



## CYCLE II

Domaine d'activité : LA MATIÈRE

# FUSION-SOLIDIFICATION

### Point du programme

- Être capable de mettre en évidence que le mélange intime de glace et d'eau à l'état liquide est à zéro degré ( $0^{\circ}\text{C}$ ).
- Être capable de montrer expérimentalement que la masse se conserve au cours de cette transformation.

### Objectifs généraux

- Savoir que la matière se conserve lors, dans les changements d'état de l'eau.
- Savoir que le palier de température stable à  $0^{\circ}\text{C}$  est une caractéristique l'eau pure.

### Résumé du module

Cette séquence permet à partir de l'exemple de l'eau d'étudier les caractéristiques des principaux états de la matière (V. fiche F1).

La température, lors du changement d'état, n'est stable que si l'eau est pure. La masse se conserve, par contre dans le cas de l'eau le volume augmente avec la solidification. Ce module est aussi l'occasion d'utiliser ou de mettre en place des outils comme les tableaux de données, les graphiques.

**Réalisation :** Marie Alayrac - Christine Dijoux - Jean Louis Alayrac

**Mention :** En débat

**Date de Publication :** 24 -Avril- 2006

### Sommaire

**Séance 1 :** Fusion-solidification: ce que tu penses

**Séance 2 :** La température de fusion de la glace

**Séance 3 :** La température de solidification de l'eau, Evaluation formative

**Séance 4 :** Fusion solidification: conservation de la masse

**Séance 5 :** L'eau salée change d'état

**Séance 6 :** Propositions pour l'évaluation



# SÉANCE 1 : Fusion -Solidification

## Ce que tu penses

### Objectifs de connaissances

- Evaluer les connaissances des élèves par rapport à la transformation de la glace en eau
  - Les conditions limites de transformation
  - La conservation de la quantité de matière.
- Faire confronter les avis les idées des élèves pour dégager des questions problèmes productives

### Objectifs de méthode

- Débattre, argumenter, donner son point de vue, prendre en compte l'avis d'autrui ?

### Matériel à préparer

- 

## DEROULEMENT

### 1. Présentation du sujet

L'enseignant présente à la classe le sujet de travail sur l'eau la glace en demandant ce que les élèves savent sur le sujet, s'ils ont fait des expériences ...

L'enseignant précise qu'au cycle 3 le travail va surtout porter sur ce qui se passe lorsque la glace se transforme en eau ou inversement. Amener les élèves à faire le lien avec des phénomènes naturels (gel, dégel, chute de neige ...)

### 1. Questionnaire de départ - présentation

Le maître explique le but du questionnaire (faire le point sur ce que vous savez, et ce sur quoi il faut travailler) .Chaque question est lue et expliquée pour éviter des erreurs de compréhension

### 2. Travail individuel - Questionnaire

### 3. Analyse étape 1

Pendant que les élèves répondent, repérage des divergences par rapport à la première question.

### 4. Mise en problème

Suite au questionnaire de départ il y a des désaccords à propos du passage de l'état solide à l'état liquide. Quelques points intéressants à repérer :

- la co-existence de l'eau et de la glace à un moment
- la ou les températures possibles de ce mélange (vu que le réservoir du thermomètre touche le fond du récipient, le thermomètre mesure bien une température du mélange)
- La formation de la glace lorsqu'on remet le mélange au congélateur (à quel endroit ? - quelle(s) formes)
- La température de ce nouveau mélange dans le congélateur.
- La masse de la glace à la fin

En s'appuyant sur ces désaccords, proposer aux élèves de préciser (dans le souci d'avoir des questions productives) ce que l'on peut rechercher :

	Pour repérer :
Question1	-> La température de la glace dans un congélateur est égale à la température du congélateur. -> La glace la plus chaude est à 0°C (module cycle 2) donc à une température inférieure la glace reste de la glace -> La glace ne fond pas d'un seul coup il y a passage par un mélange eau-glace -> température constante lors d'un changement d'état d'un corps pur. -> Réversibilité de la transformation mais attention la forme change
Question2	-> Conservation de la quantité de la matière lors de la solidification
Question3	-> L'eau existe sous différents états avec des noms différents cela renvoie à des connaissances du cycle 2.

Exemple :

- Quelles sont les températures lorsque la glace se transforme en eau ?
- Quelles sont les températures lorsque l'eau se transforme en glace ?
- Est- ce que la masse de glace reste la même alors que la forme a changé ?
- ...

Toutes les questions formulées et re-précisées par le grand groupe sont un peu le fil rouge du module. Elles sont notées sur une affiche ou tableau papier comme autant de problèmes à résoudre.

#### 4. Analyse étape 2

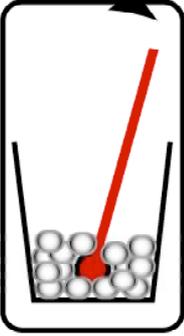
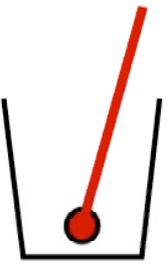
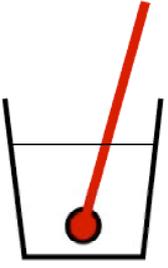
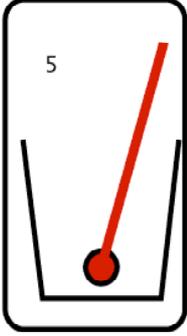
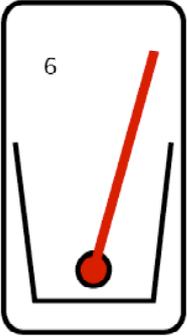
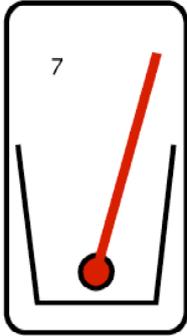
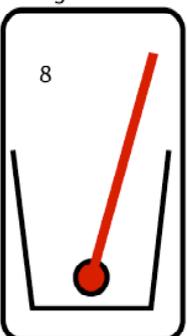
Après la séance, repérage suivi des erreurs et repérage des plus courantes.

Remarque : S'il y a des erreurs dans la partie 3, il sera intéressant de proposer aux élèves de lire ou relire des documents sur l'eau dans la nature. Cela permettra de reprendre rapidement des connaissances simples sur l'eau sous différents états dans la nature.

### Notes pour l'enseignant :

# L'eau, la glace, l'eau ... Ce que tu en penses ...

Comme tu peux le voir sur le schéma ci-dessous, on sort du congélateur un récipient contenant des glaçons, on laisse fondre, puis on remet le récipient au congélateur. Dans le congélateur la température est de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Masse du récipient et de la glace au départ : 100g

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 	<p>4</p> 
<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>congélateur : <math>-18^{\circ}\text{C}</math></p> <p>5</p> 	<p>congélateur : <math>-18^{\circ}\text{C}</math></p> <p>6</p> 	<p>congélateur : <math>-18^{\circ}\text{C}</math></p> <p>7</p> 	<p>congélateur : <math>-18^{\circ}\text{C}</math></p> <p>8</p> 
<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>T° possibles : Ce qu'il y a dans le récipient :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

2. On a pesé le récipient et la glace au départ (résultat : 100 grammes) Si on pèse à nouveau le récipient et la glace lors de la dernière étape que peut-on trouver ? (plus lourd – pareil – moins lourd ...) Explique ta réponse

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Entoure ce qui pour toi, est de l'eau :

la neige – la grêle – le verglas – la glace



# SÉANCE 2 : Température de fusion de la glace

## Objectif de connaissances

- Lorsque la glace fond la température reste constante ( $0^{\circ}\text{C}$ ) tant qu'il y a le mélange eau-glace
- Connaître les mots fusion, degrés, solide, liquide, transformation

## Objectifs de méthode

- Confronter et argumenter ses opinions
- Chercher par l'expérience à prouver une affirmation, à vérifier une idée.
- Arriver à concevoir une expérience simple, prévoir le matériel.
- Savoir faire : Savoir lire un thermomètre.

## Matériel à préparer

- Glace pilée finement (maintenue dans un congélateur)
- 10 thermomètres
- 10 gobelets ou autres récipients non gradués (pot de petits suisses)
- 8 sabliers (3 minutes)

Si cela est possible, préparer autant de récipients que de groupes avec une quantité minimum (juste recouvrir le réservoir) de glace pilée et 1 thermomètre le tout placé dans le congélateur.

## DÉROULEMENT

### 1. Situation problème

Reprendre les questions-problèmes mis en évidence lors de la séance précédente, et proposer aux élèves de ne traiter qu'une partie, "de la glace jusqu'à l'eau".

