

Le modèle particulaire de la matière

Le modèle particulaire décrit la matière comme un très grand nombre de **particules** invisibles, séparées par du **vide** et en agitation permanente. Dans un solide, les particules sont serrées et ordonnées; dans un liquide, serrées mais désordonnées; dans un gaz, très éloignées. Ce modèle explique la compressibilité des gaz, la diffusion d'un parfum et la dilatation d'un métal chauffé.

Physique-Chimie 1AC - Programme marocain - Mis à jour le 21/09/2026

Objectifs du chapitre

- Énoncer les trois idées du modèle particulaire
- Décrire la disposition des particules dans un solide, un liquide et un gaz
- Expliquer la compressibilité des gaz et l'incompressibilité des liquides
- Expliquer la forme propre et le volume propre à l'aide du modèle
- Expliquer la diffusion et la dilatation par l'agitation des particules
- Expliquer la conservation de la masse par le nombre de particules
- Comprendre ce qu'est un modèle et pourquoi il peut être remplacé

Avant de commencer

Les trois états physiques et leurs propriétés; La compressibilité des gaz mise en évidence à la seringue; La conservation de la masse.

1. Les trois idées du modèle

Aucun microscope de collège ne montre les particules : elles sont bien trop petites. Le modèle particulaire est donc une **image mentale**, proposée parce qu'elle explique d'un coup une longue liste d'observations que rien d'autre ne relie entre elles.

Le modèle particulaire

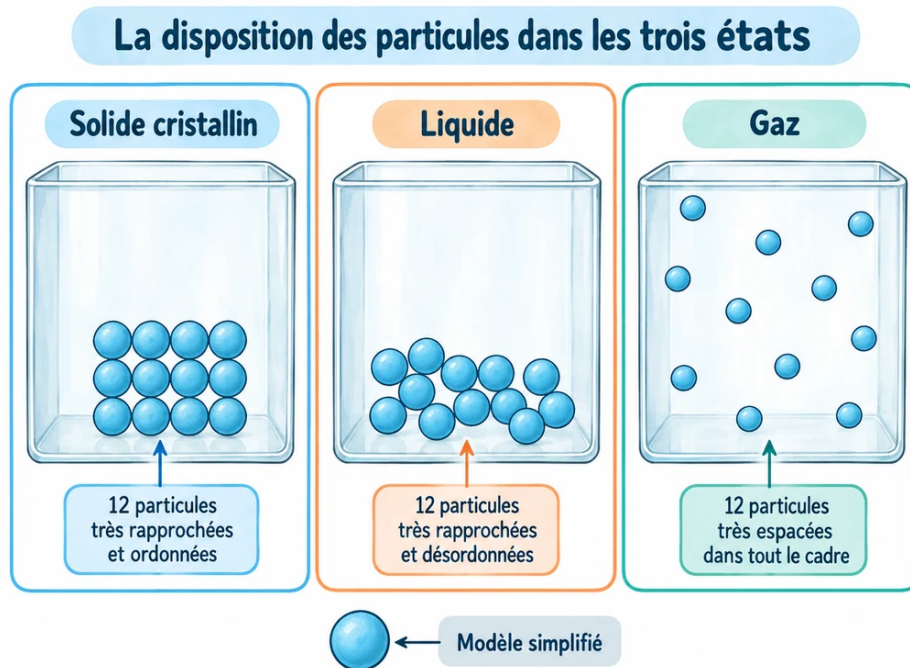
Toute matière est constituée d'un très grand nombre de **particules** extrêmement petites, identiques pour un même corps, **séparées par du vide** et animées d'un **mouvement permanent** que l'on appelle l'**agitation**.

1. **La matière est discontinue** : elle est faite de grains séparés, et non d'un bloc plein.
2. **Entre les particules, il y a du vide** : ce n'est ni de l'air, ni une autre matière, c'est du vide.
3. **Les particules sont en mouvement permanent**, et ce mouvement est d'autant plus vif que la température est élevée.

Attention

Entre deux particules d'eau, il n'y a **pas d'air**. L'air est lui-même fait de particules : dire qu'il y a de l'air entre les particules d'eau reviendrait à mettre de la matière entre les grains de matière, sans jamais rien expliquer. Le modèle dit **du vide**, et c'est ce vide qui rend un gaz compressible.

