

## Fiche professeur

THEME du programme : Comprendre

Sous-thème : Cohésion et transformations de la matière

### Solide moléculaire. Interaction de Van der Waals, liaison hydrogène

Type d'activité : Activités documentaires avec possibilité d'illustration expérimentale.

Conditions de mise en œuvre :

**Activité 1 : Le solide moléculaire** (30 min)

« De l'eau et du sucre » : Activité de découverte pouvant être illustrée par quelques expériences réalisées par les élèves ou le professeur.

**Activité 2 : Le modèle : les interactions de Van der Waals** (30 min)

PARTIE 1 : Activité documentaire autour des notions d'électronégativité, de molécules polaires et apolaires, de l'expérience du filet d'eau, de la température d'ébullition permettant de définir cette interaction.

PARTIE 2 : Cas de l'interaction entre molécules apolaires.

**Activité 3 : Prolongement du modèle : la liaison hydrogène** (15 min)

« Température d'ébullition de quelques molécules » : Activité documentaire montrant comment des anomalies sur les températures d'ébullition ont conduit à faire évoluer le modèle vers la notion de liaison hydrogène.

**Activité 4 : La liaison hydrogène : exemples d'illustrations** (30 min)

3 activités documentaires illustrant la liaison hydrogène

**Pour aller plus loin :**

**Activité 5 : liaison hydrogène et propriétés physico-chimiques**

3 activités documentaires montrant l'influence des interactions de Van der Waals, et de la liaison hydrogène sur la température d'ébullition, la solubilité et la densité de certaines molécules.

Pré-requis : - Le solide ionique, interaction coulombienne  
- Structure moléculaire, représentation de Lewis

NOTIONS ET CONTENUS	COMPETENCES ATTENDUES
Solide moléculaire. Interaction de Van der Waals, liaison hydrogène. Électronégativité.	Interpréter la cohésion des solides [...] moléculaires. [...] Recueillir et exploiter des informations sur les applications de la structure de certaines molécules (super absorbants, tensioactifs, alginates, etc.).

**Compétences transversales :**

- rechercher, extraire, organiser des informations utiles
- formuler des hypothèses
- raisonner, argumenter, démontrer

Mots clés de recherche : solide moléculaire, Van der Waals, liaison hydrogène

Provenance : Académie d'Orléans-Tours

Adresse du site académique : <http://physique.ac-orleans-tours.fr/php5/site/>

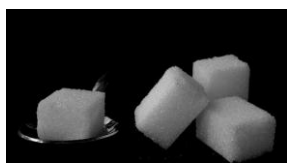
# ACTIVITÉ 1 : LE SOLIDE MOLECULAIRE

## « De l'eau et du sucre »

### Compétences travaillées :

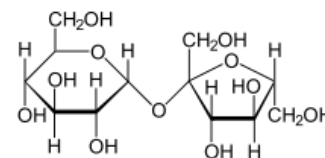
<b>App : S'approprier l'information</b>
Se mobiliser en cohérence avec les consignes données.
<b>Rea : Réaliser (Faire)</b>
Observer et décrire les phénomènes.
<b>Ana : Analyser</b>
Extraire des informations des données et les exploiter.
<b>Val : Valider, Critiquer</b>
Confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus.
<b>Com : Communiquer</b>
Rendre compte de façon écrite.
<b>Auto : Etre Autonome, Faire preuve d'initiative, Savoir-Etre</b>
Travailler efficacement seul ou en équipe (en étant autonome, en respectant les règles de vie de classe et de sécurité).
Soigner sa production.

### Observations expérimentales :



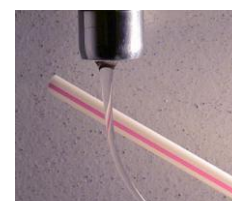
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sucarcubes.jpg>

1) le sucre est un solide moléculaire. Il est constitué de molécules de saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . C'est un état dense de la matière : les molécules sont proches les unes des autres et cohérentes entre-elles.



2) L'eau liquide est constituée de molécules d' $H_2O$ . C'est un état dense de la matière : les molécules sont proches les unes des autres et cohérentes entre-elles. Il faut apporter beaucoup d'énergie pour les séparer les unes des autres ( $T_{eb} = 100\text{ °C}$ ).

- 3) L'eau pure ne laisse pas passer le courant électrique.
- 4) Le sucre se dissout dans l'eau.
- 5) L'eau sucrée ne laisse pas passer le courant électrique.
- 6) Le filet d'eau est dévié à l'approche du bâton d'ébonite chargé.



<http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/maussion/elecstat/PagesFr/03Filet.html>

### Questions :

- a) En utilisant vos connaissances sur les solide ioniques, peut-on dire que le sucre est un solide ionique. Justifier.
- b) L'eau pure est-elle un électrolyte ? Justifier.
- c) L'interaction coulombienne entre des particules chargées peut-elle expliquer la cohésion d'un morceau de sucre ou d'un peu d'eau liquide ? Justifier.
- d) L'interaction coulombienne entre des particules chargées peut-elle expliquer l'expérience du filet d'eau ? Justifier.
- e) Peut-on expliquer la dissolution du sucre à l'aide de l'interaction coulombienne entre des particules chargées ?