Que va t-on rechercher, à quelles questions pourra-t-on tenter de répondre ?

#### Exemples :

- Quelles sont les températures lorsque la glace se transforme en eau ? ou bien quelles sont la ou les température(s) du mélange eau-glace lorsque la glace fond ?

congélateur :  $-18^{\circ}\text{C}$



Il peut être intéressant d'utiliser les connaissances du cycle 2, (la glace la plus "chaude" est à  $0^{\circ}\text{C}$ ) pour inciter les élèves à imaginer le résultat qu'ils vont trouver.

**Commentaire :** L'expérience ne comporte aucune difficulté, il s'agit juste de laisser fondre des glaçons... Par contre ce qui est important c'est de récupérer des températures régulièrement pour pouvoir construire un graphique et voir ainsi un palier stable de transformation. Donc la suite de la séance consiste à améliorer l'expérience pour permettre une récupération optimale des résultats.

### 2. Anticipation - Conception du protocole

**2.1. Collectivement définir le plan de travail**, qui guidera le travail et la trace écrite. Comment allons-nous nous organiser ? Que faut-il noter ?

Exemple de rubriques : Titre / Ce que je (nous) cherche (ons) / Ce que je pense faire / Matériel / Ecole des Sciences <http://eds24.free.fr>

**FUSION SOLIDIFICATION**

**SEANCE 2 - 1**

Résultats attendus / Résultats / Ce que je remarque / Ce que je peux dire ...

## 2.2. Travail par groupe- trace individuelle : Concevoir l'expérience

Les élèves du groupe se mettent d'accord pour décider du dispositif, chacun prépare sa feuille d'expérience, car pour la suite la gestion des résultats écrits sera individuelle.

## 2.3. Un point avant d'expérimenter : Provoquer un débat sur la gestion des résultats

L'enseignant propose de faire un tour de classe des idées. Les groupes proposent très rapidement leur dispositif. Les groupes réagissent et justifient.

Si le problème de la gestion des résultats ne se pose pas l'enseignant peut demander par exemple :

Qu'allez-vous noter sur vos feuilles d'expériences ? Y a t-il autre chose à noter ?

Quand allez-vous prendre la température ? Pourquoi ? Comment décider ? Quand commencer ?

Quand arrêter ?

Amener les élèves à repérer que cette expérience dure on ne peut donc pas prendre une seule température à un moment incertain. L'enseignant propose de noter la température régulièrement tout au long de l'expérience. (Possibilité d'utiliser des chronomètres ou des sabliers).

À part des températures y a t-il autre chose à repérer ? Pourquoi ?

Amener les élèves à considérer qu'il faut repérer ce qu'il y a dans le récipient, de la glace ou de l'eau ou les deux ...

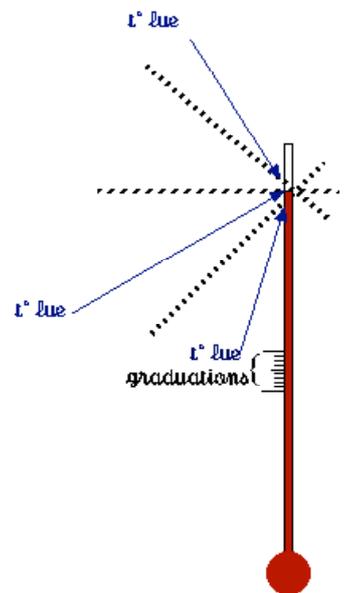
DONC avant d'expérimenter toute la classe sait qu'il y a des relevés de températures, des observations et cela de manière régulière.

## 2.4. Un point avant d'expérimenter : Lecture d'un thermomètre

S'assurer par 2 ou 3 exemples dessinés au tableau que les élèves lisent correctement un thermomètre. Si ce n'est pas le cas faire un rappel avec des thermomètres, sur la manière d'utiliser le thermomètre et comment lire la température.

Prendre un moment pour éluder le problème de la lecture des thermomètres.

Œil en face ....



## 3. Expérience par groupe

Les élèves s'organisent dans le groupe pour gérer l'expérience et chaque élève gère ses écrits.

Remarque :

-> La quantité de glace ne doit pas être trop importante pour que l'expérience ne dure pas trop. (voir conseil rubrique matériel à préparer)

-> Autre problème pouvant émerger si on prend un récipient très haut. La densité maximale de l'eau est à 4°C, donc si le récipient est trop haut Ce phénomène sera mesurable et introduira des perturbations.

-> Il est intéressant de partir avec une glace très froide finement pilée et sortant du congélateur, cela permettra de bien visualiser le palier de transformation.

Pendant l'expérience, l'enseignant incite les élèves à noter leur résultats de manière à pouvoir comprendre ce qui se passe, pou pouvoir comparer avec les autres groupes.



#### 4. Résultats - Confrontation - Synthèse

Chaque groupe propose ses résultats sur une bande de papier affichable. (liste de températures en différenciant celles qui concernent la glace puis eau-glace et enfin eau)

Collecter et faire débattre sur les incohérences. Bien souvent les résultats ne sont pas tous les mêmes.

S'interroger sur les différences de résultats (variables le manipulateur, la précision du thermomètre)

Repérer ce qui est commun, la température reste stable tant qu'il y a de la glace dans le récipient.

Montrer que la réalité scientifique est souvent ainsi : incertitude des résultats, prise en compte des résultats les plus nombreux pour donner une réponse prudente , ou bien englober la réponse dans une fourchette.

Trace écrite collective n°1

Amener les élèves à traduire la diversité des résultats et la prudence nécessaire (domaine de validité des résultats)

Exemple : **Dans la classe** (limitation en nombre) après **une série** (limitation en nombre d'expériences) d'expériences, **nous trouvons** (l'utilisation du nous personnalise et délimité => la classe)

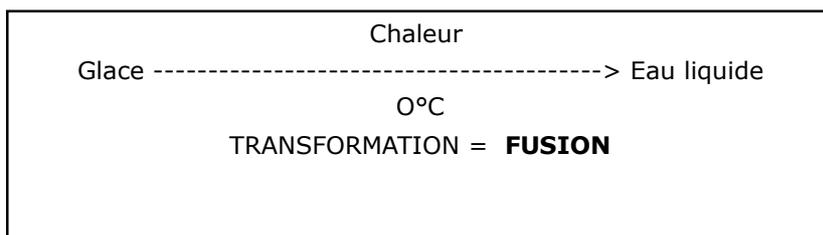
...

#### 5. Confrontation au savoir établi

vérification à la B.C.D..

Trace écrite collective n°2, avec une tournure plus impersonnelle, et apport de vocabulaire "fusion"

Exemple : Après avoir consulté différents livres (références)



#### 4. Analyse des productions pendant l'expérience

Les expériences tout au long cette séquence demandent de savoir gérer/organiser des données, des outils indispensables sont à utiliser ou à installer pour que les élèves puissent conclure :

- la mise en tableau l'intérêt (économie et lisibilité) exemple d'un atelier d'écriture sur cet aspect en fin de séance,
- la mise en graphique est aussi un outil d'organisation des données qui sera très utile.
- la schématisation (si la classe a du mal à représenter les expériences, il est aussi possible de consacrer un temps à la manière de schématiser efficacement un dispositif.)

#### Notes pour l'enseignant :

Puisque il va y avoir plusieurs mesures prises régulièrement, il faut organiser tous ces résultats.

### Atelier d'écriture : Organiser les résultats

#### Exemple de déroulement

1. Relever des feuilles de recherche présentant des résultats de manière différente pour les faire confronter en grand groupe.

Exemples :

Thermomètre

Temps ?

4 fois	0,2°C	
5 fois	1°C	eau + l'eau
6 fois	1°C	glace + l'eau
7 fois	2°C	glace + l'eau
8 fois	0°C	
9 fois	0°C	
10 fois	0°C	
11 fois	0°C	
12 fois	0°C	
13 fois	0°C	
14 fois	0°C	
15 fois	0°C	
16 fois	0°C	
17 fois	0°C	
18 fois	0°C	
19 fois	0°C	
20 fois	0°C	

1

Thermomètre

Résultats: 0,2°C, -7,0°C, 0,2°C, 7,0°C, 0°C, 0°C

Temps: 4 fois 5 fois 6 fois 7 fois 8 fois

glace

eau + 0,1°C - 0°C

glace 0°C - 0°C

2

Résultats

0°C - 0°C - 0,1°C - 0°C - 0,1°C - 0,1°C - 0,1°C - 0,1°C - 0,1°C - 0,1°C

3 min 6 min 9 min 12 min 15 min 18 min 21 min 24 min 27 min

glace et eau

glace et eau

3

Thermomètre

1 min	0°C
2 min	0°C
3 min	0°C
4 min	0°C
5 min	0°C
6 min	0°C
7 min	0°C
8 min	0°C
9 min	0°C
10 min	0°C
11 min	0°C
12 min	0°C
13 min	0°C
14 min	0°C
15 min	0°C
16 min	0°C
17 min	0°C
18 min	0°C
19 min	0°C
20 min	0°C

la glace fond (bis)

(bis)

(bis)

(bis)

(bis)

(bis)

4

Résultats

Dès début il fait 0°C - 2°C je vois de la glace.

