Leçon 7
Comment la masse, le volume et la température varient-ils lors d'un changement d'état ?

1ère partie : Variation de la masse et du volume lors d'un changement d'état ;
2ème partie : Variation de la température lors d'un changement d'état.

1ère partie :
Comment la masse et le volume varient-ils lors d'un changement d'état ?

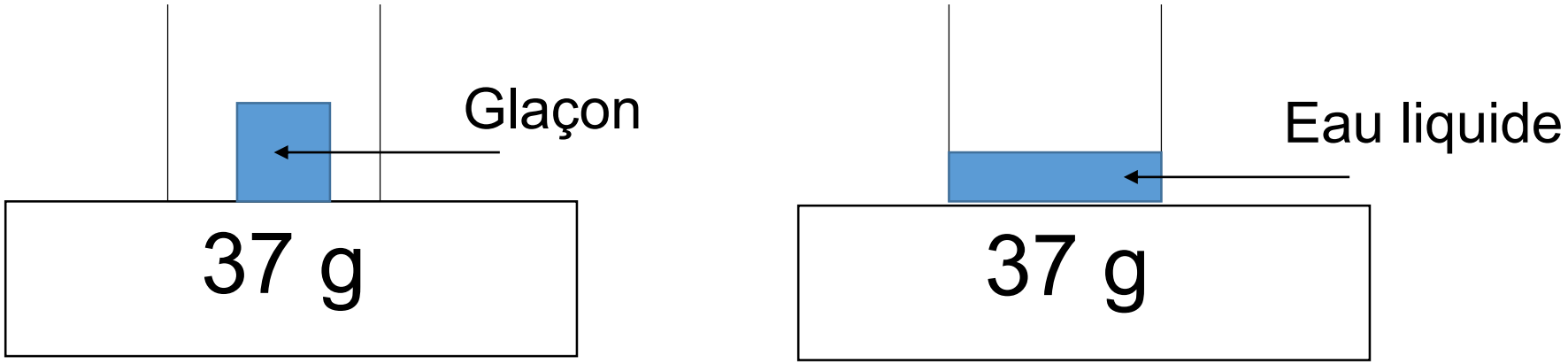
Objectifs :

- Savoir comment la masse et le volume varient lors d'un changement d'état et comprendre pourquoi ;

- *Connaître les phénomènes de dilatation et contraction thermique ;*
- *Connaître les variations de volume spécifiques à l'eau.*

I) Variation de la masse lors d'un changement d'état :

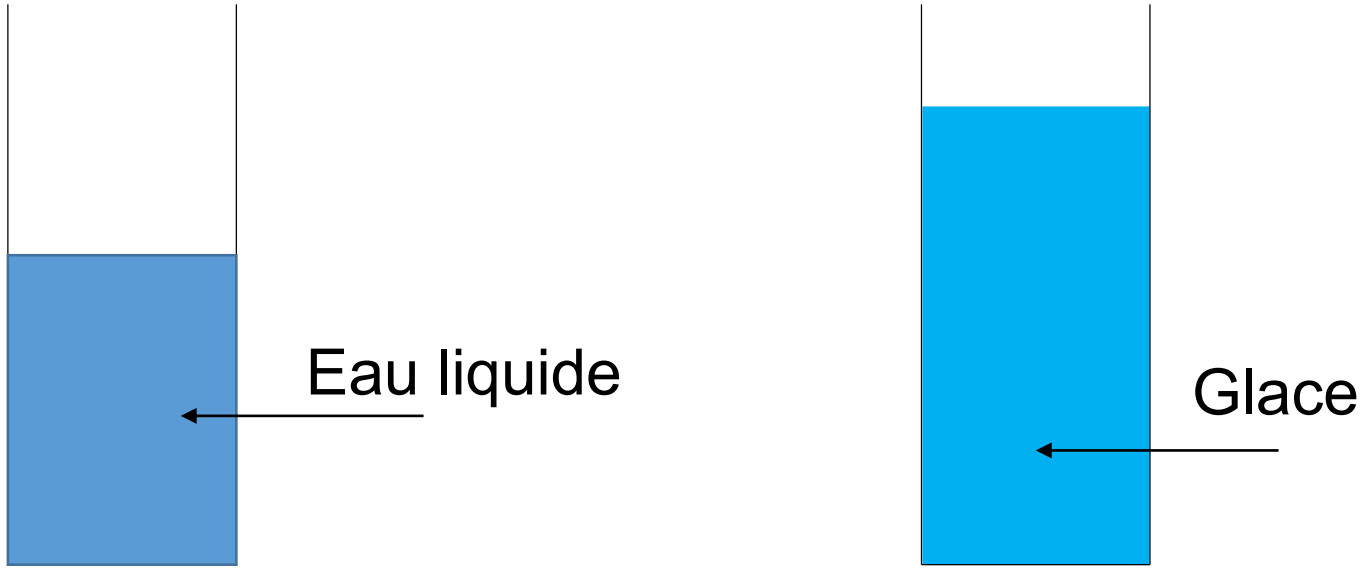
Faisons fondre un glaçon et mesurons sa masse avant et après la fusion.