### Conclusion :

L'interaction coulombienne entre des particules chargées n'explique pas ces observations car le morceau de sucre et l'eau ne contiennent pas de particules chargées. Un autre type d'interaction doit expliquer ces propriétés.

## ACTIVITÉ 2 : LE MODELE : LES INTERACTIONS DE VAN DER WAALS

### PARTIE 1 : INTERACTIONS ENTRE MOLECULES POLAIRES

#### Compétences travaillées :

<b>App : S'approprier l'information</b>
Se mobiliser en cohérence avec les consignes données (agir selon les consignes données ; extraire des informations utiles d'une observation, d'un texte ou d'une représentation conventionnelle (schéma, tableau, graphique,...)).
<b>Réa : Réaliser</b>
Réaliser un graphique.
Appliquer une consigne (calcul, application d'une loi ...).
<b>Ana : Analyser</b>
Extraire des informations des données et les exploiter.
Elaborer et/ou choisir et utiliser un modèle adapté.
<b>Val : Valider, Critiquer</b>
Confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus.
<b>Com : Communiquer</b>
Rendre compte de façon écrite (de manière synthétique et structurée, en utilisant un vocabulaire adapté et une langue correcte).
<b>Auto : Etre Autonome, Faire preuve d'initiative, Savoir-Etre</b>
Travailler efficacement seul ou en équipe (en étant autonome, en respectant les règles de vie de classe et de sécurité).
Soigner sa production.

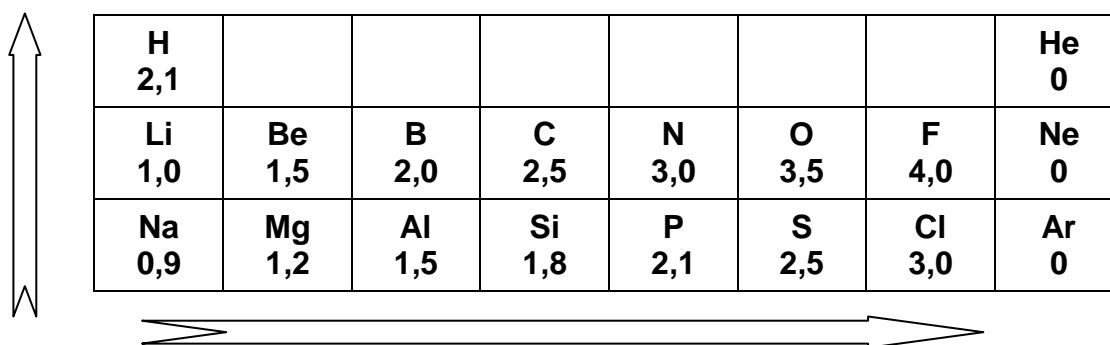
#### Doc 1 : Introduction :

Le fait que les molécules ne se déplacent pas toujours librement comme elles le font à l'état gazeux mais qu'elles forment aussi des liquides et des solides, signifie qu'il existe des interactions entre elles. Ainsi, le fait que l'eau soit liquide à la température ambiante est la manifestation que les molécules d'eau adhèrent les unes aux autres. Pour faire bouillir l'eau nous devons apporter suffisamment d'énergie pour écarter les molécules les unes des autres. Les forces responsables de l'adhérence des molécules sont appelées forces de van der Waals en référence au scientifique hollandais du dix-neuvième siècle qui les étudia pour la première fois.

« Le parfum de la fraise », Peter Atkins, Dunod

## Doc 2 : Électronégativité d'un atome

Il s'agit de l'aptitude d'un atome, ou d'un groupe d'atomes, d'une entité moléculaire à attirer des électrons de liaison.



<b>H</b> 2,1							<b>He</b> 0
<b>Li</b> 1,0	<b>Be</b> 1,5	<b>B</b> 2,0	<b>C</b> 2,5	<b>N</b> 3,0	<b>O</b> 3,5	<b>F</b> 4,0	<b>Ne</b> 0
<b>Na</b> 0,9	<b>Mg</b> 1,2	<b>Al</b> 1,5	<b>Si</b> 1,8	<b>P</b> 2,1	<b>S</b> 2,5	<b>Cl</b> 3,0	<b>Ar</b> 0

Echelle d'électronégativité de PAULING pour quelques éléments chimiques  
(en unité atomique de moment dipolaire : 1 u.a.m.d = 2,54 Debye)

## Doc 3 : Polarité d'une liaison ou d'une molécule

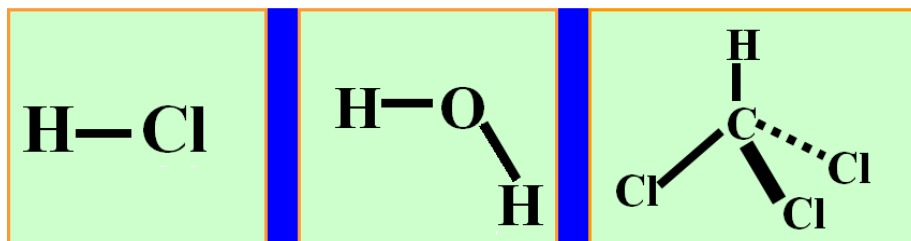
Si deux atomes impliqués dans une liaison de covalence sont d'électronégativités différentes, la répartition des charges est dissymétrique : les électrons de la liaison sont délocalisés vers l'atome le plus électronégatif, qui porte alors une charge partielle négative notée  $\delta^-$ . L'autre atome de la liaison porte, quant à lui, une charge partielle positive notée  $\delta^+$ .