3 minute après il fait -1°C et je vois de la glace aussi.

3 minute après il fait 0°C et il n'y a pas d'eau.

3 minute après il fait 1°C et il y a toujours pas d'eau.

3 minute après il fait encore 1°C et ça n'a toujours pas fondue.

3 minute après il fait 1°C et ça a fondé la glace a foncé!

3 minute après il fait 2°C et ça a foncé beaucoup plus.

3 minute après il fait 0°C et ça, et je vois que le récipient a bégayé.

3 minute après il fait 0°C et ça, et je vois beaucoup d'eau.

3 minute après il fait 0°C et ça, et je vois voler l'eau vite.

3 minute après il fait 0°C et l'eau vole.

5

Ces documents ont été scannés à partir de feuilles d'expériences d'élèves de CE2.

Dans cette sélection on remarque 3 types d'organisations :

- La liste (horizontale) document 2 et 3, le doc 2 ne permet pas une bonne utilisation ultérieure, la liste 3 est plus lisible, mais on manque d'information précise sur ce que l'on observe au moment où l'on relève la température.
- La liste (verticale) meilleure lisibilité des températures, mais les observations ne sont pas rangées en colonne.
- Esquisse de tableau : documents 3 et 4. Dans le cas du doc 4 il s'agit en fait d'une liste encadrée. Il n'y a aucune économie car l'élève fait des phrases à chaque ligne. Pour le document 4 Il y a réellement tentative de mise en tableau pour les températures mais la taille des cases empêche toute autre information sur les autres lignes. Au fur et à mesure des relevés de températures le "tableau" est utilisé comme une succession linéaire de cases.

En confrontant les productions on peut ainsi pointer les problèmes de lisibilité de lourdeur de la tâche et amener les élèves à concevoir collectivement un tableau plus lisible et plus "économique" à renseigner.

Pour bien repérer l'enjeu il est possible de montrer aux élèves des documents issus de manuels ou bien autres types de documents présentant des données. Les données sont regroupées sous forme de tableau et/ou bien sous forme de graphiques ... (exemple donnée sur le site de l'INSEE page suivante)

Collectivement définir les familles de données (colonnes ou ligne) Température / temps / observation et faire construire la structure du tableau sur une feuille A3 par groupe afin de repérer les obstacles. Souvent les élèves dessinent case par case (problème de place, d'alignement ...)

Après une rapide synthèse dégager des étapes clés pour la construction d'un tableau.

Exemple :

- Définir les types de données (températures / temps / ....)
- Selon la place voulue choisir une organisation en ligne ou en colonne (attention prévoir une ligne ou une colonne de plus pour titrer-
- Tracer les lignes ou les colonnes au crayon à papier
- Inscrire les données
- modifier les lignes ou les colonnes si problème de place
- Tracer tous les contours de cellules

...

Exemple de mise en forme des données d'une expérience

20/10/00 Méthode: Comment présenter le résultat?  
Les tableaux

Transforme 5 en tableau colonne.

t	t°	↳
0 min	-2°C	glace
3 min	-1°C	glace
6 min	0°C	glace
9 min	1°C	glace
12 min	1°C	glace
15 min	1°C	eau + glace
18 min	1°C	eau + glace
21 min	0°C	eau + glace
24 min	0°C	eau + glace
27 min	0°C	eau + glace
30 min	0°C	eau + glace

## Portrait de territoire

### DEMOGRAPHIE

Population sans double compte aux recensements

	1982	1990	1999
Population	13 637	13 176	13 679

Source : Insee, Recensements de la population - dénombrement

Taux démographiques en moyenne annuelle entre recensements

	1982-1990	1990-1999
Taux d'évolution global en %	-0,43	0,42
- dû au solde naturel en %	-0,02	-0,20
- dû au solde migratoire en %	-0,41	0,62
Taux de natalité en %	12,9	11,3
Taux de mortalité en %	13,1	13,3

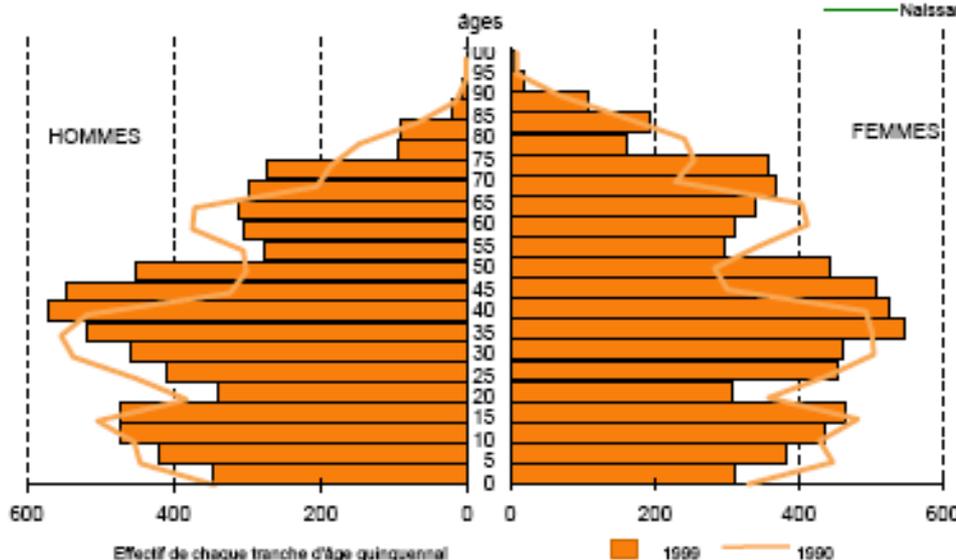
Sources : Insee, Recensements de la population - dénombrement, Etat-civil

Structure par âge de la population en 1999

	Génération	Hommes		Femmes	
		Nombre	%	Nombre	%
<b>Ensemble</b>		<b>6 690</b>	<b>100,0</b>	<b>6 997</b>	<b>100,0</b>
0 à 14 ans	De 1985 à 1999	1 243	18,6	1 130	16,1
15 à 29 ans	De 1970 à 1984	1 220	18,2	1 227	17,5
30 à 44 ans	De 1955 à 1969	1 547	23,1	1 531	21,9
45 à 59 ans	De 1940 à 1954	1 275	19,1	1 249	17,9
60 à 74 ans	De 1925 à 1939	915	13,7	1 021	14,6
75 à 94 ans	De 1905 à 1924	482	7,2	816	11,7
95 ans ou plus	Avant 1905	8	0,1	23	0,3

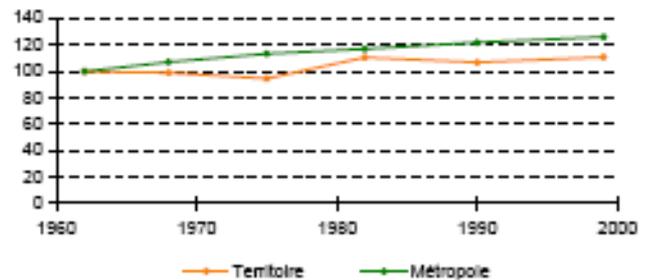
Source : Insee, Recensements de la population, 1990 - exploitation exhaustive, 1999 - exploitation principale

Pyramide des âges aux recensements de 1990 et de 1999



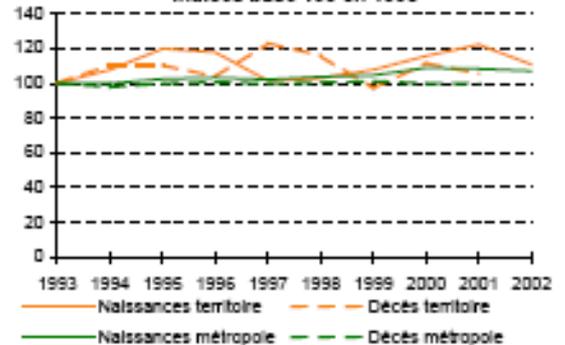
Source : Insee, Recensements de la population, 1990 - exploitation exhaustive, 1999 - exploitation principale

Evolution de la population  
Indices base 100 en 1982



Source : Insee, Recensements de la population - dénombrement

Naissances et décès  
Indices base 100 en 1993



Source : Insee, Etat-civil

Le recensement de la population de 1999 ayant eu lieu le 8 mars 1999, l'âge '0' représente seulement les naissances ayant eu lieu entre le 1er janvier et le 7 mars 1999.

