



 [discoverscience.be](http://discoverscience.be)

 [contact@discoverscience.be](mailto:contact@discoverscience.be)

 [Instagram](#) | [Facebook](#)

 *Éveiller la curiosité, un atome à la fois.*

## PLAYFUL SCIENCE – DOSSIER COMPLET POUR PROFESSEURS

### Stand : Polymères et liquides organiques

#### DiscoverScience – Hamad Karous

Ce stand explore la chimie et la physique des matériaux mous, à travers une série d'expériences spectaculaires et rigoureuses sur les polymères et les fluides non newtoniens.

Les démonstrations mettent en évidence des comportements complexes de la matière : viscosité dépendante du cisaillement, réticulation ionique, effet Weissenberg, relaxation élastique et transitions sol-gel.

Ces manipulations simples et sûres sont reproductibles en classe et permettent d'aborder, de manière concrète et ludique, des notions de rhéologie, de chimie macromoléculaire et de physique des fluides complexes, à différents niveaux d'enseignement.

## Expérience : Superabsorbants – Polyacrylate

### Matériel

- 1 c. à café de polyacrylate (ou contenu d'une couche)
- 150 mL d'eau
- 1 c. à café de sel
- 1 gobelet

### Mode opératoire

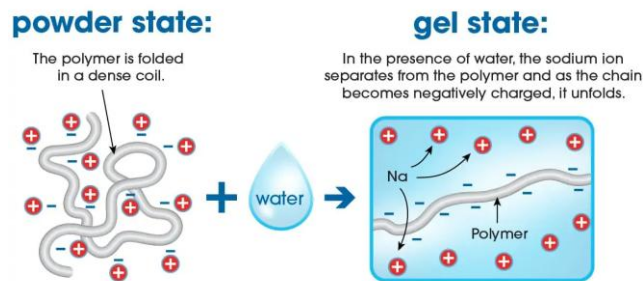
1. Mettre **1 c. à café** de polyacrylate dans le gobelet.
2. Ajouter **150 mL d'eau** → gel immédiat.
3. Retourner : le gel reste solide.
4. Ajouter **1 c. à café de sel** → le gel redevient liquide.

### Explication scientifique complète

Le polyacrylate est un **polymère anionique** (groupes  $-\text{COO}^-$ ).  
Lorsque l'eau entre dans le réseau, les charges se repoussent → le gel gonfle fortement (**pression osmotique**).

Le sel apporte des ions  $\text{Na}^+$  qui **neutralisent** les charges → la pression osmotique s'effondre → l'eau sort → **collapse du gel**.

Ce phénomène est l'**effet Donnan**, un concept-clé de la physico-chimie des hydrogels.




Le spray neige n'absorbe rien parce que **tout son mélange est hydrophobe**, donc l'eau ne peut pas y pénétrer.



## Expérience : Orbeez – Hydrogel intelligent

### Quantités

- Des perles d’Orbeez déshydratées
- Eau
- Bêchers transparents
- Message imprimé
- Verre ou bol transparent
- Pipette
- Colorant (optionnel pour le gonflement)