2. Les trois états vus par le modèle



Dans ce modèle, les particules sont rapprochées dans le solide et le liquide, mais très espacées dans le gaz. Le solide cristallin présente un arrangement ordonné.

État	Disposition	Distance	Mouvement
Solide	ordonnée, en rangées	très petite, elles se touchent	vibrations sur place
Liquide	désordonnée	petite, elles se touchent	glissement les unes sur les autres
Gazeux	désordonnée	grande, beaucoup de vide	déplacements rapides dans toutes les directions

Une seule ligne change vraiment entre le solide et le liquide : l'ordre. Entre le liquide et le gaz, c'est la distance.

3. Ce que le modèle explique

Pourquoi un solide a une forme propre

Ses particules sont **serrées et ordonnées**, et elles restent chacune à sa place : elles ne peuvent que vibrer autour d'une position fixe. L'édifice garde donc sa forme.

Pourquoi un liquide n'a pas de forme propre mais garde son volume

Ses particules sont toujours **serrées**, donc le volume ne change pas ; mais elles sont **désordonnées et glissent** les unes sur les autres, donc l'ensemble épouse la forme du récipient.

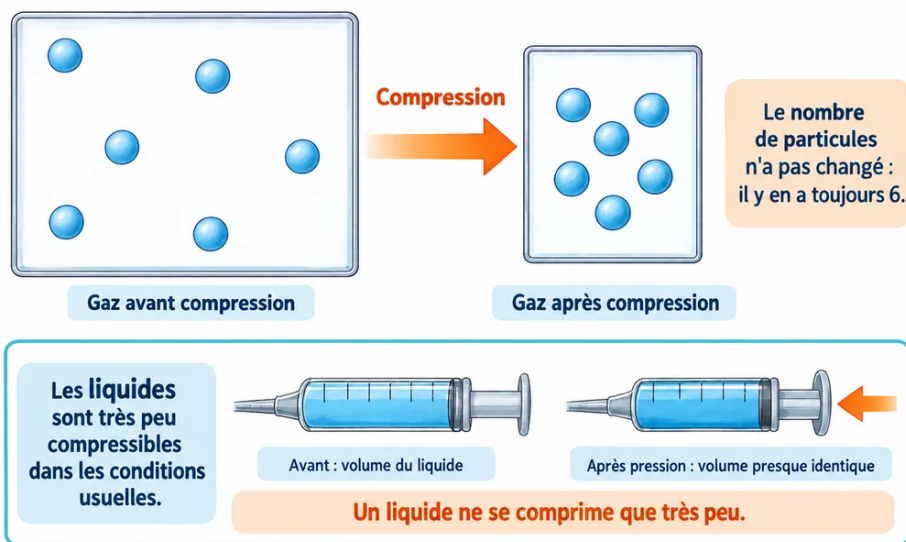
Pourquoi un gaz n'a ni forme ni volume propre

Ses particules sont **très éloignées** et se déplacent dans toutes les directions sans se retenir : rien ne les empêche de s'écarter jusqu'aux parois du récipient. C'est l'expansibilité.

Pourquoi les gaz sont compressibles et pas les liquides

Comprimer un corps, c'est **rapprocher ses particules**. Dans un gaz, il y a beaucoup de vide entre elles : on peut donc les rapprocher. Dans un liquide ou un solide, elles se touchent déjà : il n'y a plus de place, et le volume ne diminue pas.

Comprimer un gaz, c'est rapprocher ses particules



Comprimer un gaz rapproche ses particules sans en changer le nombre ni la taille. Les liquides sont très peu compressibles dans les conditions usuelles.

Pourquoi la masse se conserve

Un changement d'état, un changement de forme ou une dissolution ne **crée** ni ne **détruit** aucune particule : il ne fait que les redistribuer. Le nombre de particules reste le même, donc la masse aussi.

Remarque

C'est l'explication la plus économique du modèle : une seule phrase rend compte du glaçon qui fond sans changer de masse, du sucre qui disparaît à la vue sans que la balance bouge, et de la boule de pâte à modeler qu'on aplatit.