Le recensement de la population de 1990 ayant eu lieu le 6 mars 1990, l'âge '0' représente seulement les naissances ayant eu lieu entre le 1er janvier et le 4 mars 1990.

\*Aucune reproduction même partielle, autre que celles prévues à l'article L122-5 du Code de la propriété intellectuelle ne peut être faite de ce document sans l'autorisation expresse de l'Insee\*

Mise à jour de 13/09/2004



# SÉANCE 3 : La température de solidification de l'eau - Evaluation formative

## Objectifs de connaissances

- Lorsque l'eau se transforme en glace, la température reste à 0°C tant qu'il y a le mélange eau-glace.
- Connaître les mots solidification, degrés, solide, liquide, transformation.
- Amener les élèves à repérer que le changement d'état se fait à  $t^{\circ}$  constante quelle que soit la quantité de chaleur (froid) apportée.

## Objectifs de méthode

- Savoir s'organiser en autonomie pour :
  - concevoir une expérience simple, prévoir le matériel.
  - construire un tableau de résultats
- Rédiger une réponse une conclusion
- Savoir confronter et argumenter ses opinions
- Savoir lire sur un thermomètre.
- Réaliser un montage à partir d'un texte prescriptif.

## Matériel à préparer

- ~2 Kg de gros sel
- 8 boîtes isothermes
- 8 cuillères
- 8 sabliers
- 9 thermomètres
- 8 Récipients de petite taille ( ex : flacon d'urine - pot de petit suisse)
- glace pilée

**Voir préparation du mélange réfrigérant en fin de séquence. Attention il est souhaitable de préparer le mélange glace + sel juste avant la séance.**

## DÉROULEMENT

### Particularité

*Cette séance constitue un temps "d'évaluation intégrée" terme pris dans les modules insights.*

*Voici la définition données :*

*" L'évaluation intégrée est une évaluation de performance. La séance a été écrite pour que les élèves puissent travailler en groupes avec une aide minimale du professeur. Vous êtes alors libre de vous déplacer dans la classe et d'observer la performance des élèves en tant que membre du groupe, et en tant qu'élève - scientifique utilisant des procédés spécifiques et expliquant les résultats à un autre, à vous, ou sur le papier. En vous basant sur vos observations, vous pouvez modifier les leçons suivantes en incluant plus d'expériences ou plus de discussion à propos des concepts qui sont mal compris. Ces séances particulières ne sont pas des interruptions de la série des séquences classiques mais jouent en plus un rôle dans l'évaluation".*

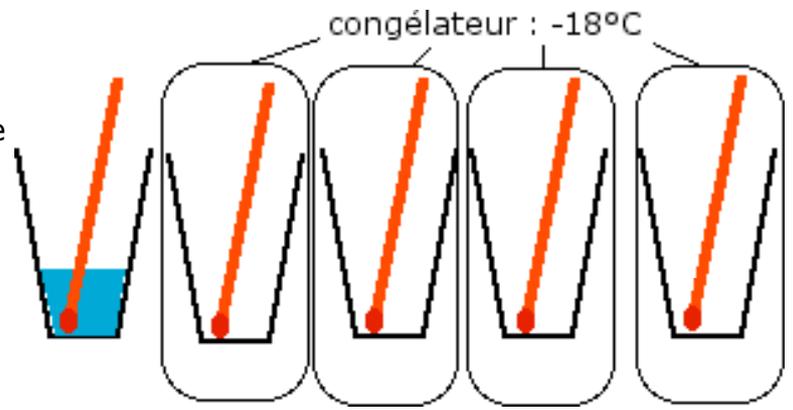
### 1. Lien séance précédente - situation problème

Lors de la dernière séance la classe a traité la partie, "de la glace jusqu'à l'eau". L'enseignant propose alors aux élèves de compléter l'étude avec la partie "De l'eau vers la glace"

Que va t-ont rechercher, à quelles questions pourra-t-on tenter de répondre ?

Exemple : - Quelles sont les températures lorsque l'eau se transforme en glace ? ou bien quelles sont la ou les température(s) du mélange eau-glace lorsque l'eau se transforme en glace ? Où se forme la glace dans le récipient ? ...

Il peut être intéressant d'utiliser les connaissances du cycle 2, (l'eau la plus "froide" est à 0°C) pour inciter les élèves à imaginer le résultat qu'ils vont trouver.



**Commentaire :** L'expérience comporte une difficulté d'ordre technique => Utiliser un congélateur.

### **Pour remplacer le congélateur : Le mélange réfrigérant**

Proposer aux élèves d'utiliser un mélange réfrigérant voir document en fin de séquence sur la fabrication d'un mélange réfrigérant. Pour des raisons pratiques le mélange aura été préparés juste avant la séance afin de permettre un solidification rapide.

**Pour L'enseignant :** Ce mélange glace+sel déclenche une réaction chimique qui consomme de l'énergie. Cette énergie est prise au milieu glace+sel, qui s'abaisse en température (et libère ainsi de l'énergie).

## **2. Organisation - Temps d'évaluation**

Une fois le problème technique levé, les élèves sont capables de s'organiser en s'appuyant sur le savoir-faire de la dernière séance et du travail méthodologique fait sur la gestion des résultats. L'enseignant propose alors aux élèves de s'organiser au sein de chaque groupe pour mener à bien l'expérience et le cahier d'expériences pour permettre au maître d'observer comment chacun s'y prend pour organiser son travail.

### Se mettre d'accord sur les attendus :

- Mettre en oeuvre une expérience pour apporter une réponse à la question problème
- Rédiger son expérience, noter ses résultats de manière intelligible et lisible par un pair ou par le maître (pas d'exigence spécifique sur la langue mais avoir un souci de clarté dans la présentation)
- Dégager une réponse ou conclusion

## **3. Anticipation - Expérience**

Les élèves s'organisent en autonomie. L'enseignant observe et note les comportements et performances des élèves. Repérage des attitudes et habiletés. Par rapport à la rédaction repérer si les élèves distinguent bien les différentes parties de la démarche (expérience ? résultats ? conclusion). Par rapport à la conclusion repérer si les élèves tiennent compte du domaine de validité => Par exemple : "Dans le groupe nous trouvons que ..."

L'enseignant peut profiter de son passage dans les groupes pour montrer avec un thermomètre la différence entre la température de transformation ( $\sim 0^\circ\text{C}$ ) et la température du mélange réfrigérant ( $\sim -15^\circ\text{C}$ )



## **4. Synthèse - confrontation**

Interroger les élèves sur les résultats.

- Les résultats sont les mêmes que pour la fusion => A cette température la transformation a lieu dans les 2 sens ! Cette température reste la même tant qu'il y a de l'eau liquide.
- S'interroger sur les différences de résultats (variables le manipulateur, la précision du

thermomètre- Quantité ? =>

Amener les élèves à formuler collectivement des phrases avec un domaine de validité. "Dans la classe, nous trouvons que ..."

## 5. Confrontation au savoir établi

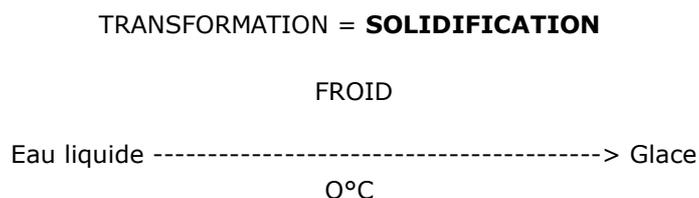
vérification à la B.C.D.. sur manuels

Trace écrite collective n°2, avec une tournure plus impersonnelle, et apport de vocabulaire "solidification"

Exemple :Après avoir consulté différents livres (références)

Trace écrite collective

Exemple :



Point de réflexion par rapport à la situation d'**équilibre entre fusion et solidification**. Noter qu'à 0°C les 2 transformations ont lieu en même temps, c'est une situation d'équilibre.

## PROLONGEMENT

### 6. Le graphique

Proposer aux élèves de présenter leurs résultats autrement.. (Mise en graphique)  
Cette présentation des résultats permet de visualiser le palier de transformation.  
Élaborer collectivement les étapes clés

- choix des axes
- choix des unités
- repérages de points ..