Conclusion : Lors d'un changement d'état, la masse ne varie pas (parce que le nombre de particules d'eau ne change pas).

II) Variation du volume lors d'un changement d'état :

Faisons solidifier de l'eau et observons le volume de l'eau puis de la glace.



Conclusion : Lorsque l'eau se solidifie, son volume augmente.

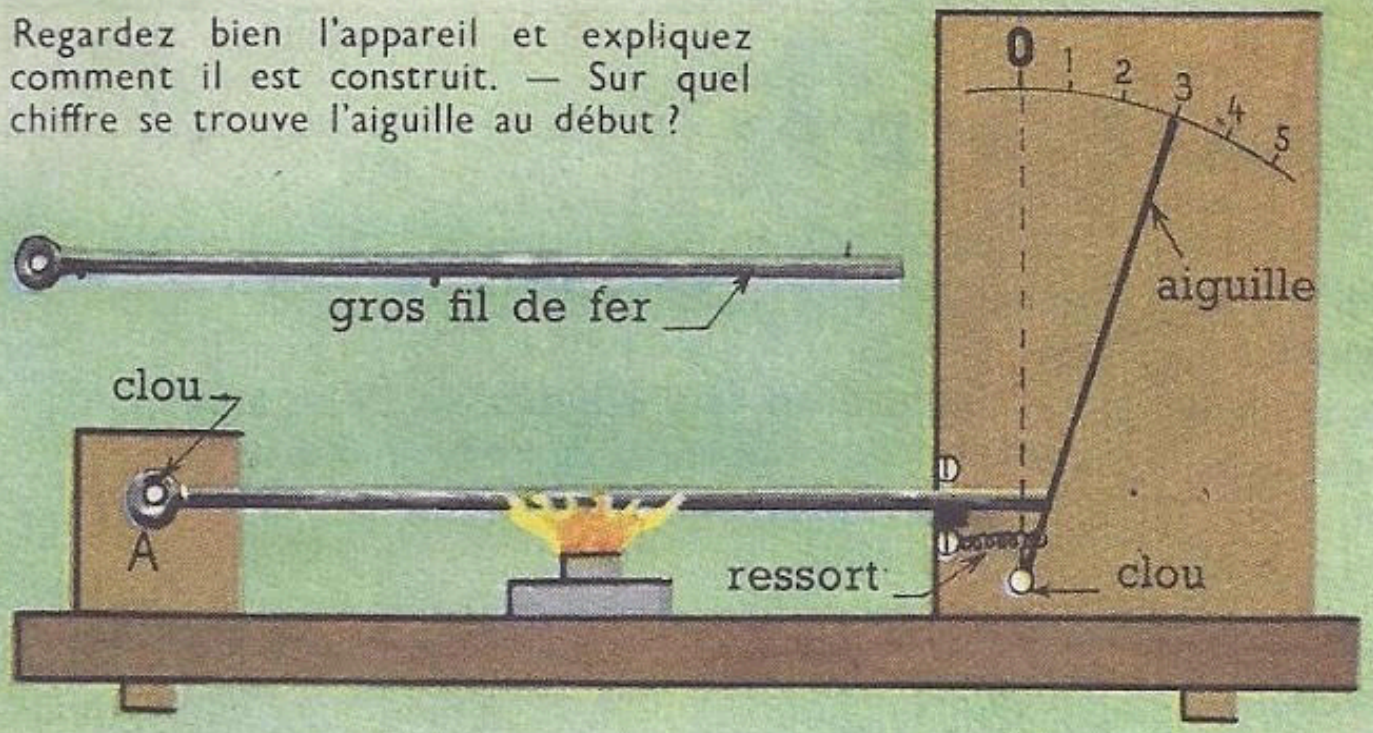
A) Cas de la plupart des matériaux:

De manière générale :

- Lorsqu'on chauffe un matériau, son volume augmente : on dit que le matériau <u>se dilate</u> ;
- Lorsqu'on refroidit un matériau, son volume diminue : on dit que le matériau <u>se contracte</u>.