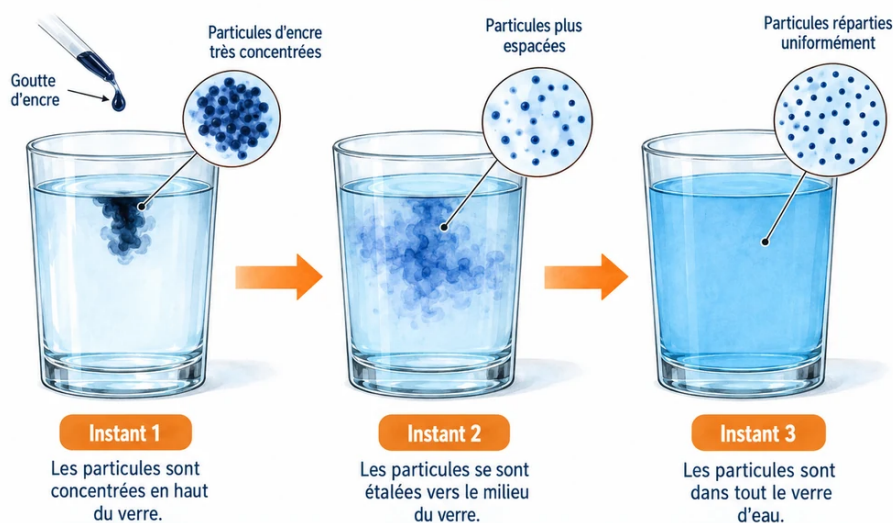
4. La diffusion

Diffusion

La **diffusion** est la dispersion spontanée d'un corps dans un autre, sans qu'on ait besoin d'agiter. Un parfum ouvert dans un coin de la pièce finit par être senti partout ; une goutte d'encre déposée dans un verre d'eau immobile finit par le colorer entièrement.

Le modèle l'explique en une ligne : les particules sont en **mouvement permanent**. Celles du parfum se glissent entre celles de l'air, celles de l'encre entre celles de l'eau, et le désordre des chocs finit par les répartir uniformément.

La diffusion d'une goutte d'encre



Une goutte d'encre déposée dans un verre d'eau immobile finit par le colorer entièrement : le mouvement permanent des particules suffit à les répartir, sans qu'on agite.

Une goutte d'encre déposée dans un verre d'eau immobile finit par le colorer entièrement : le mouvement permanent des particules suffit à les répartir, sans qu'on agite.

La diffusion est plus rapide quand il fait chaud

L'agitation des particules **augmente avec la température**. Une goutte d'encre se disperse donc bien plus vite dans de l'eau chaude que dans de l'eau froide, et un parfum se répand plus vite dans une pièce chauffée.

Interpréter une observation

Deux verres identiques contiennent la même eau, l'un froid, l'autre chaud. On dépose dans chacun une goutte d'encre, sans agiter. L'eau chaude se colore en deux minutes, l'eau froide en dix. Expliquer.

1. Dans les deux verres, la coloration vient du même phénomène : la **diffusion**, c'est-à-dire le mouvement permanent des particules.
2. Dans l'eau chaude, ce mouvement est **plus vif**, parce que l'agitation augmente avec la température.
3. Les particules d'encre se répartissent donc plus vite, sans qu'on ait touché ni au volume, ni à la quantité d'encre.