## Notes pour l'enseignant :



# SÉANCE 4 : Fusion - solidification volume - masse (2 parties)

## Objectifs de connaissances

- Pour l'eau lors de la solidification il y a une augmentation du volume.
- Quand on transforme une substance ( de solide à liquide, de liquide à solide), la masse est conservée.

## Objectifs de méthode

- Être capable de concevoir une expérience avec un témoin et en ne faisant varier qu'un paramètre.

### Attitude:

- Savoir interroger, remettre en cause ses impressions (et en particulier pour cette expérience, l'idée reçue: ce qui est "dur" est lourd).

## Matériel à préparer

- 8 paires de boîtes de pellicules
- 1 balance électronique
- étiquettes
- congélateur\*
- 1 bouteille pleine de glace - 1 bouteille identique pleine d'eau

Préparation des bouteilles à l'avance : faire solidifier une bouteille contenant un 3/4 d'eau. Une fois la glace formée, prendre la seconde bouteille (identique) et remplir d'eau au même niveau que la glace dans l'autre bouteille.

## DÉROULEMENT

### PREMIÈRE PARTIE

#### 1. Rappel de la séance précédente

Transformation avec pallier à 0°C dans le sens de la fusion comme dans celui de la solidification

#### 2. Situation déclenchante

Présenter une bouteille d'eau minérale remplie d'eau congelée, puis prendre une deuxième bouteille et la remplir devant les élèves d'eau en s'arrêtant au même niveau.

Demander aux élèves s'il y a d'après eux une bouteille plus lourde.

Remarque : Bien souvent les élèves et quelques adultes associent dur et lourd. Cette situation permet de lutter contre cette représentation pour arriver à montrer que la quantité de matière la masse se conserve lors d'un changement d'état.

- Discussion, proposition de vérification par l'expérience.

Pesée de la bouteille congelée et d'une bouteille d'eau remplie au même niveau sur une balance Roberval.

- Constatation => Émergence d'un problème, la bouteille d'eau est plus lourde ... Pourquoi ?



### 3. Hypothèses ou explications des élèves

Les élèves donnent leur avis, le rôle du maître à ce moment consiste à laisser les élèves argumenter, et à confronter leurs idées. Puis amener les élèves à considérer que ce qu'ils argumentent n'est qu'un avis, et qu'il est donc nécessaire de le prouver; Comment ? ... => Expérience

Exemples d'hypothèses que l'on peut attendre :

- (1) Tu as triché il n'y a de l'air caché dans la bouteille.
- (2) Peut-être qu'il y a un creux. (=> Vérifiable directement en manipulant on ne repère aucun creux)
- (3) Peut-être qu'au départ, tu n'as pas mis les mêmes quantités. (Idée de dilatation sous-jacente)
- (4) Quand l'eau se transforme en glace il y a de l'air présent dans l'eau qui s'échappe et donc la glace est moins lourde. (La diminution de masse est associée à la disparition d'une matière)
- (5) Quand l'eau se transforme en glace la masse diminue (cette hypothèse reprend le résultat visible)

...

### 4. Concevoir une expérience qui permet de vérifier ...

4.1. Les élèves sont amenés à prévoir, à anticiper, mais auparavant le maître leur propose **Un brouillon oral : (pour bien saisir le sens) Quelle expérience pensez-vous faire pour savoir ?**

L'idée (1) => Refaire l'expérience sans tricher ...

L'idée (5) => Refaire l'expérience en vérifiant la masse

L'idée (3) => Refaire l'expérience en repérant les quantités, les niveaux.

L'idée (4) => Refaire l'expérience en empêchant l'air de s'échapper...

### 3.2. Conception de l'expérience qui vérifie l'idée choisie

Dans ce type de problème il n'est pas obligatoire d'avoir recours à une expérience témoin, mais parfois les élèves veulent utiliser 2 bouteilles pour pouvoir comparer comme dans la situation de départ. Ceci est intéressant d'un point de vue méthodologique car il faudra que les élèves fassent attention aux variables (bouteille - quantité d'eau ).

Souvent ce qui est difficile pour les élèves c'est de prévoir une expérience en plusieurs temps, le rôle de l'enseignant consiste à demander aux élèves un schéma pour chaque moment important de l'expérience. Selon les difficultés rencontrées, il sera possible de prendre un temps de structuration spécifique pour représenter les expériences réalisées (autre séance)

### 4. Expérimentation

Une fois l'expérience conçue, le matériel listé => **Expérience.** Préparation étiquetage et mise au congélateur.



## DEUXIÈME PARTIE après congélation

### 5. Fin de l'expérience

Les élèves terminent réalisent des pesées, repèrent les niveaux ... ils notent leur résultats et leur conclusion.



**Remarque :** Sur l'image on voit nettement que les groupes qui ont rempli les boîtes de pellicules et bouchés se retrouvent avec un bouchon soulevé et de la glace qui déborde... Ce sera un élément très important :-)

### 6. Synthèse - confrontation

Chaque groupe décrit rapidement son expérience

-> Cette expérience vérifie-t-elle l'hypothèse de départ ? Pourquoi ?

Amener les élèves à argumenter sur la validité ou non-validité d'une expérience

Exemples d'idées/ hypothèse	Résultats de l'expérience
- (1) Tu as triché il n'y a de l'air caché dans le bouteille.	Non, il n'y a pas de tricherie
- (3) Peut-être qu'au départ, tu n'as pas mis les mêmes quantités.	En mettant les mêmes quantités on repère que dans la bouteille contenant la glace le niveau est monté.
- (4) Quand l'eau se transforma en glace il y a de l'air présent dans l'eau qui s'échappe et donc la glace est moins lourde.	Non, même dans un récipient étanche la comparaison entre 2 bouteilles donne le même résultat, Par contre si l'on vérifie la masse avant et après congélation de la même bouteille on trouve bien que la masse ne change pas. Si on débouche la bouteille (pour laisser échapper l'air) tout en laissant le bouchon sur la balance il n'y a pas de différence donc l'idée/hypothèse est fausse.
(5) Quand l'eau se transforme en glace la masse diminue	c'est faux

Pour les groupes ayant utilisés 2 récipients pour comparer :

Amener la notion d'expérience témoin, et la notion de paramètres. Une expérience n'a de valeur que si l'on contrôle tous les paramètres et que l'on décide d'en faire bouger un seul. (possibilité de prévoir de petits exercices de consolidation autour de ce point méthode)

Même les expériences mal menées peuvent permettre de s'apercevoir de la dilatation, et donner un élément de réponse.

### 7. Synthèse

- Confrontation des résultats. Que peut-on déduire des expériences menées ?

Même quantité (masse ou volume) au départ => augmentation du volume pour la glace, mais pas d'augmentation de masse, DONC quand l'eau devient glace ...

- Que pouvez-vous dire de la situation de départ ? Raconter comment on été préparées les deux bouteilles. (voir exercice de structuration page suivante)

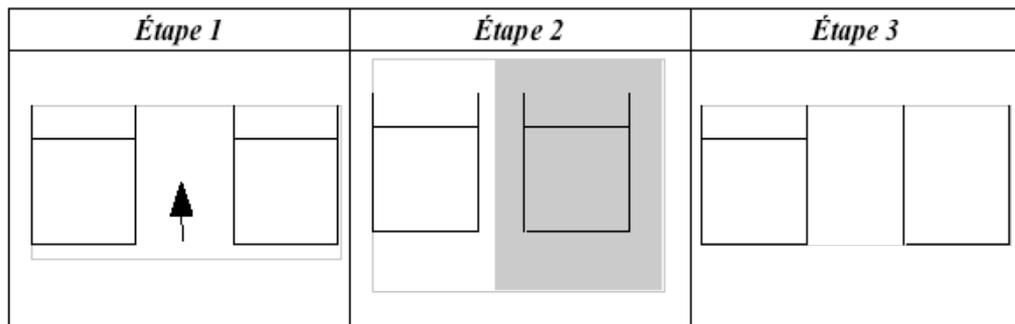
- Discussion sur la nécessité de vidanger le chauffage central des maisons inoccupées l'hiver. Pour vérifier, mettre au congélateur une bouteille d'eau fermée dans laquelle "il n'y a plus de place" pour que la glace se forme.

### Notes pour l'enseignant :

**S'entraîner à produire un texte à partir d'un schéma.**

**La bouteille pleine de glace plus lourde que la bouteille pleine d'eau ...**

Expliquer son expérience, complète les schémas, et expliquer ce qui se passe.