Plus les charges sont réparties de façon asymétrique, plus une liaison ou molécule sera **polaire** (elle peut être assimilée à un **dipôle électrostatique**), et *a contrario*, si les charges sont réparties de façon totalement symétrique, elle sera **apolaire**, c'est-à-dire non polaire.

La polarité des molécules influe sur un certain nombre de caractéristiques physiques (températures de fusion et d'ébullition, solubilité, tension superficielle) ou chimiques (réactivité).

### Questions :

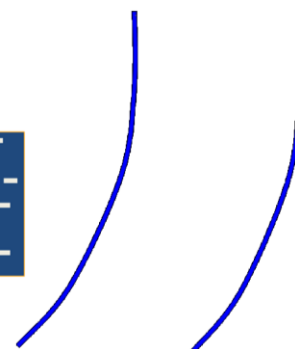
**Question 1 :** En s'appuyant sur les documents 2 et 3, expliquer pourquoi les molécules ci-dessous sont polaires : retrouver les charges partielles à l'aide de l'échelle d'électronégativité.



**Question 2 :** En déduire pourquoi, comme dit Peter Atkins, « les molécules d'eau adhèrent les unes aux autres ».

**Question 3 :** Retour sur l'activité 1 (Déviation d'un filet d'eau par un bâton d'ébonite électrisé).

Compléter le schéma ci-contre en représentant les molécules d'eau dans le filet d'eau dévié.



**Compétences travaillées :**

<b>App : S'approprier l'information</b>
Se mobiliser en cohérence avec les consignes données (agir selon les consignes données ; extraire des informations utiles d'une observation, d'un texte ou d'une représentation conventionnelle).
<b>Rea : Réaliser (Faire)</b>
Réaliser ou compléter un schéma.
Réaliser un graphique.
Appliquer une consigne (calcul, application d'une loi ...).
<b>ana : Analyser</b>
Extraire des informations des données et les exploiter.
Elaborer et/ou choisir et utiliser un modèle adapté (mettre en lien les phénomènes observés, les concepts utilisés et le langage mathématique qui peut les décrire)
<b>val : Valider, Critiquer</b>
Confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus
<b>com : Communiquer</b>
Rendre compte de façon écrite (de manière synthétique et structurée, en utilisant un vocabulaire adapté et une langue correcte)
<b>auto : Etre Autonome, Faire preuve d'initiative, Savoir-Etre</b>
Travailler efficacement seul ou en équipe (en étant autonome, en respectant les règles de vie de classe et de sécurité)
Soigner sa production

**Document 1 :**

[...] Les molécules sont composées d'atomes eux-mêmes constitués d'un minuscule noyau central chargé positivement, entouré d'un nuage d'électrons chargé négativement. Nous devons nous imaginer que ce nuage n'est pas figé dans le temps. Au contraire, il est comme un brouillard mouvant, épais à un endroit donné à un certain instant et léger au même endroit l'instant suivant. Là où brièvement le nuage s'éclaircit, la charge positive du noyau arrive à percer. Là où brièvement le nuage s'épaissit, la charge négative des électrons surpasse la charge positive du noyau. Lorsque deux molécules sont proches, les charges résultant des fluctuations du nuage électronique interagissent ; la charge positive du noyau qui pointe par endroit est attirée par la charge négative partiellement accumulée dans la partie dense du nuage électronique. De ce fait les deux molécules adhèrent. Toutes les molécules interagissent de cette façon, toutefois la force de l'interaction est plus grande entre les molécules contenant des atomes possédant beaucoup d'électrons comme le chlore et le soufre.

« Le parfum de la fraise », Peter Atkins, Dunod

## Document 2 : Température d'ébullition des alcanes et masse molaire

Les alcanes sont des hydrocarbures (molécules constituées uniquement d'atomes de C et de H) ne présentant que des liaisons C-C simples. Leur formule brute est  $C_nH_{2n+2}$ . Voici quelques alcanes linéaires (alcanes dont la chaîne carbonée ne comporte pas de ramification (chaque atome de C n'est lié qu'à 2 autres atomes de C)) :

Formule brute	Alcane	$\theta_{eb}$ (°C)	Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )
CH <sub>4</sub>	Méthane	- 161,7	
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Ethane	- 88,6	
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propane	- 42,1	
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Butane	- 0,5	

### Questions :

- D'après le document 1, les molécules apolaires interagissent quand même : pourquoi ?
- Calculer la différence d'électronégativité entre l'hydrogène et le carbone grâce au tableau de la partie 1. Comparer avec la différence d'électronégativité entre l'hydrogène et l'oxygène. Les alcanes sont-ils polaires ou apolaires ?
- Compléter la dernière colonne du tableau du document 2 en calculant les masses molaires des alcanes.
- Tracer la courbe donnant la température d'ébullition en fonction de la masse molaire.
- Qu'observez-vous ?
- Comment expliquer ce constat à l'aide de l'interaction décrite précédemment ?
- Le décane est un alcane linéaire de formule brute C<sub>10</sub>H<sub>22</sub>. À votre avis, quel est son état physique à température ambiante ? Pourquoi ?
- La paraffine de bougie est constituée de molécules d'alcanes à chaîne linéaire. Que pouvez-vous dire sur la longueur de la chaîne carbonée de la paraffine de bougie ? Argumenter.