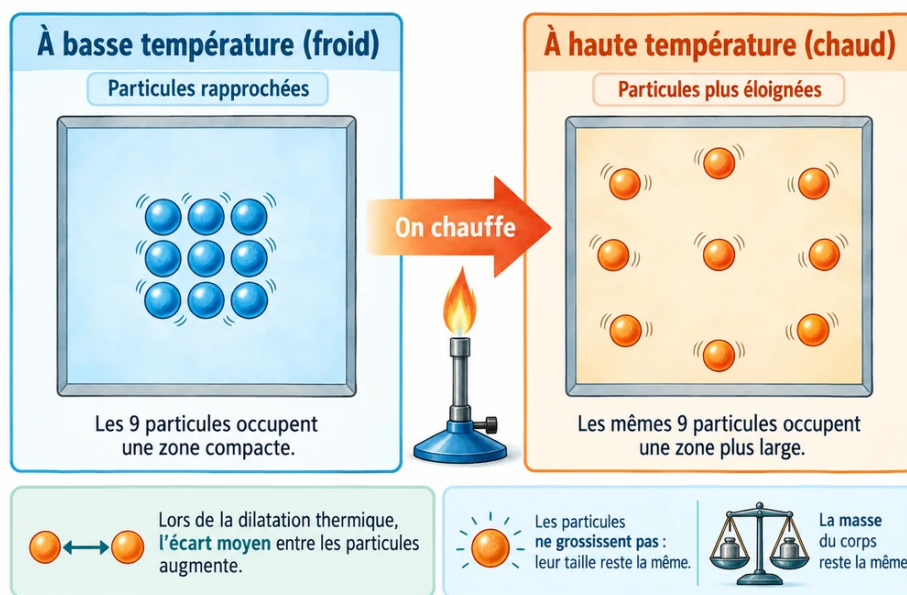
5. La dilatation

Dilatation

La **dilatation** est l'augmentation du volume d'un corps lorsqu'on le chauffe. La **contraction** est la diminution de son volume lorsqu'on le refroidit. Les trois états s'y prêtent, les gaz beaucoup plus que les liquides, et les liquides plus que les solides.

Le modèle l'explique sans supposer que les particules grossissent. Chauffer un corps, c'est **augmenter l'agitation** de ses particules : chacune s'écarte un peu plus de ses voisines, donc l'ensemble occupe un volume plus grand. Le nombre de particules, lui, ne change pas, donc la **masse** ne change pas.

La dilatation vue par le modèle



Lors de la dilatation thermique, l'écart moyen entre les particules augmente : les particules ne grossissent pas et la masse du corps reste la même.

- Un **thermomètre** à liquide fonctionne grâce à la dilatation : le liquide monte dans le tube quand il fait plus chaud.
- Les **rails** de chemin de fer sont posés avec un petit jeu entre eux, sinon ils se déformeraient en été.
- Un **pont** est monté sur des appuis coulissants, pour la même raison.
- Un couvercle métallique coincé sur un bocal en verre se dévisse après avoir passé le col sous l'eau chaude : le métal se dilate plus que le verre.

Attention

L'eau fait **exception** entre 0 °C et 4 °C : en gelant, elle **augmente** de volume au lieu de diminuer. C'est pourquoi une bouteille pleine et fermée éclate au congélateur, et pourquoi la glace flotte. Un modèle est utile même lorsqu'un cas particulier lui échappe, à condition de savoir lequel.

6. Un modèle, et non la vérité

Un **modèle** est une représentation simplifiée, jugée sur une seule question : explique-t-elle ce qu'on observe ? Le modèle particulaire est excellent sur ce point pour tout le programme de 1AC. Il ne dit pourtant presque rien de ce que sont réellement ces particules.

Méthode : Rédiger une explication avec le modèle particulaire

1. Nommer l'**observation** à expliquer, en une phrase : « l'air se comprime, l'eau non ».
2. Décrire la **disposition** des particules dans l'état concerné : serrées, éloignées, ordonnées ou non.
3. Dire ce que **deviennent** ces particules pendant l'expérience : elles se rapprochent, s'écartent, glissent, se réparent.
4. Conclure en revenant à l'observation, et vérifier qu'aucune particule n'a été créée ni détruite au passage.

Remarque

La suite du collège raffine ce modèle plutôt qu'elle ne l'abandonne. En 2AC, la particule devient une **molécule**, elle-même faite d'**atomes**. En 3AC, l'atome se révèle formé d'un noyau et d'électrons. Chaque étape garde ce qui marchait et explique en plus ce que la précédente ne pouvait pas expliquer : c'est ainsi que fonctionne un modèle en sciences.

Je retiens

- Le **modèle particulaire** décrit la matière comme un très grand nombre de **particules** extrêmement petites, séparées par du **vide** et en **mouvement permanent**.
- Entre les particules il y a du **vide**, et non de l'air : l'air est lui-même fait de particules.
- Dans un **solide**, les particules sont **serrées et ordonnées** et vibrent sur place : d'où la forme propre.
- Dans un **liquide**, elles sont **serrées mais désordonnées** et glissent les unes sur les autres : d'où le volume propre sans forme propre.
- Dans un **gaz**, elles sont **très éloignées** et se déplacent dans toutes les directions : d'où l'expansibilité.
- Les **gaz sont compressibles** parce qu'il y a du vide à supprimer entre leurs particules ; les liquides et les solides ne le sont pas, leurs particules se touchant déjà.
- La **masse se conserve** parce qu'aucune particule n'est créée ni détruite : elles sont seulement redistribuées.
- La **diffusion** est la dispersion spontanée d'un corps dans un autre ; elle vient du mouvement des particules et elle est plus rapide quand il fait chaud.
- La **dilatation** est l'augmentation de volume par chauffage : les particules ne grossissent pas, elles **s'écartent** davantage.
- Le modèle particulaire est un **modèle** : il sera remplacé par les molécules en 2AC, puis par les atomes et les électrons en 3AC.