Expérience 1	Expérience 2
<p><b>Mode opératoire</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mettre <b>des Orbeez</b> dans un bêcher.</li> <li>2. Ajouter <b>200 mL d’eau</b>.</li> <li>3. Attendre <b>30 à 45 minutes</b> (ou plus).</li> <li>4. Les perles gonflent jusqu’à devenir <b>200 à 300 fois</b> leur volume initial.</li> </ol> <p><b>Observations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les perles deviennent <b>translucides</b>, gélatineuses.</li> <li>• Elles ressemblent à des <b>gouttes solides</b>.</li> </ul> <p><b>Gonflement des hydrogels</b></p> <p>Les Orbeez sont des <b>hydrogels réticulés</b>, faits de polyacrylate ou polyacrylamide. Ils retiennent l’eau dans leur réseau polymère → <b>gonflement × 300</b>.</p> 	<p><b>Mode opératoire</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remplir un verre avec des Orbeez <b>complètement hydratés</b>.</li> <li>2. Placer le message sous le verre.</li> <li>3. Demander au public de le lire → <b>impossible</b> (image déformée).</li> <li>4. Verser lentement de l’eau dans le verre.</li> <li>5. Les Orbeez deviennent <b>invisibles</b>, et le message apparaît clairement.</li> </ol> <p style="text-align: center;">- <b>Invisibilité : indice de réfraction</b></p> <p>Les sphères contiennent de l’eau, mais les interstices contiennent de l’air. → La lumière est <b>diffusée</b>, donc le message est flou.</p> <p>Quand on ajoute de l’eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l’eau remplit tous les espaces entre les sphères</li> <li>• l’indice de réfraction <b>de l’eau = celui de l’hydrogel</b> → la lumière passe <b>sans être déviée</b> → les sphères deviennent <b>invisibles</b> → le message apparaît clairement</li> </ul>

# Expérience : Polymère hydrophobe flottant

## Matériel

- Marqueurs effaçables à sec (whiteboard markers)
- Un bol, une assiette blanche et une cuillère métallique
- Eau
- Pipette ou goutte-à-gouttes
- Surface parfaitement propre et sèche

## Mode opératoire

1. Sur une surface sèche et parfaitement lisse, dessiner une forme simple :  
– bonhomme, étoile, spirale, cœur, etc.
2. Attendre quelques secondes que l'encre sèche.
3. Déposer doucement la cuillère dans l'eau.
4. Le dessin se détache, flotte, et commence à danser sur l'eau.
5. Incliner légèrement le bol → les formes glissent et semblent vivantes.
6. À la fin, les formes se désagrègent progressivement jusqu'à disparaître.

## Explication scientifique complète

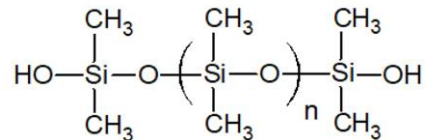
- 1) Les marqueurs pour tableau blanc contiennent :
  - **un polymère silicone hydrophobe**, ce polymère agit comme un **liant non-adhérent**.
  - **des pigments solides hydrophobes** (water-fearing) qui sont **moins denses que l'eau**
- 2) **Interaction eau / polymère**

L'eau **repousse** le film hydrophobe du marqueur → les traits se détachent d'un bloc.

### 3) Dynamique du fluide

Lorsque tu inclines le bol :

- la mince pellicule de marqueur flotte comme un **petit radeau**
- les différences de tension superficielle provoquent un **mouvement ondulant**
- cela ressemble à une **danse**



# Expérience : Slime sans borax

## Matériel

- 50 mL de colle blanche PVA
- 2 cuillères à soupe de mousse à raser
- 1–2 gouttes de colorant
- 1 à 2 cuillères à soupe de solution saline (**solution de lavage de plaies ou sérum physiologique 0,9 % NaCl**)
- 1 gobelet + 1 cuillère

## Mode opératoire

### Préparation du mélange

1. Verser **50 mL de la colle blanche** dans un gobelet.
2. Ajouter **2 cuillères à soupe de mousse à raser**.
3. Ajouter **quelques gouttes de colorant**.
4. Mélanger.