Quelle explication peux-tu donner à cela ?





# SÉANCE 5 : L'EAU SALÉE CHANGE D'ÉTAT

## Objectif de connaissances

- La température lors d'un changement d'état n'est pas constante dans le cas de l'eau salée car ce n'est pas un corps pur

## Objectifs de méthode

- Mettre en oeuvre des procédures expérimentales connues pour tester les caractéristiques d'un nouveau produit (eau salée)

## Matériel à préparer

- 2 litres d'eau salée à 35g/l
- 1 balance électronique
- 10 récipients du type petits suisses
- 8 paires de boîtes de pellicule
- ~2 Kg de gros sel
- 8 boîtes isotherme
- 8 cuillères
- 8 sabliers
- 9 thermomètres
- glace pilée
- glace pilée d'eau salée à 35g de sel/L

**Voir préparation du mélange réfrigérant en fin de séquence. Attention il est souhaitable de préparer le mélange glace + sel juste avant la séance.**

## DÉROULEMENT

### 1. Réactivation : rappel de la séance précédente

### 2. Mise en situation

Distribuer aux élèves un document sur les mers polaires (voir document en fin de séance)

A partir de ce texte court amener les élèves à discuter sur les informations mal comprises, sur ce qui est surprenant.

Exemple : "A partir de -2 °C l'eau de mer superficielle gèle" "Les mers polaires se caractérisent par leur basse température tant en surface (-1,5°C)" Ces informations nous montrent que l'eau de mer ne réagit apparemment pas comme l'eau douce pour les changements d'état, pourtant l'eau de mer c'est surtout de l'eau et du sel...

Qu'y a-t-il d'étonnant avec l'eau de mer (eau salée) ?

Que pouvez-vous chercher sur les changements d'états fusion - solidification ?

Retour vers le cahier d'expériences => travaux sur l'eau

-> Température de solidification

- > Température de fusion
- > Conservation de la masse

Amener les élèves à se mettre en projet de vérifier le comportement de l'eau salée lors de la fusion et de la solidification.

### 3. Organisation

Pour trouver ces informations les élèves doivent préparer des expériences. La matière de départ est de l'eau salée à 35g/l (comme l'eau de mer en général). Il est possible d'organiser dans la classe différentes familles d'expériences :- Une expérience pour trouver les températures de solidification et fusion

- Une expérience pour trouver s'il y a conservation de la quantité de matière
- Une expérience permettant de tout vérifier en même temps.

Selon les groupes les élèves choisissent avec L'enseignant le type d'expérience à mener. Une fois cette répartition faite L'enseignant proposera aux élèves comme pour la séance 3 de travailler en autonomie pour lui avoir un temps d'observation

#### Se mettre d'accord sur ce qui est attendu à la fin de l'expérience :

- Mettre en oeuvre une expérience pour apporter une réponse à la question problème
- Rédiger son expérience, noter ses résultats de manière intelligible et lisible par un pair ou par le maître (pas d'exigence spécifique sur la langue mais avoir un souci de clarté dans la présentation)
- Dégager une réponse ou conclusion

Attention : Les expériences seront réalisées avec des petites quantités (petits flacons) pour gagner du temps.

Les expériences sur la conservation de la masse sont très simples et ne demandent aucune gestion de données, elles sont donc proposées en complément d'autres sur la température de fusion ou de solidification. De plus le résultat est décalé dans le temps il faudra attendre le lendemain ou bien l'a.m.

### 4. Conception - Anticipation

Par groupe les élèves préparent leur expérience en autonomie. Il est intéressant pour l'enseignant de voir si les élèves utilisent leur cahier d'expériences comme outil.

### 5. Expérience

Au fur et à mesure que les résultats arrivent inciter les élèves à construire un graphique s'ils l'ont travaillé. Inciter les groupes à rédiger une phrase réponse (sur feuille de recherche et sur feuille A3 pour affichage)



### 6. Synthèse -confrontation

Récupération des résultats (voir exemples page suivante)

Particularités de l'eau salée

- température de fusion , par rapport à l'eau douce
- température de solidification , par rapport à l'eau douce
- pas de palier de transformation

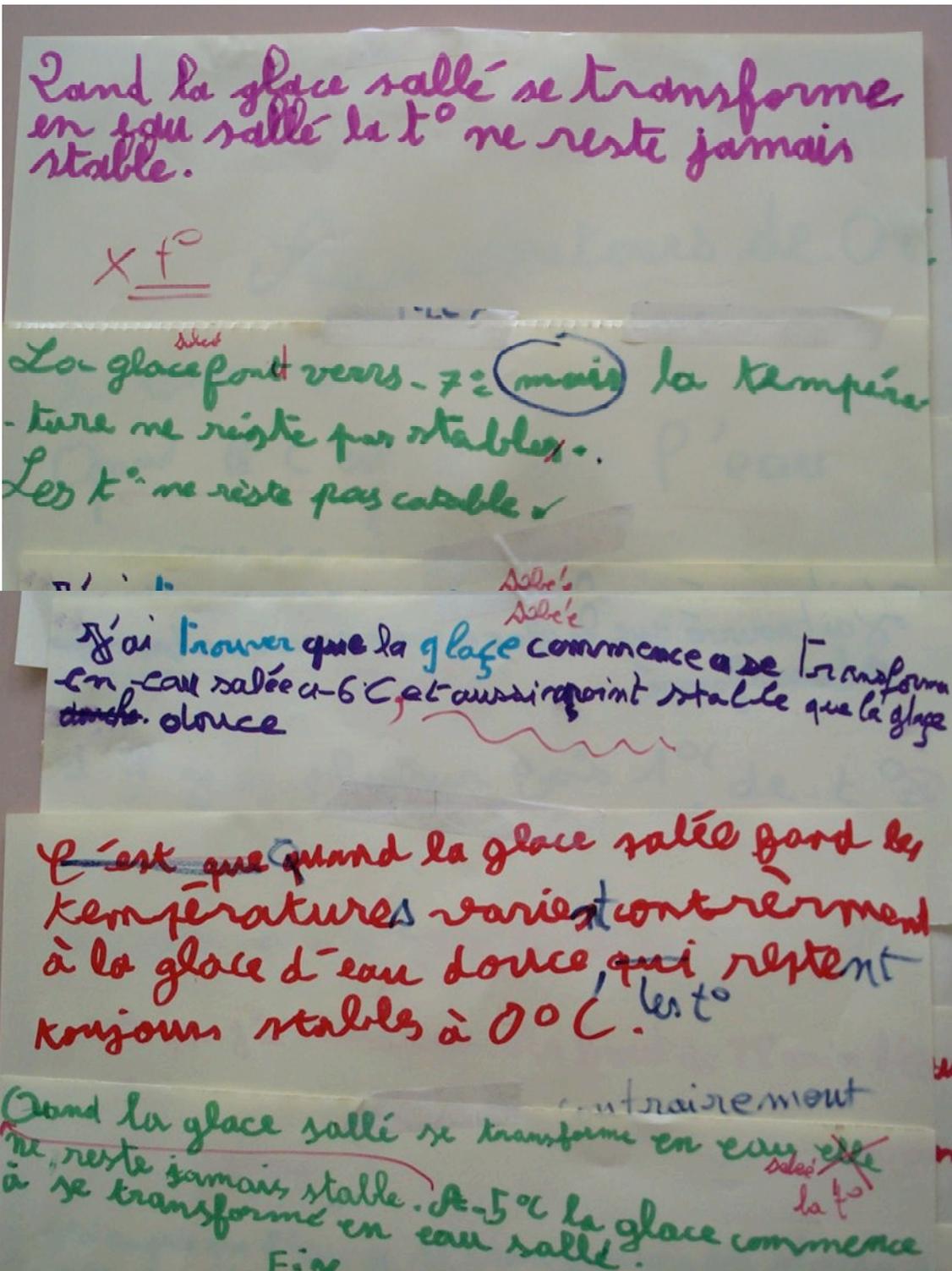
par contre conservation des la matière lors du changement d'état (résultat différé)

**Apport de connaissances par l'enseignant :** l'eau salée n'est pas un corps pur (mélange eau et sel) donc pas de palier de transformation, pas de température stable de transformation.