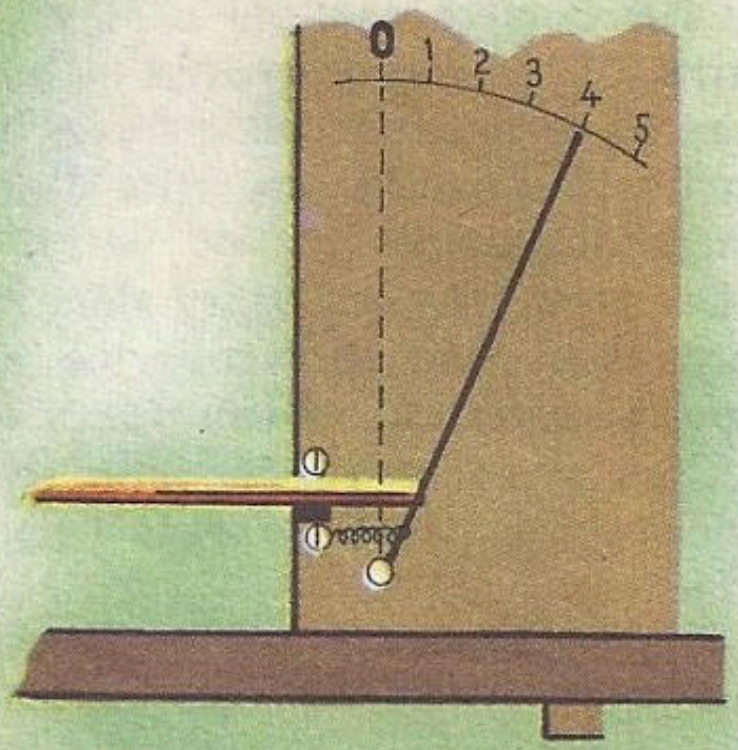
C'est ce qu'il se passe pour le liquide contenu dans le thermomètre : lorsque la température augmente, le volume du liquide augmente et le liquide « monte » dans le thermomètre.

Regardez bien l'appareil et expliquez comment il est construit. — Sur quel chiffre se trouve l'aiguille au début ?



1 Chauffons une tige de fer.

Que fait l'aiguille ? Quel chiffre atteint-elle ? — Éteignons la lampe. Que devient l'aiguille ?



2 Chauffons une tige de cuivre de même longueur.

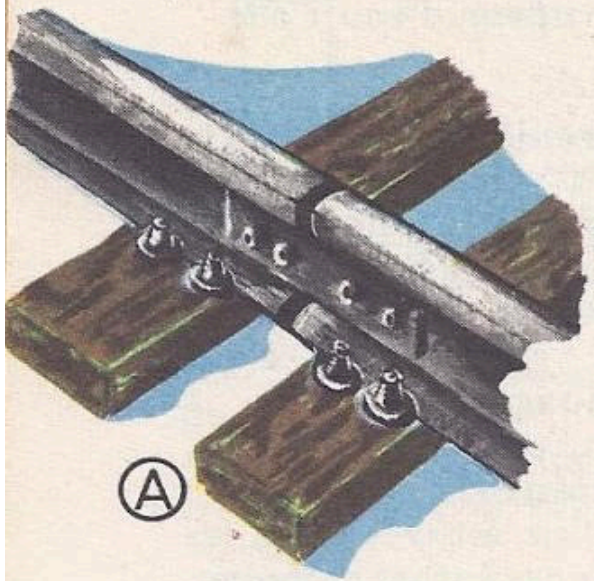
Qu'observez - vous ? Qu'en déduisez-vous ?

3 Chauffons une tige fixée à ses deux extrémités.

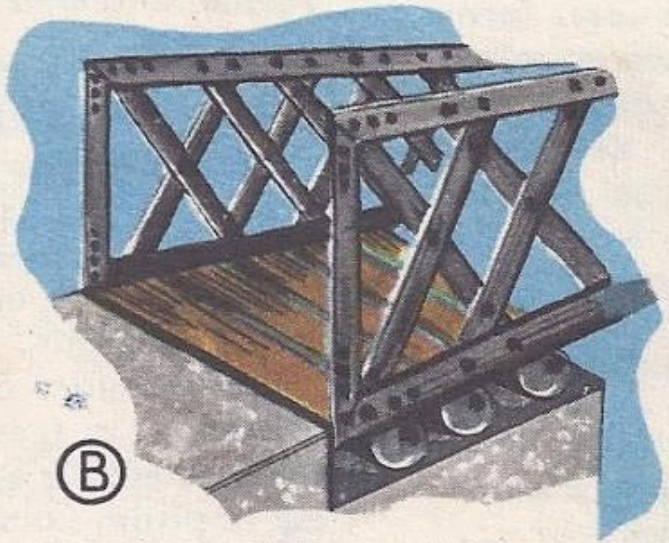
Immobilisons l'aiguille en enfonçant un clou en B, et chauffons la tige métallique. Qu'observez-vous ?