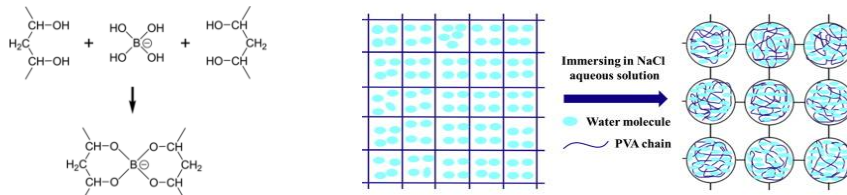
### Activation du slime sans borax

1. Ajouter **1 cuillère à café de bicarbonate** → mélanger.
2. Ajouter **1 cuillère à soupe de solution saline (NaCl) progressivement**.
3. Observer l'épaississement.
4. Ajouter **quelques gouttes supplémentaires** de solution saline **uniquement si nécessaire**.
5. Quand le slime se détache des parois, sortir et **pétrir 20–30 secondes**

## Explication scientifique complète

Contrairement au slime classique (PVA–borate), ici le réseau se forme grâce à :

- une augmentation du pH (via bicarbonate)
- Légère alcalinité = activation des groupements –OH du PVA.
- une **réticulation ionique douce** via NaCl
- Les ions sodium + les anions du bicarbonate influencent les **interactions entre chaînes**.
- une **augmentation de la viscosité par interactions hydrogène renforcées**
- Le PVA, à pH modéré, crée un réseau dense **sans borate**



## Expérience : Dissolution du PVA

### Matériel

- 1 capsule hydrosoluble (PVA)
- 250 mL d'eau chaude
- 1 c. à soupe de liquide vaisselle

### Mode opératoire

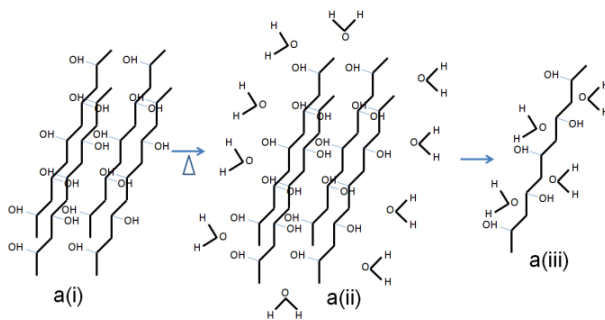
1. Capsule dans eau chaude → dissolution lente.
2. Capsule dans eau + savon → dissolution rapide.

### Explication scientifique complète

Le PVA est hydrosoluble, mais les **liaisons hydrogène inter-chaînes** ralentissent la dissolution. Les tensioactifs du savon **cassent ces liaisons** et **pénètrent dans le polymère**, ce qui accélère la solvatation.

C'est une démonstration parfaite de :

- **interactions polymère-solvant**
- **rôle des tensioactifs**
- **chimie des matériaux hydrosolubles**



## Expérience : Sphérification – Alginate & calcium

### Matériel

- 1 g alginate + 100 mL eau
- 2 g CaCl<sub>2</sub> + 100 mL eau
- Colorant

### Mode opératoire

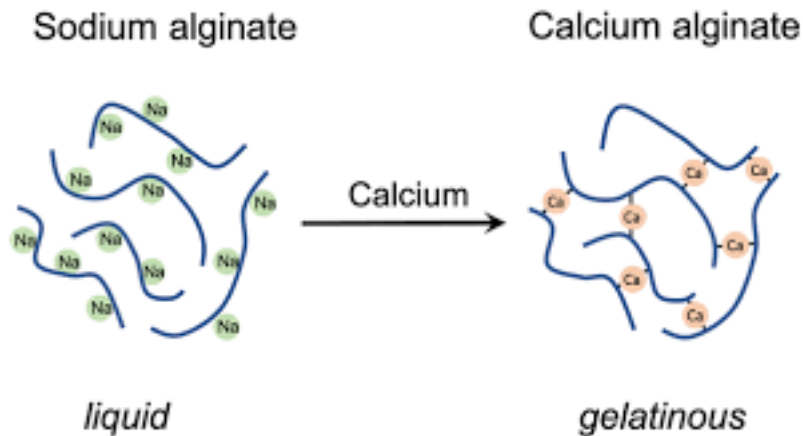
1. Préparer la solution d'alginate.
2. Préparer la solution de CaCl<sub>2</sub>.
3. Laisser tomber des gouttes d'alginate dans CaCl<sub>2</sub>.
4. Attendre 30 s puis rincer.