### Quelques éléments de réponse

La température d'ébullition augmente de manière quasi-linéaire avec la masse molaire des alcanes linéaires car l'intensité des forces d'interaction de Van der Waals augmentent avec la longueur de la chaîne carbonée : plus les molécules sont grosses et contiennent d'électrons, plus elles sont polarisables, plus les interactions de Van der Waals sont fortes entre elles, plus il faut apporter d'énergie pour les faire passer à l'état gazeux.

Le décane est liquide à température ambiante car il contient 10 atomes de carbone ( $T_{eb} = 174^\circ\text{C}$ ).

La paraffine contient plus de 10 atomes de carbone (C<sub>25</sub>H<sub>52</sub>).

### Conclusion : (à établir avec les élèves)

L'interaction de Van der Waals est une interaction électrique de faible intensité entre des atomes, des molécules, ou entre une molécule et un cristal. Elle est associée à des forces attractives, généralement en  $1/r^7$ , de très courte portée.

Les forces de Van der Waals sont d'autant plus grandes que les électrons sont nombreux et la molécule étendue.

Elles peuvent résulter d'interactions existant entre des dipôles permanents de molécules polaires (on parle de forces de Keesom) mais également se manifester entre des molécules apolaires comme les gaz monoatomiques rares, les corps simples diatomiques (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>...) ou les molécules polyatomiques symétriques (CO<sub>2</sub>, CCl<sub>4</sub>...) (on parle alors de forces de London). Dans ce cas, ce sont les fluctuations de la densité électrique qui engendrent des dipôles instantanés induisant des dipôles dans les molécules voisines.

### ACTIVITÉ 3 : LIMITES DU MODELE : LA LIAISON HYDROGÈNE

#### Compétences travaillées :

<b>App : S'approprier l'information</b>
Se mobiliser en cohérence avec les consignes données.
<b>Ana : Analyser</b>
Extraire des informations des données et les exploiter.
Elaborer et/ou choisir et utiliser un modèle adapté.
<b>Val : Valider, Critiquer</b>
Confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus.
<b>Com : Communiquer</b>
Rendre compte de façon écrite.
<b>Auto : Etre Autonome, Faire preuve d'initiative, Savoir-Etre</b>
Travailler efficacement seul ou en équipe (en étant autonome, en respectant les règles de vie de classe et de sécurité).
Soigner sa production.

#### A- TEMPERATURES D'EBULLITION DE QUELQUES MOLECULES

	Groupe 4A				Groupe 5A			
Espèce chimique	CH <sub>4</sub>	SiH <sub>4</sub>	GeH <sub>4</sub>	SnH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	PH <sub>3</sub>	AsH <sub>3</sub>	SbH <sub>3</sub>
T° ébullition (°C)	-161,5	-112	-88,5	-52	-33,4	-87,7	-62	-18

	Groupe 6A				Groupe 7A			
Espèce chimique	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> Se	H <sub>2</sub> Te	HF	HCl	HBr	HI
T° ébullition (°C)	100	-60,7	-41,4	-1	20	-85,1	-67	-35,5

#### Questions :

- 1) A quoi correspondent les indications « Groupe 4A », « Groupe 5A », etc. ?
- 2) De quoi la température d'ébullition des molécules du groupe 4A dépend-elle ?
- 3) Cette propriété est-elle vérifiée pour les autres groupes ? Y a-t-il des exceptions ?
- 4) Que peut-on en déduire ?

#### Conclusion :

La température d'ébullition de NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O et HF est plus élevée, donc ces molécules sont plus fortement liées entre elles.

Elles sont le siège de liaisons intermoléculaires particulières : les liaisons hydrogènes.

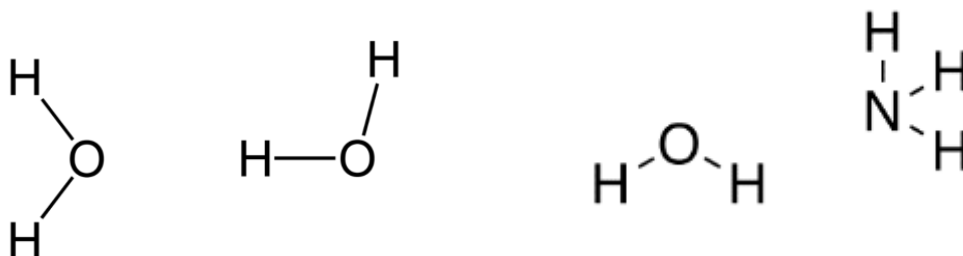
### Quelques éléments de réponse

- 1) Le « Groupe 4A » correspond à la famille du carbone (4<sup>ème</sup> colonne du tableau périodique en ôtant les éléments de transition). Le « Groupe 5A » correspond à la 5<sup>ème</sup> colonne de la classification périodique et donc à la famille chimique de l'azote N.
- 2) Au sein de la famille chimique du carbone (4<sup>ème</sup> colonne), la température d'ébullition augmente avec la masse molaire : plus les atomes sont gros et contiennent d'électrons, plus ils sont polarisables, plus les interactions de Van der Waals sont fortes entre eux, plus il faut apporter d'énergie pour les faire passer à l'état gazeux.
- 3) Cette propriété est vérifiée pour les autres groupes sauf pour NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O et HF.