Extrait d'un manuel ancien

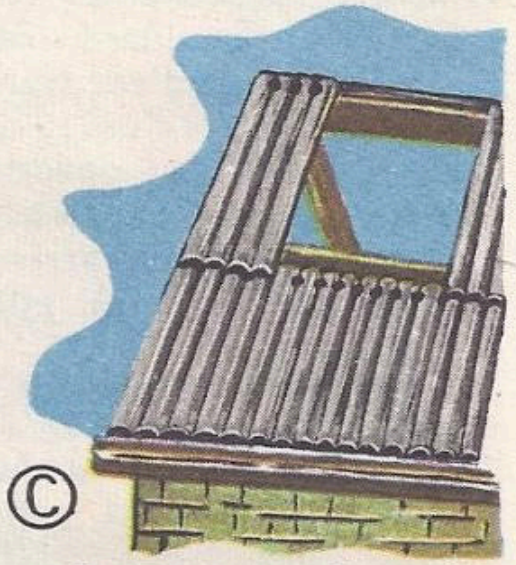
4 Quelques applications.



Les rails sont-ils bout à bout ?

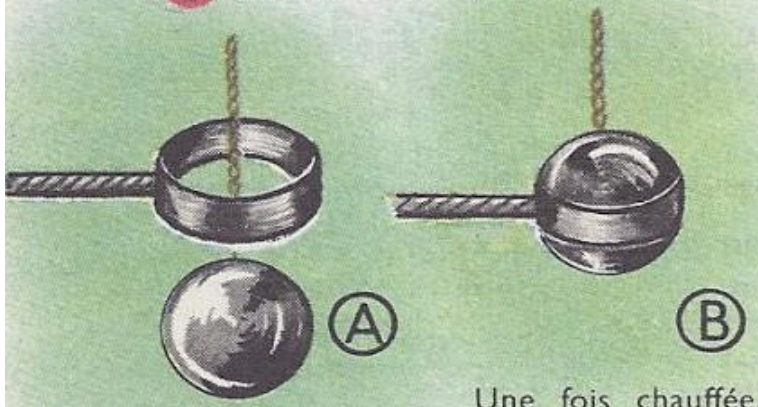


Pourquoi les extrémités de ce pont métallique reposent-elles sur des rouleaux ?



Comment sont fixées les plaques métalliques qui recouvrent ce toit ?

5 Chauffons une bille d'acier.

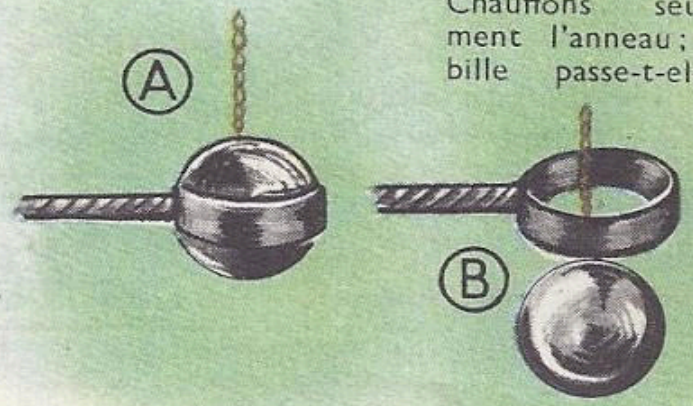


À froid, la bille passe dans l'anneau.

Une fois chauffée, la bille passe-t-elle encore ?

6 Un effet de la contraction.

À froid la bille ne passe pas dans cet anneau.



Chauffons seulement l'anneau ; la bille passe-t-elle ?

Maintenons la bille dans l'anneau et laissons le tout refroidir. — Quand tout est refroidi, que constatez-vous ?

B) L’exception de l’eau :

En dessous de 4°C, si on refroidit de l’eau, l’eau se dilate (alors qu’elle devrait se contracter).

Exemple : une bouteille remplie d’eau puis placée au congélateur ressort cassée.

Ce phénomène de dilatation est lié à la composition des molécules d’eau : elles sont obligées, lorsqu’elles s’immobilisent pour former la glace, de laisser beaucoup de petits vides entre elles, et prennent donc plus de place.

Applications de la dilatation des solides ou des liquides : joints de dilatation, thermomètre…

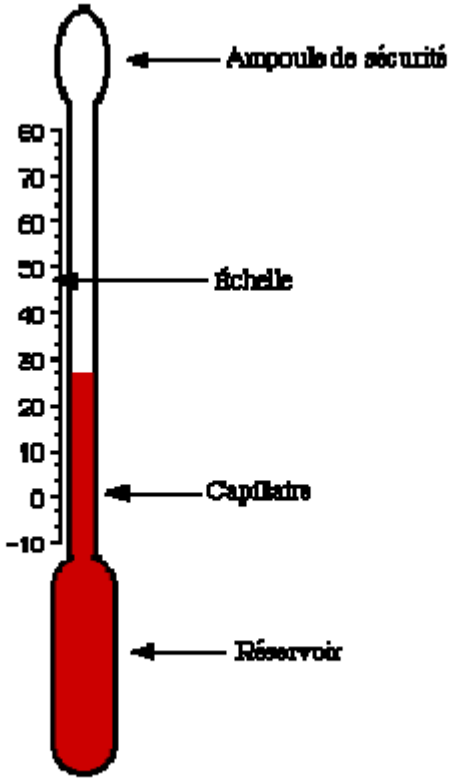


figure II.1 : Thermomètre à dilatation de liquide

2ème partie :
La température varie-t-elle pendant un changement d'état ?