### Explication scientifique complète

L'alginate est un **polymère naturel** (algues).

Le Ca<sup>2+</sup> se fixe entre les blocs guluronate → formation d'un réseau **egg-box**.

- Membrane solide → cœur liquide.
- Exemple parfait de **réticulation ionotrope**.
- Modèle clé pour comprendre les gels alginates utilisés en :
  - Encapsulation
  - Médecine
  - cosmétique



## Expérience : Polystyrène vs acétone

### Matériel

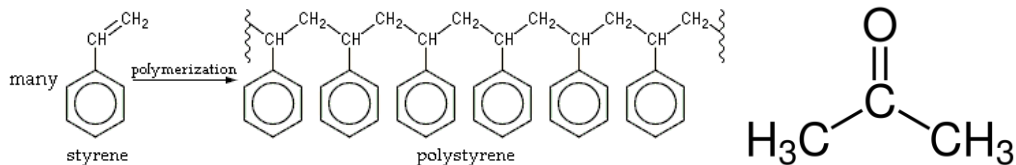
- 5–10 cm<sup>3</sup> de PS
- 50 mL acétone

### Mode opératoire

1. Verser 50 mL d'acétone.
2. Ajouter le PS → collapse immédiat.

### Explication scientifique complète

- Le polystyrène expansé (PS-E) est une **mousse cellulaire** contenant **≈ 95 % d'air** et **≈ 5 % de polymère**.  
Son volume vient presque entièrement de l'air emprisonné dans les cellules.
- L'acétone est un **solvant efficace** du polystyrène **amorphe**.  
Lorsqu'on plonge le PS-E dans l'acétone :
  - **L'acétone diffuse dans les parois du polymère**, diminue les interactions entre chaînes et provoque un **gonflement**.
  - Les chaînes de polystyrène se **solvatent** puis passent en **solution polymère**.
  - Les cellules se rompent, **l'air s'échappe instantanément**.



## Expérience : Magic Fish – Polymère hygrosopique

Cette expérience met en évidence le comportement surprenant d'un polymère hygrosopique à travers un petit objet en forme de poisson, découpé dans un film de cellophane spécial. Ce matériau est particulièrement sensible à l'humidité de l'air et à la présence d'eau.

Lorsqu'il est posé sur une surface humide ou dans la main, le film absorbe l'eau de manière inhomogène. Certaines zones absorbent plus rapidement l'humidité que d'autres, ce qui entraîne une dilatation différentielle du matériau. Cette différence de dilatation provoque une déformation du film, qui se traduit par un mouvement visible du poisson, donnant l'illusion qu'il est vivant.

D'un point de vue scientifique, cette expérience illustre un couplage thermo-hygromécanique. L'humidité et, dans une moindre mesure, la température influencent les propriétés mécaniques du polymère, induisant une réponse mécanique sous forme de mouvement. Ce type de comportement est caractéristique des matériaux dits intelligents, capables de réagir à leur environnement sans moteur ni source d'énergie externe.

Cette expérience permet d'aborder de manière ludique des notions clés comme les polymères, l'absorption de l'eau, la dilatation, les matériaux réactifs et les applications des matériaux intelligents dans la vie quotidienne et les technologies modernes.



# Expérience : Newton's Beads

## A) Expérience 1

- Une chaîne tirée hors d'un récipient forme une **petite fontaine**.
- Mécanisme : **inertie + réaction de la paroi + transmission de tension**.
- C'est un comportement **granulaire**.