## B- LA LIAISON HYDROGENE

La liaison hydrogène est la plus forte des liaisons intermoléculaires (10 à 235 kJ/mol). C'est un cas particulier des interactions de Van der Waals.

Elle se manifeste uniquement entre une molécule qui comporte un atome d'hydrogène lié à un atome X petit et très électronégatif (N, O ou F) et un autre atome, Y, possédant un doublet non liant (F, O ou N) :



### Question :

Représenter les charges partielles sur les molécules ci-dessus. Faire figurer les doublets non liants sur les atomes d'oxygène et d'azote. Enfin, à l'aide de la définition de la liaison hydrogène, la représenter symboliquement par des pointillés entre les atomes concernés.

### Source :

Wikipédia ([électronégativité](#), [liaison hydrogène](#), [molécule d'eau](#), ...)



## ACTIVITÉ 4 : LA LIAISON HYDROGÈNE : EXEMPLES D'ILLUSTRATIONS

### Compétences travaillées :

<b>App : S'approprier l'information</b>	<b>4.1</b>	<b>4.2</b>	<b>4.3</b>
Se mobiliser en cohérence avec les consignes données (agir selon les consignes données ; extraire des informations utiles d'une observation, d'un texte ou d'une représentation conventionnelle).	X	X	X
<b>Rea : Réaliser (Faire)</b>			
Réaliser ou compléter un schéma.	X	X	X
Appliquer une consigne (calcul, application d'une loi ...)	X	X	X
<b>ana : Analyser</b>			
Extraire des informations des données et les exploiter.	X	X	X
Elaborer et/ou choisir et utiliser un modèle adapté (mettre en lien les phénomènes observés, les concepts utilisés et le langage mathématique qui peut les décrire)	X	X	X
<b>val : Valider, Critiquer</b>			
Confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus	X	X	X
<b>com : Communiquer</b>			
Rendre compte de façon écrite (de manière synthétique et structurée, en utilisant un vocabulaire adapté et une langue correcte)	X	X	X
<b>auto : Etre Autonome, Faire preuve d'initiative, Savoir-Etre</b>			
Travailler efficacement seul ou en équipe (en étant autonome, en respectant les règles de vie de classe et de sécurité)	X	X	X
Soigner sa production	X	X	X

## ACTIVITÉ 4.1. : Le Kevlar®

Le poly-para-phénylène téréphtalamide (ou PPD-T), plus connu sous le nom déposé de Kevlar®, est une fibre d'aramide découverte en 1965 et fabriquée par la firme Dupont de Nemours. Commercialisée depuis les années 1970 sous le nom de Kevlar®, elle possède des propriétés très intéressantes pour l'industrie.

Son exceptionnelle résistance à la traction et à l'élongation, aux chocs et à l'usure est notamment exploitée pour la fabrication de gilets pare-balles mais aussi dans l'industrie aéronautique.

Ce **polymère** est constitué de noyaux de **benzène** séparés par des groupements amides. Parmi l'ensemble des matériaux connus, seuls la toile d'araignée (qui est trois fois plus résistante) et les nanotubes le surpassent. Il a pour autres qualités sa faible densité, sa capacité d'absorption des vibrations et son excellente résistance aux chocs. Sa rigidité est supérieure à celle de l'acier. Par ailleurs, ce matériau se caractérise par une **dilatation thermique** nulle et un bon comportement chimique vis-à-vis des carburants.

En contrepartie, le Kevlar® résiste mal aux rayons UV et aux fortes températures (il se décompose à 400°C) et est difficile à usiner.

### Applications :

- industrie textile : renfort de vêtements et voiles de bateau
- industrie aéronautique et aérospatiale
- nautisme : câbles, renforcement des coques de bateaux.
- fabrication de casques et de gilets pare-balle.
- Automobile de compétition (renforcement des pneus et d'autres caoutchoucs, doublure de freins)
- matériel sportif : snowboard, ski, escrime, raquettes ou cordage, cadres de vélos

- 1) Chercher la définition des mots en gras.
- 2) Le maillon de base de la chaîne de kevlar est indiqué figure 1. Justifiez l'organisation spatiale des chaînes de PPD-T (figure 2) ainsi que ses propriétés mécaniques.