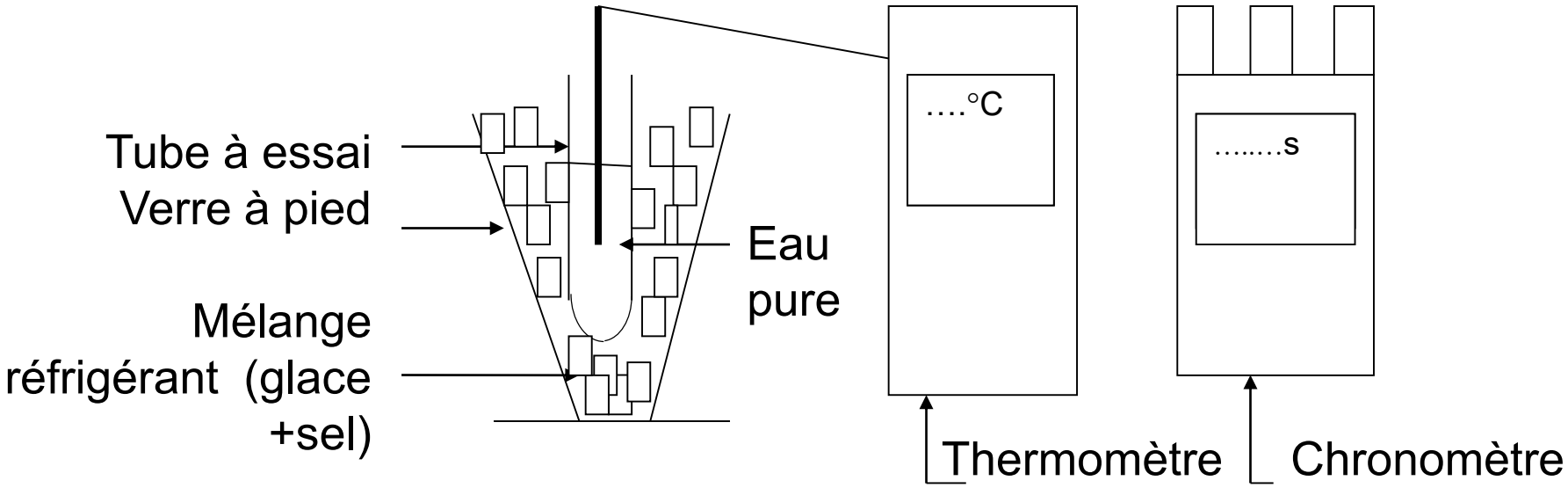
Objectifs :

- *Savoir comment varie la température lors d'un changement d'état d'un corps pur et d'un mélange ;*
- *Connaître les températures de changement d'état de l'eau ;*
- *Connaître l'influence de la pression atmosphérique sur la température de vaporisation ;*
- *Savoir identifier un corps pur grâce à ses températures de changement d'état ;*
- *Etre capable de prédire l'état physique d'un corps pur en fonction de la température.*

Nous voulons savoir :

- comment varie la température de l’eau pure lors de la solidification et de la fusion ;
- quelle est la température de fusion et de solidification de l’eau pure et de différents corps purs ;
- comment varie la température d’un mélange (eau salée par exemple) lors de la fusion et de la solidification ;
- comment varie la température de l’eau pure lors de la vaporisation ;
- comment la pression influence la température d’ébullition de l’eau ;

I / Comment la température varie-t-elle pendant la solidification de l'eau ?



Protocole expérimental pour l'expérience concernant la solidification de l'eau :

- On met 3 cm d'eau dans un tube à essais ;
- On place un thermomètre à l'intérieur du tube, on attend quelques instants et on mesure la température ;
- On plonge le tube à essais dans un bécher contenant un mélange réfrigérant ;
- A l'aide d'un chronomètre, on relève la température toutes les 30 secondes et on inscrit la valeur de la température dans le tableau ;
- On agite en permanence le contenu du tube (sauf quand ce n'est plus possible car l'eau est devenue solide).