Exercices - À chercher avant la correction

Résous les exercices sur ton cahier. Justifie les calculs, indique les unités et soigne les schémas.

Exercice 1. Les trois idées du modèle

Facile

1. De quoi la matière est-elle constituée selon le modèle particulaire ?
2. Qu'y a-t-il entre deux particules ?
3. Les particules sont-elles immobiles ?

Exercice 2. Reconnaître un état

Facile

Dans quel état est la matière représentée dans chaque cas ?

1. Particules serrées et rangées en lignes régulières
2. Particules très éloignées les unes des autres
3. Particules serrées mais en désordre

Exercice 3. Vrai ou faux

Facile

Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse.

1. Entre les particules d'eau, il y a de l'air.
2. Les particules d'un solide sont immobiles.
3. Le nombre de particules est le même dans un glaçon et dans l'eau qu'il donne en fondant.
4. Chauffer un corps fait grossir ses particules.

Exercice 4. Expliquer la compressibilité

Facile

1. Pourquoi peut-on comprimer l'air d'une seringue bouchée ?
2. Pourquoi ne peut-on pas comprimer l'eau ?

Exercice 5. La diffusion

Facile

On ouvre un flacon de parfum dans un coin de la salle. Quelques minutes plus tard, tout le monde le sent.

1. Comment s'appelle ce phénomène ?
2. Quelle propriété des particules l'explique ?
3. A-t-on eu besoin d'agiter l'air ?

Exercice 6. La dilatation

Facile

1. Que devient le volume d'un corps qu'on chauffe ?
2. Que devient sa masse ?
3. Que deviennent ses particules ?

Exercice 7. Compléter un texte

Facile

Recopier et compléter : « Dans un solide, les particules sont ... et Dans un liquide, elles sont ... mais Dans un gaz, elles sont »

Exercice 8. Le glaçon qui fond

Facile

Un glaçon de 50 g fond entièrement dans un flacon fermé.

1. Le nombre de particules a-t-il changé ?
2. La masse a-t-elle changé ?
3. Qu'est-ce qui a changé ?

Exercice 9. Applications de la dilatation

Facile

Expliquer en une phrase, à l'aide de la dilatation.

1. Pourquoi les rails de chemin de fer sont-ils posés avec un jeu entre eux ?
2. Pourquoi le liquide d'un thermomètre monte-t-il quand il fait chaud ?

Exercice 10. Qu'est-ce qu'un modèle ?

Facile

1. Peut-on voir les particules au microscope du collège ?
2. Pourquoi utilise-t-on quand même ce modèle ?
3. Sera-t-il remplacé plus tard ?

Exercice 11. Expliquer la forme propre

Intermédiaire

Trois observations sont rappelées.

- Un glaçon garde sa forme dans n'importe quel récipient.
- L'eau liquide prend la forme du récipient.
- Un gaz occupe tout le récipient fermé.

1. Expliquer chacune avec le modèle particulaire.

Exercice 12. Deux seringues, une explication

Intermédiaire

On bouche deux seringues identiques, l'une pleine d'air, l'autre pleine d'eau, et on pousse les pistons.

1. Décrire ce qui se passe pour les particules dans chaque cas.
2. Le nombre de particules a-t-il varié ?
3. Peut-on comprimer un gaz indéfiniment ?

Exercice 13. Une expérience de diffusion

Intermédiaire

Deux béchers identiques contiennent la même quantité d'eau, l'un à 5 °C, l'autre à 60 °C. On y dépose une goutte d'encre sans agiter.

1. Dans lequel la coloration sera-t-elle la plus rapide ?
2. Expliquer avec le modèle.
3. Que se passerait-il si on agitait les deux béchers ?