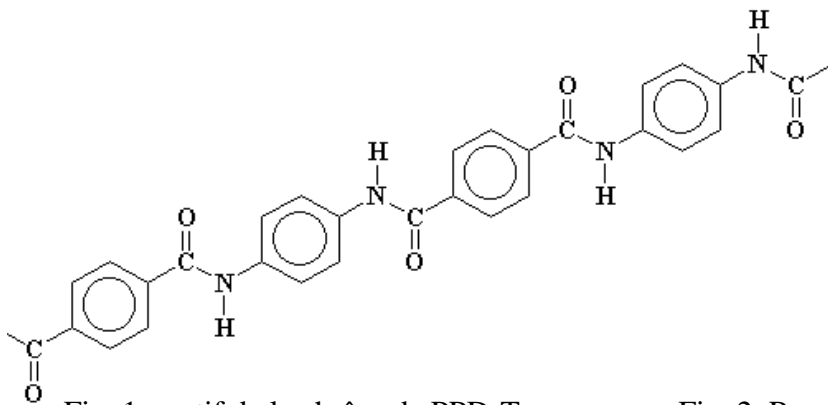


Fig. 1. motif de la chaîne de PPD-T

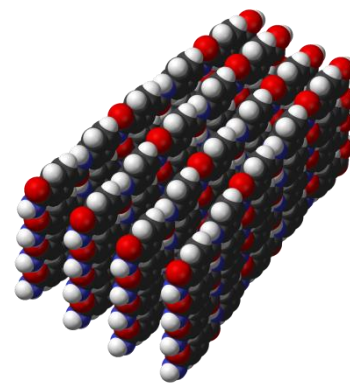
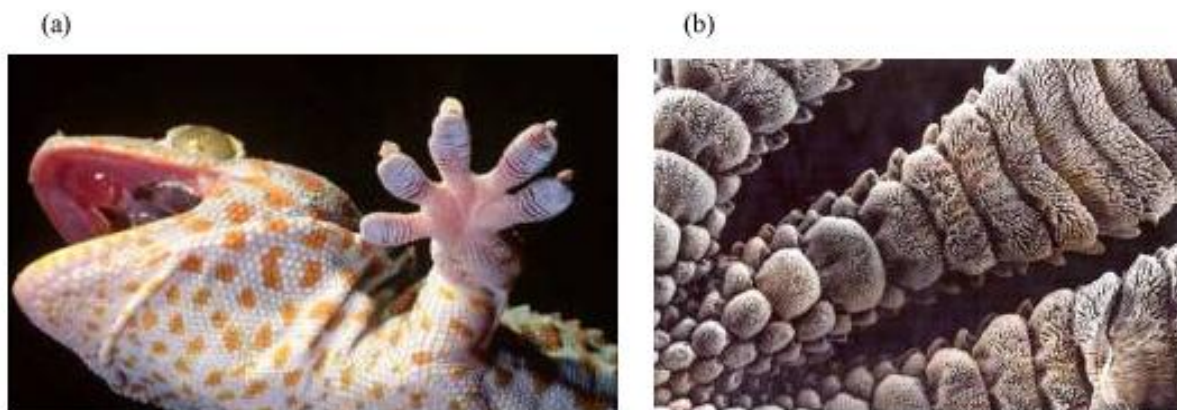


Fig. 2. Représentation schématique du PPD-T

Sources : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Kevlar>  
[http://www2.dupont.com/Kevlar/en\\_US/](http://www2.dupont.com/Kevlar/en_US/)  
<http://www.pslc.ws/french/aramid.htm>

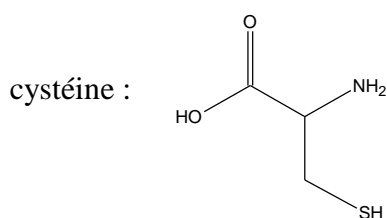
## ACTIVITÉ 4.2 : Les pattes du gecko

Une étude récente entreprise aux USA, entreprise par Autumn et ses collègues de l'Université de Berkeley [K. Autumn *et al.*, «Adhesive force of a single gecko foot-hair» *Nature*, 405 (2000) 681-685.], fait apparaître que le gecko, un lézard qui vit dans les régions tropicales, est capable de se mouvoir sur n'importe quelle surface lisse verticale ou sous un plan horizontal tout aussi lisse, par la seule action des forces de Van der Waals. [...] Les pattes du gecko (qui ne porte pas de griffes comme ses cousins de nos pays tempérés) sont terminées par cinq doigts dont l'observation au microscope électronique à balayage fait apparaître qu'ils présentent chacun environ 5000 poils de kératine par millimètre carré, qui se divisent à leur terminaison en plusieurs centaines de soies. Au total, ce lézard possède environ deux milliards de soies qui lui assurent à la fois suspension et progression.

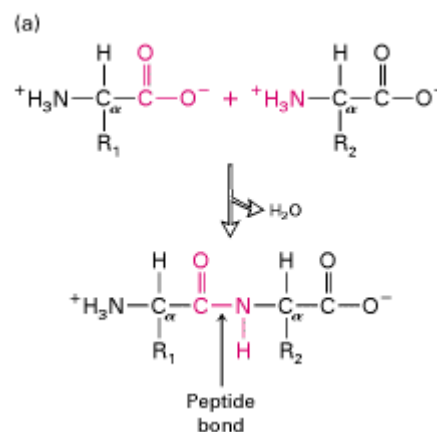


**Dessous de la patte avant gauche du gecko tropical (a) et poils recouvrant le dessous des pattes vus au microscope électronique à balayage (b). (Photographies : Kellar Autumn).**

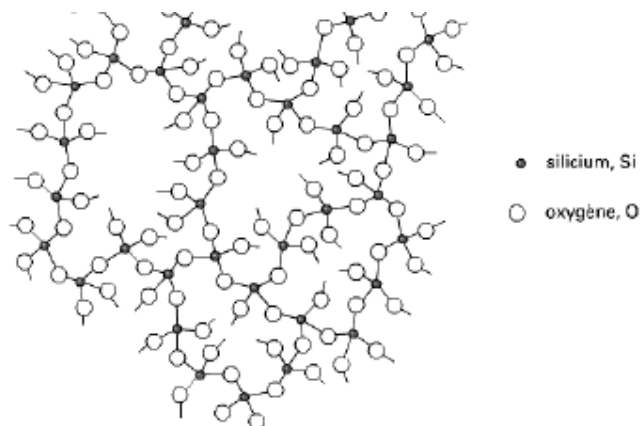
- 1) La kératine est une protéine principalement constituée de cystéine. A l'aide du modèle général de liaison peptidique ci-dessous, construisez la molécule issue de l'assemblage de 3 molécules de cystéine par liaison peptidique.