Réalisons l'expérience :

Tableau de valeurs :

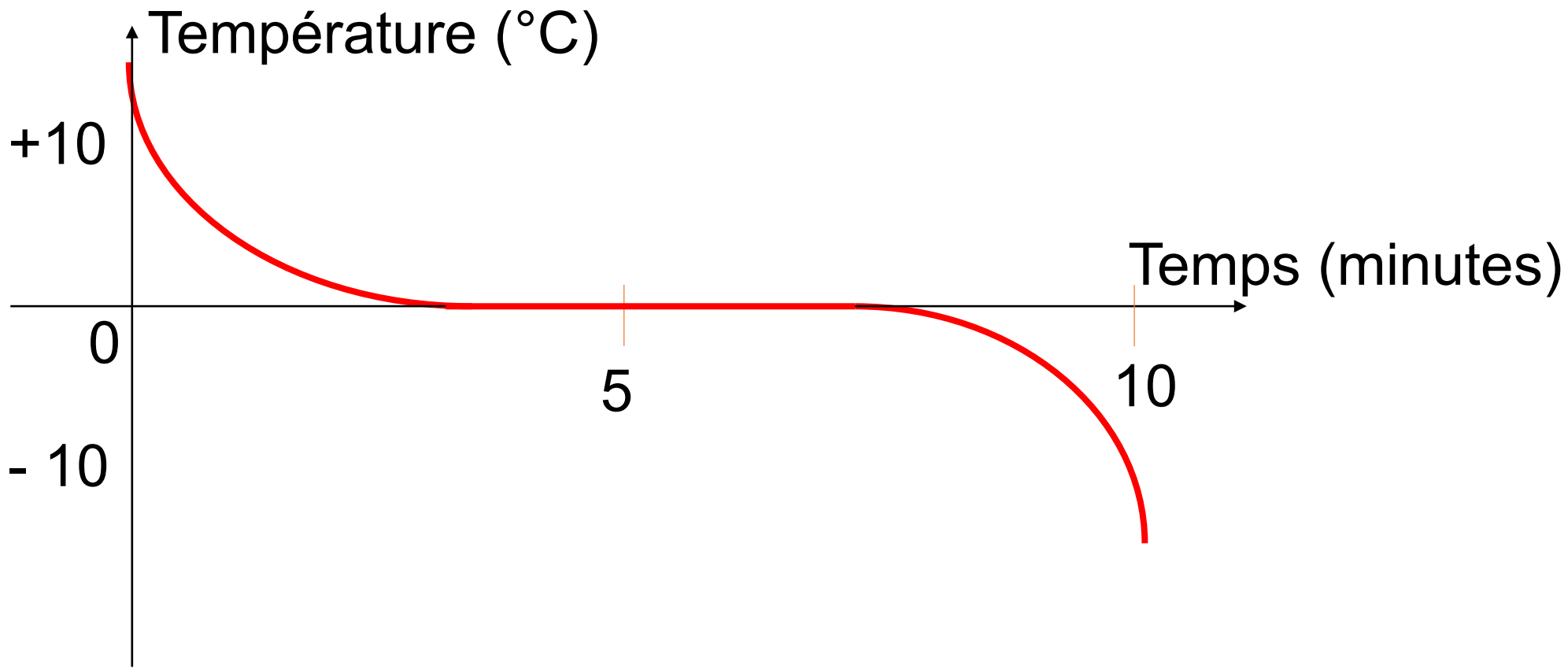
Temps	0	30 s	1 min.	1 min. 30s	2 min.	2 min. 30s	3 min.	3 min. 30s	4 min.	4 min. 30s	5 min.
Température (°C)	20	13	8	5	3	2	1	0	0	0	0

Temps	5 min. 30s	6 min.	6 min. 30s	7 min.	7 min. 30s	8 min.	8 min. 30s	9 min.	9 min. 30s	10 min.
Température (°C)	0	0	0	-1,1	-2,7	-4,1	-7	-11	-15	-17

Observations :

Au début, la température est de 20 °C . La température augmente jusqu'à 0 °C, puis se stabilise à 0°C pendant toute la durée de la solidification . Quand tout est solide, la température diminue de nouveau.

Traçons le graphique représentant la variation de la température en fonction du temps :