Exercice 14. Le ballon dans le congélateur

Intermédiaire

Un ballon de baudruche bien gonflé et fermé est placé au congélateur. Au bout d'une heure, il paraît dégonflé.

1. De l'air s'est-il échappé ?
2. Expliquer l'observation avec le modèle.
3. Que se passe-t-il si on le remet à température ambiante ?

Exercice 15. Le sucre dissous

Intermédiaire

On dissout un morceau de sucre dans un verre d'eau.

1. Le sucre a-t-il disparu ?
2. Où sont passées ses particules ?
3. Comment le modèle explique-t-il que la masse ne change pas ?

Exercice 16. Le couvercle coincé

Intermédiaire

Un couvercle métallique refuse de se dévisser d'un bocal en verre. On passe le col du bocal sous l'eau chaude et le couvercle s'ouvre.

1. Quel phénomène a été utilisé ?
2. Pourquoi le couvercle se libère-t-il et non l'inverse ?
3. Qu'aurait-on pu faire d'autre ?

Exercice 17. Ce que le modèle ne dit pas

Intermédiaire

Un élève propose trois affirmations.

- « Les particules sont des petites boules de couleur. »
- « Entre les particules, il y a de l'air. »
- « Quand un corps refroidit, ses particules se figent complètement. »

1. Corriger chacune de ces trois affirmations.

Exercice 18. Compter les particules

Intermédiaire

Un schéma montre un récipient fermé contenant 12 particules de gaz. On enfonce ensuite le piston jusqu'à diviser le volume par trois.

1. Combien de particules le nouveau schéma doit-il montrer ?
2. Qu'est-ce qui doit changer sur le dessin ?
3. Quelle grandeur physique a augmenté ?

Exercice 19. Le pont et le rail

Intermédiaire

Un rail d'acier de 30 m s'allonge d'environ 3,6 mm quand sa température augmente de 10 °C.

1. Quel phénomène est en jeu ?
2. Quel allongement pour une hausse de 30 °C, en supposant la proportionnalité ?
3. Pourquoi un pont est-il monté sur des appuis coulissants ?

Exercice 20. Odeur et distance

Intermédiaire

On ouvre un flacon d'ammoniaque à une extrémité d'un couloir. Un élève placé à 2 m sent l'odeur au bout de 20 s, un élève placé à 10 m au bout de plusieurs minutes.

1. Quel phénomène est en jeu ?
2. Pourquoi le second attend-il plus longtemps ?
3. L'odeur finit-elle par disparaître ? Pourquoi ?

Exercice 21. Trois dessins à corriger

Intermédiaire

Un élève dessine trois schémas particuliers.

- Solide : particules très espacées et rangées.
- Liquide : particules serrées et parfaitement alignées.
- Gaz : particules serrées et désordonnées.

1. Corriger chacun des trois dessins.

Exercice 22. Une masse, trois états

Intermédiaire

Une même quantité d'eau est observée successivement à l'état solide, liquide et gazeux, dans un récipient fermé de volume variable.

1. Ranger les trois états par volume croissant.
2. Ranger les trois états par masse croissante.
3. Expliquer la différence entre ces deux classements.

Exercice 23. Eau et alcool

Approfondissement

On mélange 50 mL d'eau et 50 mL d'alcool. Le volume final mesuré n'est pas 100 mL mais environ 97 mL. La masse totale, elle, est bien la somme des deux masses.

1. Pourquoi la masse se conserve-t-elle ?
2. Comment le modèle explique-t-il que le volume, lui, diminue ?
3. Que conclure sur les deux grandeurs ?

Exercice 24. Un raisonnement à construire

Approfondissement

Un pneu correctement gonflé le matin paraît plus dur en fin d'après-midi, après une longue route sous le soleil, alors que rien n'y a été ajouté.

1. Quelle grandeur a augmenté ?
2. Expliquer avec le modèle particulaire.
3. Le nombre de particules a-t-il changé ? Et la masse ?
4. Pourquoi mesure-t-on la pression des pneus à froid ?

Exercice 25. Interpréter une expérience historique

Approfondissement

On dépose délicatement un cristal de permanganate de potassium au fond d'un grand cristalliseur rempli d'eau parfaitement immobile. Au bout de plusieurs heures, toute l'eau est devenue violette, de façon uniforme.