liaison peptidique :



- 2) A partir de la molécule construite au 1) et de celle du verre donnée ci-contre, expliquez l'adhérence du gecko sur le verre.
- 3) On suppose que chaque soie crée une force d'attraction de l'ordre de 20 nanonewtons. Calculez la force d'attraction exercée par les 4 pattes du lézard. Comparez à son propre poids (il ne pèse lui-même pas plus de 200 à 300 grammes).



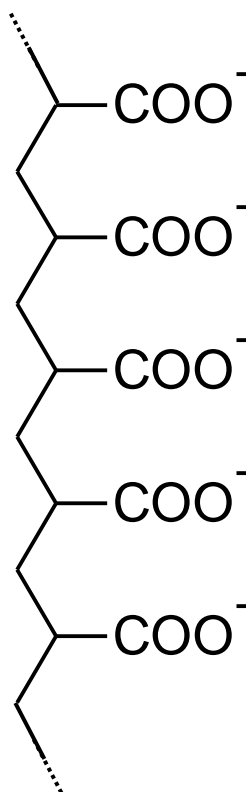
Source : [http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-chimie-societe-autresdocs-Collage\\_Barquins.html#d0e69](http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-chimie-societe-autresdocs-Collage_Barquins.html#d0e69)

### ACTIVITÉ 4.3 : Polymères superabsorbants (polyacrylates de sodium)

Les polymères absorbants (polyacrylates de sodium) sont des polymères réticulés qui se transforment en gel dès qu'ils absorbent un liquide. Le superabsorbant retient plusieurs centaines de fois son poids en eau. Ils sont utilisés entre autres dans les couches pour bébés.

La structure moléculaire du polyacrylate de sodium a des groupes carboxylate accroché à la chaîne principale. Quand il entre en contact avec de l'eau, le sodium se détache, laissant seuls les ions carboxylates.

Question : Complétez ce morceau de chaîne de polyacrylate pour indiquer comment les molécules d'eau peuvent se fixer sur ce polymère.



#### Sources :

Comment ça marche : <http://www.couches-bebe.org/2009/12/super-absorbants-sap.html>

Une expérience rigolote :

[http://scienceamusante.net/wiki/index.php?title=Polyacrylate\\_de\\_sodium\\_superabsorbant](http://scienceamusante.net/wiki/index.php?title=Polyacrylate_de_sodium_superabsorbant)

Comment s'en procurer : <http://forums.futura-sciences.com/chimie/360191-polyacrylate-de-sodium.html>

**POUR ALLER PLUS LOIN :**

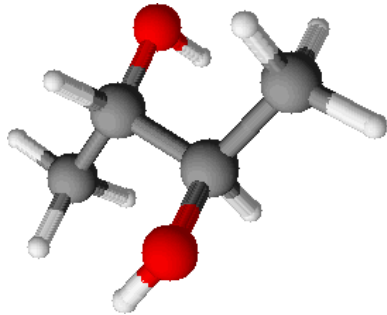
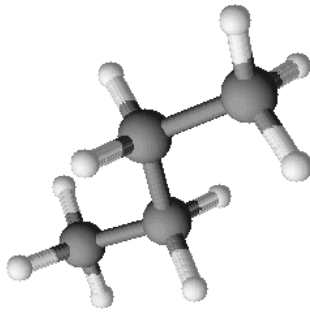
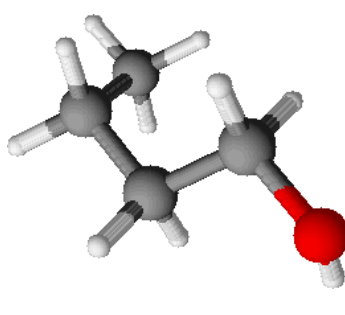
**ACTIVITE 5 : LIAISON HYDROGENE ET  
PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES**

**Compétences travaillées :**

<b>App : S'appropriier l'information</b>	<b>Act 5.1</b>	<b>Act 5.2</b>	<b>Act 5.3</b>
Se mobiliser en cohérence avec les consignes données (agir selon les consignes données ; extraire des informations utiles d'une observation, d'un texte ou d'une représentation conventionnelle).	X	X	X
<b>Rea : Réaliser</b>			
Réaliser un schéma.			X
<b>Ana : Analyser</b>			
Elaborer et/ou choisir et utiliser un modèle adapté	X	X	X
<b>Com : Communiquer</b>			
Rendre compte de façon écrite (de manière synthétique et structurée, en utilisant un vocabulaire adapté et une langue correcte)	X	X	X
<b>Auto : Etre Autonome, Faire preuve d'initiative, Savoir-Etre</b>			
Travailler efficacement seul ou en équipe (en étant autonome, en respectant les règles de vie de classe et de sécurité)	X	X	X
Soigner sa production	X	X	X

**ACTIVITÉ 5.1 : Densité et liaisons hydrogène**

La densité des liquides dépend du volume des molécules elles-mêmes, mais surtout des espaces intermoléculaires. Or ces espaces entre molécules sont d'autant plus faibles que les interactions qui lient les molécules entre elles sont fortes. Le butanol et le butane ont à peu près le même volume moléculaire mais dans le butanol les « liaisons hydrogène » contractent l'espace intermoléculaire. La densité croît.

butan-2,3-diol	butane	butanol
		

**Question :**

Attribuer, en justifiant, la densité de chacun de ces liquides (0,63 ; 0,81 et 1,0).