## B) Expérience 2

**Montrer qu'un fluide polymère épais peut imiter la dynamique de la chaîne, en formant un filet continu qui se soulève et se déforme comme un ruban.**

### Matériel

- 8 g de PVA en poudre
- 92 mL d'eau chaude (80–90°C)
- Colorant alimentaire **ou indicateur pH** (phénolphtaléine, bleu de bromothymol...)
- Récipient

### Préparation

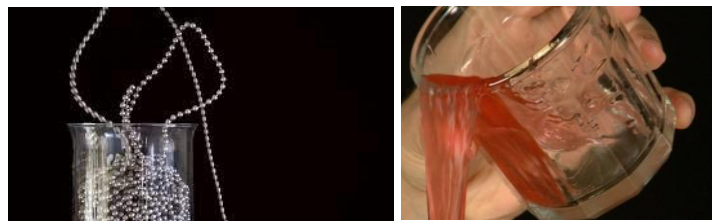
1. Chauffer l'eau.
2. Ajouter le PVA jusqu'à dissolution → solution **visqueuse**.
3. Ajouter quelques gouttes de **colorant** ou **indicateur**.

### Démonstration

1. Verser le fluide PVA depuis 15–20 cm de hauteur.
2. Le jet forme un **filet continu**, se **déforme**, et peut **légèrement rebondir** → ressemblant à une chaîne fluide.

### Explication scientifique

- Le PVA en solution forme un **fluide polymère viscoélastique** : les longues chaînes s'**enchevêtrent** et transmettent la **tension** le long du jet.
- Le fluide résiste à la rupture → **filet continu** (contraire à l'eau).
- Ce comportement imite celui de la chaîne : **transmission mécanique + inertie + extension**.



## Expérience : Dental Dam

### Matériel

- Feuille de **digue dentaire** (latex ou nitrile)
- **Crayon** ou cure-dent
- **Eau chaude** et **eau froide**

### Explication scientifique

La digue dentaire est composée de **latex**, un **élastomère naturel** formé de longues chaînes de **polyisoprène** faiblement réticulées.

### Élasticité entropique

- À l'état repos : **chaînes polymères repliées** et désordonnées → entropie élevée.
- Lorsqu'on étire : les chaînes s'**alignent** → entropie diminuée.
- Quand on relâche : le système **revient spontanément** vers l'état désordonné.

L'élasticité du latex n'est pas mécanique comme un ressort métallique, mais **thermodynamique**.

### Propriétés mécaniques clés

- **Faible réticulation** → grande extensibilité.
- **Comportement non linéaire** (plus on l'étire, plus il résiste).
- **Excellente résistance à la déchirure** : les chaînes peuvent se réorganiser localement autour d'une pointe.

### Effet de la température

- Eau chaude → chaînes plus mobiles → latex **souple**.
- Eau froide → mobilité réduite → latex **rigide**.



## Expérience : Kinetic Sand – Sable “intelligent” à comportement plastique

### Matériel

- Kinetic Sand (sable magic)
- Petit bac
- Emporte-pièces / couteau en plastique
- Eau (pour comparaison avec sable normal)

### Explication scientifique (version courte, précise et professionnelle)

Le **Kinetic Sand** est un **matériau composite** composé de :

- **98 % de grains de sable** (silice)
- **2 % de polymère silicone** (polydiméthylsiloxane : PDMS)

Le PDMS forme un **film ultrafin** autour des grains de sable.  
Grâce à ce film polymère :

- **Les grains adhèrent légèrement entre eux**

→ Le sable se tient, peut être coupé, moulé, empilé.  
→ C'est un **matériau cohésif**, contrairement au sable sec.

- **Mais les grains peuvent glisser lentement**

→ Le polymère silicone agit comme un lubrifiant viscoélastique.  
→ Le matériau s'écoule comme un **fluide lent** lorsqu'il est soumis à faible contrainte.

- **Comportement non-newtonien (plastique viscoélastique)**

→ Soumis à faible force → comportement fluide

→ Soumis à forte force (couper / presser) → comportement solide

- **Matériau granulaire + polymère = matière molle hybride**

C'est un exemple pédagogique de **granulaire-cohésif**, entre solide et fluide.