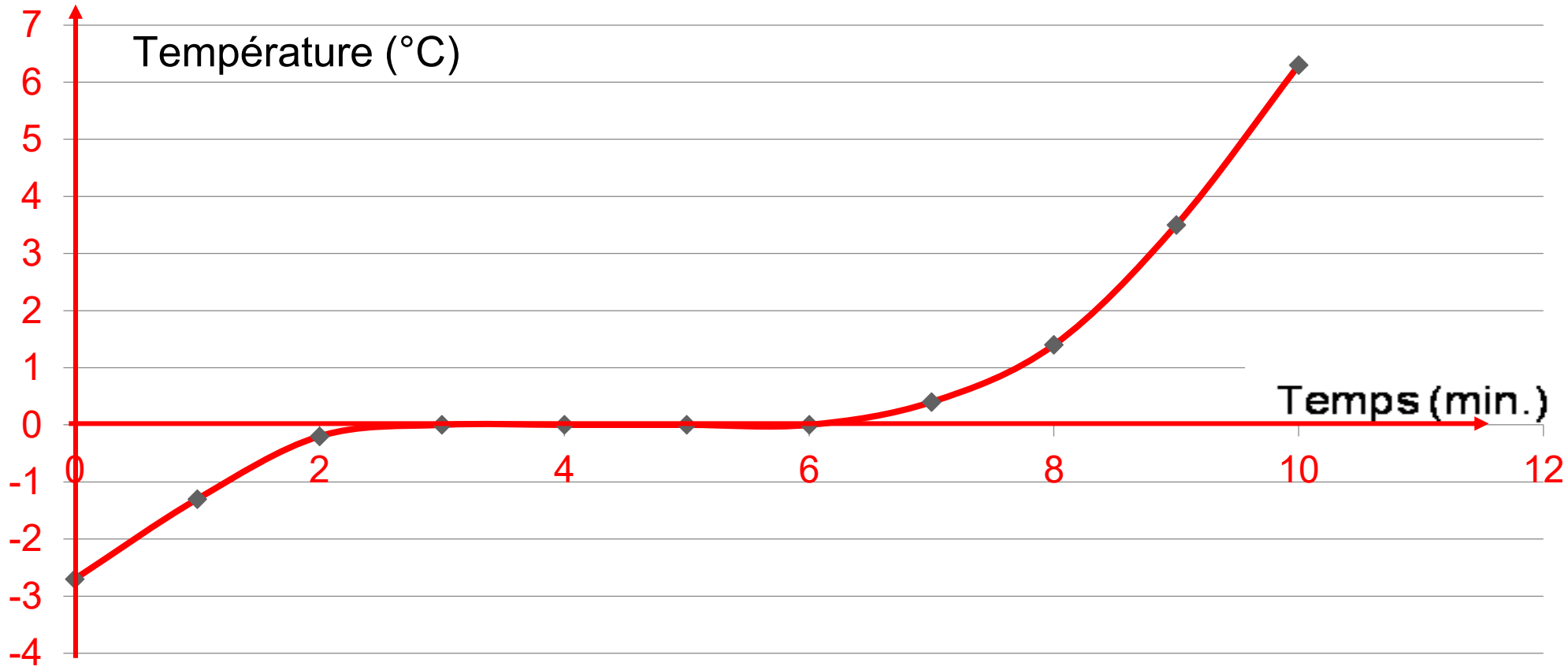


II) Comment la température varie-t-elle pendant la fusion de l'eau ?

Tableau de valeurs :

Temps (min.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Température (°C)	-2,7	-1,3	-0,2	0	0	0	0	0,4	1,4	3,5	6,3

Observation : La température augmente jusqu'à 0°C, puis se stabilise à 0°C pendant toute la durée de la fusion.
Quand tout est liquide, elle augmente de nouveau.



Variation de la température en fonction du temps pendant la fusion de l'eau pure

REMARQUES IMPORTANTES

- N°1 : Nous aurions pu faire cette expérience en remplaçant l'eau par le **cyclohexane**. La courbe aurait été semblable à celle de l'eau mais le palier de température aurait eu lieu à 6,5°C et non à 0°C . **Le cyclohexane a une température de fusion de 6,5 °C.**
- N° 2 : La courbe obtenue avec l'eau salée est très différente de la courbe obtenue avec l'eau pure : il n'y a pas de palier de température. On retrouve ce type de courbe pour tous les mélanges.

Pour un **mélange**, il n’est pas possible d’indiquer une température de fusion (ou de manière générale une température de changement d’état) puisque pendant le changement d’état, la température varie en permanence, elle ne reste jamais constante.

Conclusions :

- L'eau est un corps pur : toutes ses molécules sont identiques .
- Pour tous les corps purs (faits d'une seule sorte de particules), la température reste constante pendant toute la durée de la fusion et de la solidification.
- L'eau a une température de fusion (et de solidification) de 0°C .

III) Comment la température varie-t-elle pendant la vaporisation de l’eau ?