### 6. Vers le savoir établi

Rechercher à la B.C.D., dans des manuels ... Des températures de fusion d'autres corps purs

Exemples de phrases conclusion à propos de la fusion de la glace salée (classe de CE2 de l'Alba)



### Notes pour l'enseignant :

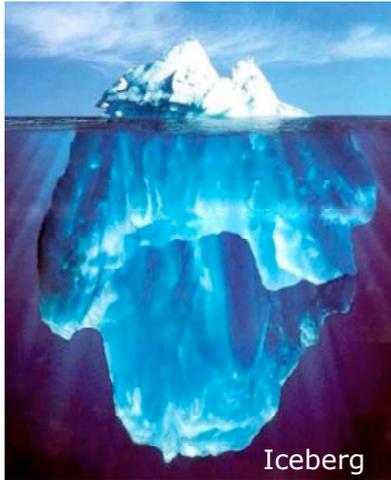
# Les glaces de mer

Les mers polaires se caractérisent par leur basse température tant en surface ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ) qu'en profondeur ( $-0,8^{\circ}\text{C}$ ).

Ces températures ne varient pas beaucoup avec les saisons : en été l'eau est fortement refroidie en surface par la fusion des glaces dérivantes, banquises et icebergs.

A partir de  $-2^{\circ}\text{C}$  l'eau de mer superficielle gèle et forme une banquise

La mer peut être partiellement ou totalement prise par les glaces



On distingue:

- La plate-forme glaciaire sa dislocation donne naissance aux icebergs dérivants qui sont constitués d'eau douce.
- La banquise formée à partir de l'eau de mer gelée.

D'après :

Université Jules Vernes de Picardie - océanographie -  
<http://www.u-picardie.fr/~beaucham/mbg6/oceano/oceano.htm>

Université de Nancy 1

<http://www.staps.uhp-nancy.fr/glace.htm>

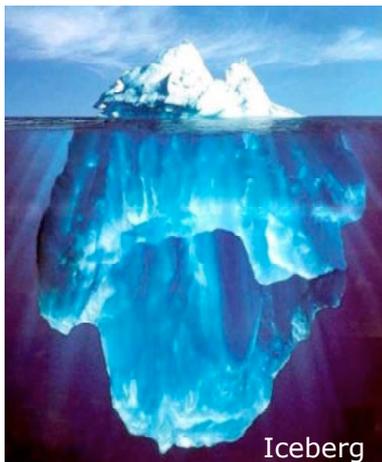
# Les glaces de mer

Les mers polaires se caractérisent par leur basse température tant en surface ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ) qu'en profondeur ( $-0,8^{\circ}\text{C}$ ).

Ces températures ne varient pas beaucoup avec les saisons : en été l'eau est fortement refroidie en surface par la fusion des glaces dérivantes, banquises et icebergs.

A partir de  $-2^{\circ}\text{C}$  l'eau de mer superficielle gèle et forme une banquise

La mer peut être partiellement ou totalement prise par les glaces



On distingue:

- La plate-forme glaciaire sa dislocation donne naissance aux icebergs dérivants qui sont constitués d'eau douce.
- La banquise formée à partir de l'eau de mer gelée.

D'après :

Université Jules Vernes de Picardie - océanographie -  
<http://www.u-picardie.fr/~beaucham/mbg6/oceano/oceano.htm>

Université de Nancy 1

<http://www.staps.uhp-nancy.fr/glace.htm>



# SÉANCE 6 : PROPOSITIONS POUR L'EVALUATION

## Objectifs de connaissances

- L'élève est capable de repérer les conditions de fusion de la glace.
- L'élève est capable, à partir d'un graphique de repérer si un corps est pur ou non
- L'élève est capable de repérer à partir d'un tableau de résultats un changement d'état : ici la solidification.
- Lors d'un changement d'état (fusion solidification) la matière et la quantité de matière sont conservées

## Objectifs de méthode

- 

## Matériel à préparer

- Documents à imprimer voir déroulement

## DÉROULEMENT

### PROPOSITIONS

#### 1. Evalauton de départ

Proposer aux élèves à nouveau le questionnaire de départ, cela permet de repérer si les élèves ont compris les caractéristiques des changements d'états fusion-solidification.

- palier de transformation à 0°C stable
- Conservation de la quantité

Cette nouvelle confrontation au questionnaire permettra aussi aux élèves de mesurer l'évolution de leur connaissances.

#### 2. Les conditions de fusion de la glace

Exemple d'évaluation pris sur le livret "Aide aux évaluations". Cet exercice permet de repérer si les élèves :

- connaissent la température de fusion de la glace.
  - savent lire un thermomètre.
- (voir document 1)

#### 3. Repérage d'un changement d'état : La solidification de la cire

Exemple d'un tableau inventé à partir d'une donnée exacte la température de solidification de la cire. Les élèves doivent lire un tableau de résultats pour repérer le palier de transformation. (voir document 2)

#### 4. Transfert de connaissances

Un verre, dans lequel on met un glaçon, puis on le remplit d'eau jusqu'à ras bord. On laisse fondre le glaçon. (voir document 3)

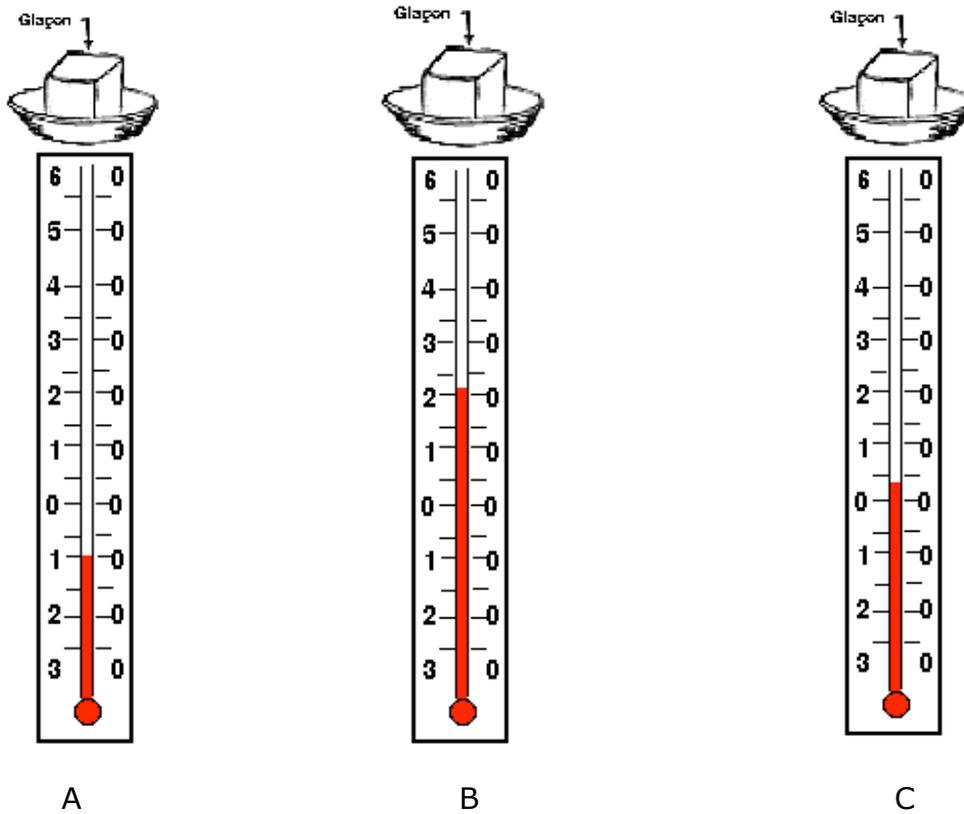
Imaginer la fin d'une expérience et justifier ce qui va se passer en s'appuyant sur ces connaissances. Savoir utiliser une connaissance la dilatation de la glace lors de l'étape de solidification pour déduire le contraire lors de la fusion.

**5. Exemple de questions posées à des CE2** (voir document 4)

**6. Interpréter un graphique en s'appuyant sur des connaissances** (voir document 5)

Au niveau des connaissances	Température de fusion de la glace
Au niveau des savoir faire	Lire un thermomètre

Trois glaçons sont placés dans des endroits différents. A chaque endroit, le thermomètre indique la température de l'air.



Indique dans chaque cas, si le glaçon va fondre en entourant la bonne réponse :

- En A le glaçon va fondre :  

OUI
NON
- En B le glaçon va fondre  

OUI
NON
- En C le glaçon va fondre  

OUI
NON

Au niveau des connaissances	Repérage de la température de solidification d'un corps pur Justification du palier de température.
Au niveau des savoir faire	Lire un tableau

Voici un tableau de résultats suite à une expérience menée avec de la cire :

Temps (min)	Température (°C)	état de la cire
0	90	Liquide
3	82	Liquide
6	73	Liquide
9	61	Liquide
12	60	Liquide + pâte + grains
15	60	Liquide + pâte + grains
18	60	pâte + grains
21	55	Solide
24	49	Solide

Que peux-tu déduire de ce tableau de résultat ?

