensuite, il faut s'occuper des sels métalliques. Il faut d'abord choisir le sel métallique à étudier et positionner dans chacun des 4 trous de la cellule une quantité de sels métalliques (remplir les petits trous en tassant bien ou alors introduire une même masse pour chaque trou)



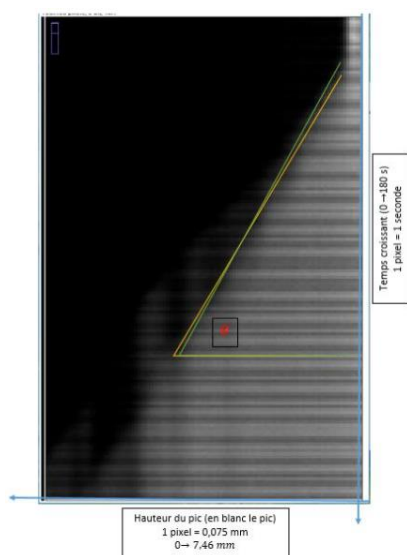
Image :

Une fois le sel métallique introduit, on introduit la cellule comportant les sels au sein de la cuve remplie de la solution de silicate de sodium. Au préalable, il faut placer la cuve sur une plaque lumineuse et positionner en fond un cache noir. On positionnera la cuve perpendiculairement en son plus long côté à la caméra (fixée sur un support).

On relie alors la caméra à l'ordinateur et on l'actionne depuis le logiciel de contrôle. On utilisera alors pour l'analyse la prise de séquences d'images que l'on traite sous imageJ.

Pour ce faire, on va chercher à calculer la vitesse de croissance des jardins chimiques : on utilise la fonction « reslice » au sein de ImageJ qui permet d'obtenir sur une même image la superposition de toutes les images selon un axe défini au préalable grâce à l'interface de contrôle.

On obtient alors une image du type :



Que l'on peut traiter en sachant qu' en abscisse on a le temps et en ordonnée la distance. On peut alors accéder à la vitesse de croissance de notre échantillon en réalisant le calcul suivant :

Reslice d'une séquence d'images (460) à l'aide d'ImageJ afin de déterminer la vitesse de croissance des pics, on observe également l'incertitude de détermination de la vitesse de croissance.

On mesure l'angle θ et on a $v = 1/\tan(\theta)$

Ici $\theta = 59^\circ$, soit (avec les échelles) $v = 0,0448 \text{ mm. s}^{-1}$

Incertitudes $\Delta\theta = 1^\circ$ donc $\Delta v = \left(\frac{1}{\tan(\theta_1)} - \frac{1}{\tan(\theta_2)} \right) * \text{echelle}$

Donc $v = 0,045 \pm 0,002 \text{ mm. s}^{-1}$, soit $\Delta v = 4 \%$.

On peut alors traiter nos données en réalisant un tracé de courbes .

On a également utilisé une méthode de DRX dans le but de déterminer exactement ce que nous avons au sein de nos jardins chimiques finaux.

Spectre DRX d'un jardin chimique de $MnCl_2$ dans une solution de silicate de sodium. Le solide a été séché rapidement (au pistolet chauffant)

Montrant alors dans un premier des résultats plutôt ...

Et une seconde technique d'analyse :

Spectre DRX pour un jardin de $MnCl_2$. Séchage lent, à l'air libre pendant 1 semaine.

Montrant aucun pic potentiellement analysable.