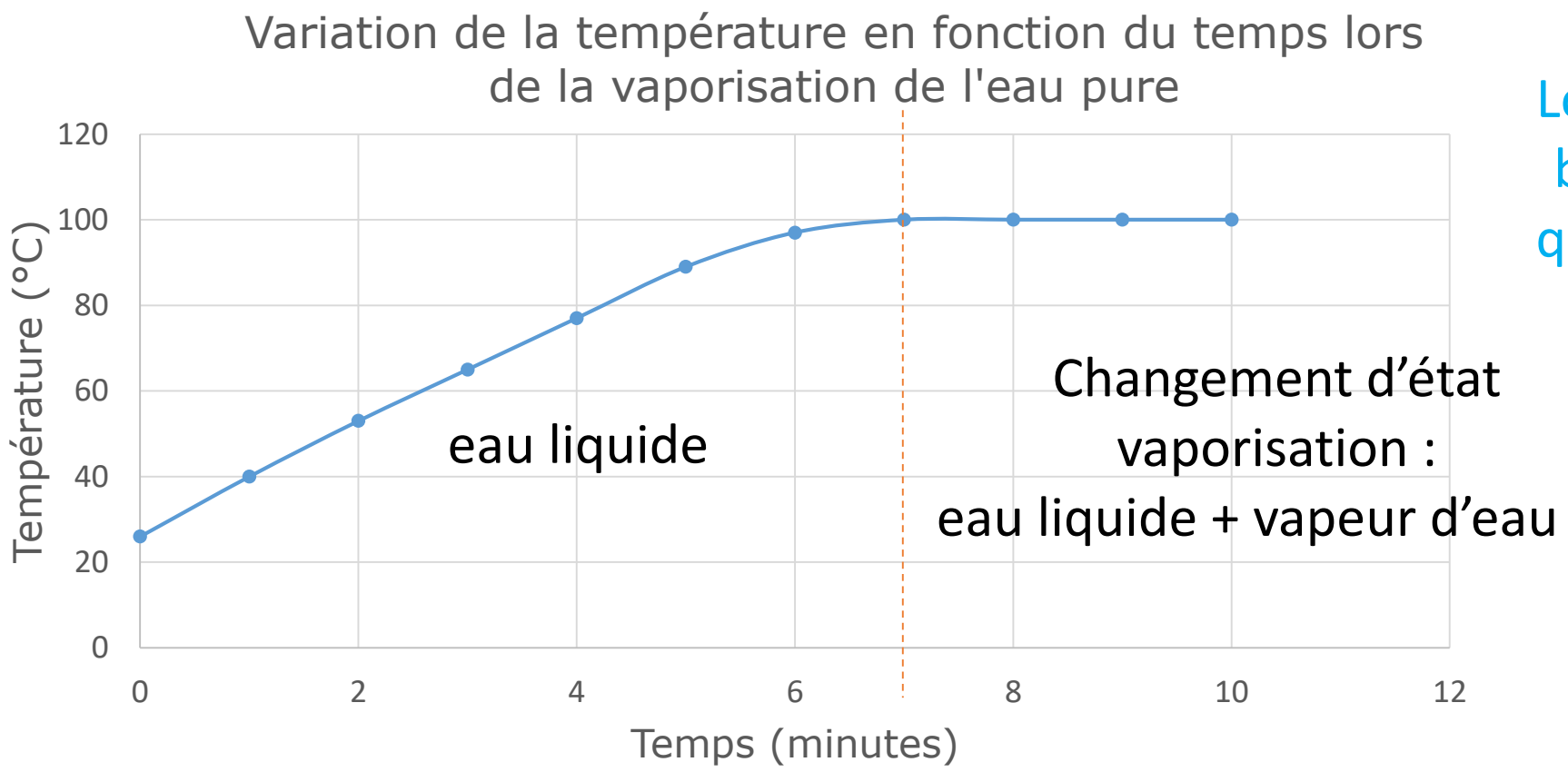
Principe de l’expérience :

On mesure la variation de la température en fonction du temps lorsque de l’eau est chauffée.

On relève la température à chaque minute et on complète le tableau de valeurs au fur et à mesure.

On obtient le tableau ci-dessous.

Temps (minutes)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Température (°C)	26	40	53	65	77	89	97	100	100	100	100



Lorsque l'eau bout, on dit qu'elle est en ébullition.

1) Quelle est la température de l’eau au début de l’expérience ?

26°C

2) Comment évolue la température au cours de l’expérience ?

Elle augmente puis se stabilise à 100°C.

3) Quelle est la température d’ébullition de l’eau ?

100°C

Conclusion : Pendant toute la durée de l'ébullition, la température reste constante et égale à 100°C .

REMARQUE IMPORTANTE n°3 :

- Lorsque la pression atmosphérique diminue (montagne, altitude), la température d'ébullition de l'eau diminue.
- Lorsque la pression augmente (sous l'eau, dans une cocotte minute…), la température d'ébullition de l'eau augmente.
- Exemples :

Au sommet du Mont-Blanc (pression inférieure à 0,5 atm.), l'eau bout à 85°C. Mais la température reste constante et égale à 85°C pendant toute la durée de l'ébullition.

Sous les océans, à 3000 m de profondeur (pression de 300 atm.), existent des sources d'eau encore liquide à 300°C.

Conclusions :

- Pour tous les corps purs, la température reste constante pendant toute la durée des changements d'état.

- A la pression atmosphérique normale, l'eau a une température de vaporisation de 100°C.

REMARQUE IMPORTANTE n°4 : Températures de changement d'état d'autres corps purs.

Nom de la substance	Température de fusion (et de solidification)	Température d'ébullition
Cyclohexane	6,5 °C	81°C
Ethanol	-130 °C	79°C
Mercure	-39°C	357°C
Fer	1535°C	2750°C
Eau	0°C	100°C

Les températures de changement d'état caractérisent un corps pur (c'est-à-dire permettent de l'identifier, de donner son nom) :

- - le corps qui fond à –39 °C et bout à 357°C est du mercure ;

- -le corps qui ne fond pas à 0°C et ne bout pas à 100°C ne peut pas être de l'eau .