-----

-----

Comment s'appelle ce phénomène ?

-----

-----

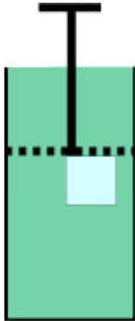
Pourquoi, la température à un moment donné reste constante ?

-----

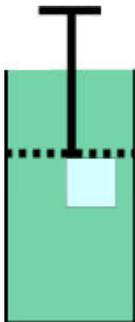
-----

Au niveau des connaissances	EN se solidifiant l'eau augmente de volume, en fondant la glace diminue de volume.
Au niveau des savoir faire	Savoir proposer une explication logique

Deux niveaux de difficulté (au choix ...)



Un glaçon se trouve coincé dans une cafetière à piston complètement remplie d'eau (il ne peut pas remonter). Petit à petit le glaçon va fondre. Que va-t-il se passer ?



Un glaçon se trouve coincé dans une cafetière à piston complètement remplie d'eau (il ne peut pas remonter). Petit à petit le glaçon va fondre. Lorsque le glaçon sera fondu, l'eau n'aura pas débordée de la cafetière. Au contraire le niveau de l'eau sera légèrement inférieur. Explique ce résultat.

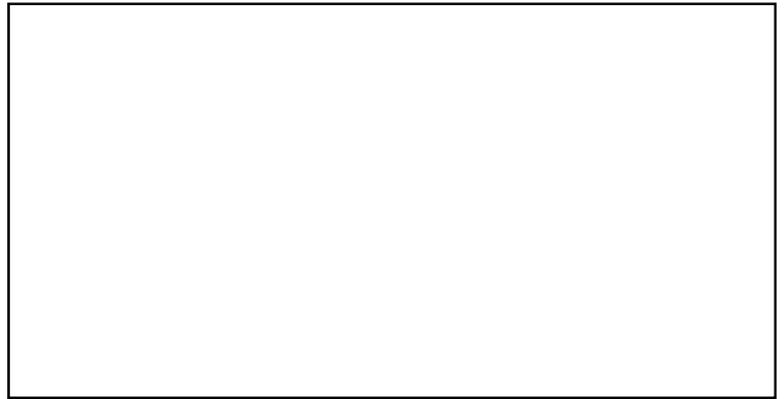
Au niveau des connaissances	vocabulaire : nom des transformations température des transformations
Au niveau des savoir faire	Savoir schématiser une expérience

Complète les phrases et schémas suivants

Lorsqu'on fait fondre du plomb, il devient liquide,  
comment s'appelle cette transformation ?

---

Cette photo montre un thermomètre placé dans de la glace.  
Fais le schéma qui correspond



Un thermomètre plongé dans un tube contenant de l'eau.  
Le tube est plongé dans un mélange de glace pilée et de sel.

Que cherche-t on grâce à cette expérience ?

-----

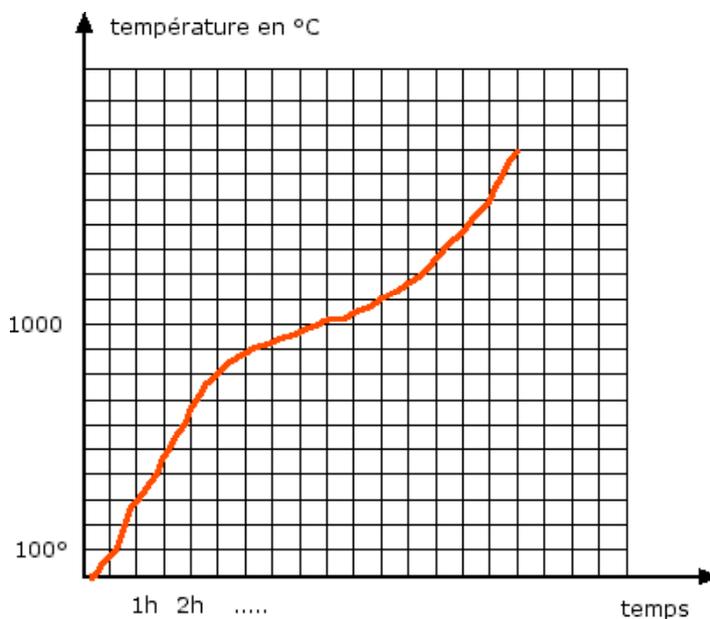
-----

- Au niveau des connaissances	Pallier de transformation inexistant lors des changements pour les corps non-purs (mélanges -alliages)
- Au niveau des méthodes :	savoir lire un schéma

## Le pharaon méfiant

Depuis que le nouveau responsable de la collecte d'impôts était en poste (1 an environ) Pharaon commençait à avoir quelques doutes. En effet le pays n'allait pas plus mal les récoltes étaient bonnes, le Nil débordait avec beaucoup de régularité tout semblait fonctionner à merveille et pourtant les caisses de l'état étaient presque vides. Il fit la remarque au chef collecteur qui s'empressa de rassurer Pharaon en lui promettant de les remplir en moins d'un mois.

Un mois plus tard les caisses étaient effectivement pleines d'or !!! Mais Pharaon demeurait préoccupé ... Il fit venir son fidèle ami de toujours Patafix, et lui fit part de ses doutes. Patafix écouta et demanda à Pharaon un lingot d'or provenant des caisses de l'état. Il revint le lendemain et montra ceci à Pharaon, qui s'écria furieux : Je m'en doutais !!!



Pourquoi Pharaon est-il furieux en voyant le graphique ? Explique ta réponse

---



---



---

Patafix pourra-t-il redonner le lingot d'or à Pharaon ?

---



---



---



# MALLE : FUSION - SOLIDIFICATION

## Matériel fourni

- Glace pilée finement (maintenue dans un congélateur)
- 10 thermomètres
- 8 sabliers (3 minutes)
- ~2 Kg de gros sel
- 8 boîtes isothermes
- 8 cuillères
- 8 Récipients de petite taille ( ex : flacon d'urine - pot de petit suisse)
- glace pilée
- 8 paires de boîtes de pellicules
- 1 balance électronique
- étiquettes
- congélateur\*
- 1 bouteille pleine de glace - 1 bouteille identique pleine d'eau
- 2 litres d'eau salée à 35g/l
- glace pilée d'eau salée à 35g de sel/L

## Matériel complémentaire

- congélateur\*

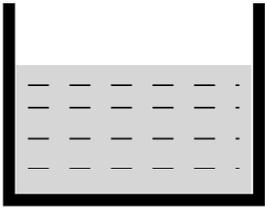
## Documents

# DOC : MÉLANGE RÉFRIGÉRANT

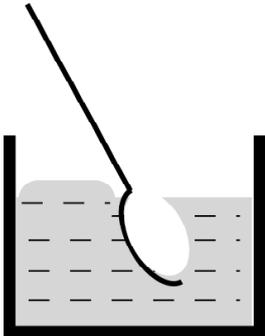
## Préparation du mélange

- Pour une classe prévoir environ 3 litres de glace pilée.
- 2 kg de gros sel
- Quel mélange ? Environ 2/3 de glace en volume pour 1/3 de sel en volume. Bien mélanger dans une casserole ou une bassine juste avant la séance. La glace va légèrement fondre et la température va s'abaisser.

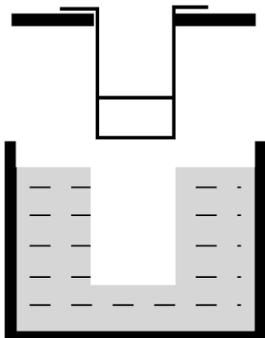
## Le mélange dans la boîte isotherme



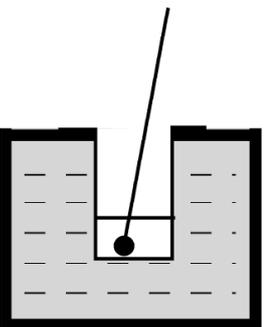
- Placer le mélange glace pilée sel dans la boîte (3/4 plein)



- Avec une cuillère dégager un peu de place pour recevoir le petit récipient contenant l'eau. Il faut que le mélange soit bien contre le petit récipient d'eau à congeler.



- Placer le couvercle avec le petit récipient. Poser le tout dans le mélange. Mais **ATTENTION il ne doit pas y avoir de mélange glace+sel qui entre dans le petit récipient contenant l'eau**. (sinon ce n'est plus de l'eau que l'on congèle mais de l'eau salée, c'est différent).



- Placer le thermomètre dans le petit récipient et surveiller la température.