**Eléments de réponse :**

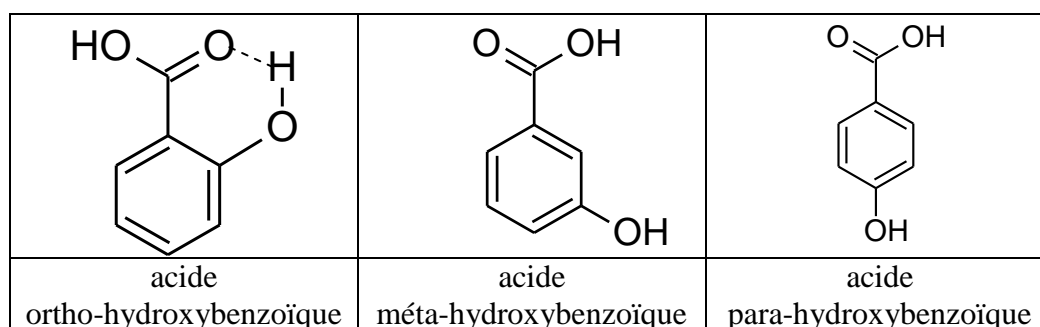
butan-2,3-diol : d = 1,0	Butane : d = 0,63	Butanol : d = 0,81
--------------------------	-------------------	--------------------

Plus il peut y avoir de liaisons hydrogène entre les molécules, plus le liquide sera dense.

## ACTIVITÉ 5.2 : Solubilité de l'aspirine

L'acide ortho-hydroxybenzoïque (acide salicylique) est moins soluble dans l'eau que ses deux isomères méta et para.

Expliquez cette observation à l'aide des liaisons hydrogènes.



**Réponse :** Les molécules méta- et para- peuvent se lier entre-elles avec des liaisons hydrogènes alors que les atomes d'O du composé ortho ne sont pas libres car impliqués dans un pont hydrogène intra moléculaire appelé chélation, qui n'existe pas sur les deux autres isomères.

Source : [Chimie physique, par Philippe Courrière, Geneviève Baziard, Jean-Luc Stigliani](#)

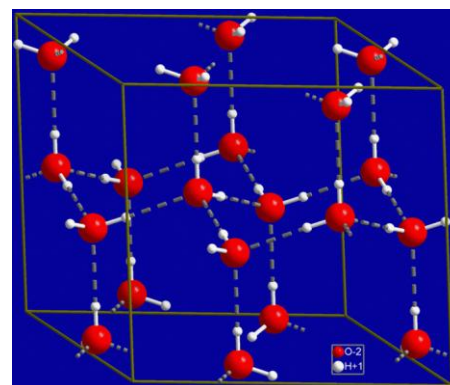
## ACTIVITÉ 5.3 : Densité de l'eau liquide et de l'eau solide

L'eau solide est moins dense que l'eau liquide. C'est l'une des seules espèces chimiques qui présente cette particularité.

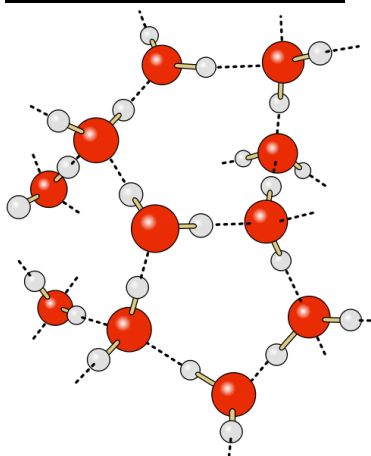
Dans la glace, toutes les molécules d'eau sont liées et forment une structure tétraédrique assez lâche.

### Questions :

- 1) Quelle propriété de l'eau explique-t-elle cet agencement de l'eau solide ?
- 2) Comment expliquer, éventuellement à l'aide d'un schéma, d'un point de vue microscopique que l'eau soit moins dense à l'état liquide ?



### Éléments de réponse :



La fusion de la glace entraîne un tassement des molécules. A 20°C les molécules d'eau s'assemblent en moyenne par 6.

Schémas : [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hex\\_ice.GIF](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hex_ice.GIF) et <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Wasserstoffbr%C3%BCckenbindungen-Wasser.svg>

Voir une simulation de la fusion de la glace ici : [http://www.youtube.com/watch?v=uphJtCEw6Lo&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=uphJtCEw6Lo&feature=player_embedded)

Source : Futura-Sciences: [http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/physique/d/le-milieu-marin-proprietes-physiques\\_416/c3/221/p3/](http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/physique/d/le-milieu-marin-proprietes-physiques_416/c3/221/p3/)