1. Quel phénomène est mis en évidence ?
2. Quelle idée du modèle cette expérience appuie-t-elle le plus directement ?
3. Pourquoi est-il important que l'eau soit restée immobile ?
4. Cette expérience prouve-t-elle l'existence des particules ?

Exercice 26. Le thermomètre

Approfondissement

Un thermomètre est un tube très étroit relié à un réservoir contenant un liquide coloré.

1. Expliquer son fonctionnement avec le modèle particulaire.
2. Pourquoi le tube est-il très étroit ?
3. La masse de liquide change-t-elle quand la température monte ?
4. Pourrait-on faire un thermomètre avec un solide ?

Exercice 27. Deux exceptions à discuter

Approfondissement

Deux faits semblent contredire le cours.

- L'eau **augmente** de volume en gelant, alors que le refroidissement devrait la contracter.
- Un ballon d'hélium monte, alors que l'hélium a une masse.

1. Le premier fait contredit-il le modèle particulaire ?
2. Le second contredit-il la conservation de la masse ?
3. Que faut-il conclure sur l'usage d'un modèle ?

Exercice 28. Rédiger trois explications complètes

Approfondissement

Rédiger, pour chacune des trois observations, une explication en trois phrases : l'observation, la disposition des particules, ce qui leur arrive.

1. Un gaz enfermé exerce une pression sur toutes les parois du récipient.
2. Un liquide chauffé occupe un volume plus grand.
3. Une bouteille d'eau pleine et fermée éclate au congélateur.

Exercice 29. Un modèle contre un autre

Approfondissement

Avant le modèle particulaire, certains pensaient que la matière était un bloc continu, plein, sans vide à l'intérieur.

1. Quelles observations du semestre ce modèle continu explique-t-il correctement ?
2. Lesquelles ne peut-il pas expliquer ?
3. Comment choisit-on entre deux modèles ?

Exercice 30. Synthèse : sept observations, un modèle

Approfondissement

Voici sept observations du semestre. Les expliquer toutes avec le seul modèle particulaire, en une ou deux phrases chacune.

1. L'air d'une seringue bouchée se comprime.

2. L'eau d'une seringue bouchée ne se comprime pas.
3. Un glaçon de 50 g donne 50 g d'eau.
4. Un parfum ouvert se sent dans toute la pièce.
5. Un rail s'allonge en été.
6. Le sucre dissous rend l'eau sucrée sans être visible.
7. Un gaz libéré dans un flacon fermé en occupe tout le volume.



Corrections expliquées des exercices

Exercice 1. Les trois idées du modèle

1. D'un très grand nombre de **particules** extrêmement petites.
2. Du **vide**, et rien d'autre.
3. Non : elles sont en **mouvement permanent**, d'autant plus vif que la température est élevée.

Exercice 2. Reconnaître un état

1. Solide.
2. Gazeux.
3. Liquide.

Exercice 3. Vrai ou faux

1. **Faux**. Il y a du **vide** : l'air est lui-même fait de particules.
2. **Faux**. Elles **vibrent sur place** ; elles ne se déplacent pas, mais elles bougent.
3. **Vrai**. C'est pourquoi la masse se conserve.
4. **Faux**. Elles **s'écartent** davantage, elles ne grossissent pas.

Exercice 4. Expliquer la compressibilité

1. Parce que ses particules sont **très éloignées** : il y a du vide entre elles, donc on peut les rapprocher.
2. Parce que ses particules se **touchent déjà** : il n'y a plus de vide à supprimer, donc le volume ne diminue pas.

Exercice 5. La diffusion

1. La **diffusion**.
2. Leur **mouvement permanent** dans toutes les directions.
3. Non : la diffusion est spontanée.

Exercice 6. La dilatation

1. Il **augmente** : c'est la dilatation.
2. Elle ne **change pas** : aucune particule n'a été ajoutée ni retirée.
3. Elles s'agitent davantage et **s'écartent** les unes des autres, sans changer de taille.

Exercice 7. Compléter un texte

« Dans un solide, les particules sont **serrées** et **ordonnées**. Dans un liquide, elles sont **serrées** mais **désordonnées**. Dans un gaz, elles sont **très éloignées les unes des autres**. »

Exercice 8. Le glaçon qui fond

1. Non.
2. Non : elle vaut toujours 50 g.
3. Seule la **disposition** des particules : d'ordonnées elles sont devenues désordonnées, et elles glissent maintenant les unes sur les autres.

Exercice 9. Applications de la dilatation

1. Parce qu'ils se **dilatent** en été : sans ce jeu, ils se déformeraient.
2. Parce que le liquide se **dilate** : son volume augmente, donc il monte dans le tube étroit.

Exercice 10. Qu'est-ce qu'un modèle ?

1. Non : elles sont bien trop petites.
2. Parce qu'il **explique** un grand nombre d'observations avec très peu d'idées.
3. Oui : par les molécules en 2AC, puis par les atomes et les électrons en 3AC. Chaque étape garde ce qui marchait et explique en plus.

Exercice 11. Expliquer la forme propre

Glaçon. Ses particules sont serrées et **ordonnées**, chacune reste à sa place et ne peut que vibrer : l'édifice conserve donc sa forme.

Eau liquide. Ses particules sont toujours serrées, donc le volume est conservé, mais **désordonnées** et libres de **glisser** les unes sur les autres : l'ensemble épouse la forme du récipient.

Gaz. Ses particules sont **très éloignées** et se déplacent dans toutes les directions sans rien pour les retenir : elles s'écartent jusqu'aux parois et remplissent tout le volume.

Exercice 12. Deux seringues, une explication

1. Dans la seringue à air, les particules, très espacées, se **rapprochent** : le vide entre elles diminue. Dans la seringue à eau, les particules se touchent déjà, donc elles ne peuvent pas se rapprocher davantage.
2. Non, dans aucun des deux cas.
3. Non. Plus on comprime, moins il reste de vide, et plus la résistance augmente. À la limite, les particules se toucheraient et le gaz ne se comprimerait plus, comme un liquide. C'est d'ailleurs ainsi qu'on liquéfie un gaz.

Exercice 13. Une expérience de diffusion

1. Dans le bécher **le plus chaud**, celui à 60 °C.
2. L'agitation des particules **augmente avec la température** : dans l'eau chaude, les particules d'encre et d'eau se déplacent plus vite, donc la répartition se fait plus vite.
3. Les deux se coloreraient rapidement, et la différence deviendrait beaucoup moins visible. L'agitation mécanique masquerait alors la diffusion : c'est bien pour cela que l'expérience se fait **sans agiter**.

Exercice 14. Le ballon dans le congélateur

1. **Non** : le ballon est fermé, rien n'est sorti.
2. Le froid **diminue l'agitation** des particules d'air : elles se rapprochent, donc le gaz occupe un volume plus petit. C'est une **contraction**, l'inverse de la dilatation.
3. Il reprend son volume initial : l'agitation retrouve son niveau, les particules s'écartent de nouveau. Une pesée confirmerait que la masse n'a jamais changé.

Exercice 15. Le sucre dissous

1. Non, il a seulement disparu **à la vue** : le goût sucré de l'eau prouve qu'il est toujours là.
2. Ses particules se sont **séparées les unes des autres** et **dispersées** entre les particules d'eau, où elles sont trop petites et trop éparpillées pour être vues.
3. Aucune particule n'a été créée ni détruite : celles du sucre sont toujours dans le verre, simplement réparties autrement. La masse totale est donc inchangée.

Exercice 16. Le couvercle coincé

1. La **dilatation** sous l'effet de la chaleur.
2. Parce que le métal se **dilate davantage** que le verre pour une même hausse de température : le couvercle s'agrandit plus que le col, donc le jeu entre les deux augmente.

3. Refroidir le bocal seul aurait aussi pu marcher, en le faisant se contracter, mais c'est bien plus difficile à réaliser sans refroidir le couvercle en même temps. Chauffer le couvercle seul est la méthode la plus simple.

Exercice 17. Ce que le modèle ne dit pas

1. Le modèle ne dit rien de leur **couleur** ni de leur **forme** exactes. On les dessine en cercles par commodité, mais la couleur est une propriété de la matière en grande quantité, pas d'une particule isolée.
2. Il y a du **vide**. L'air est lui-même constitué de particules : en mettre entre les particules ne ferait que repousser la question d'un cran.
3. L'agitation **diminue** quand la température baisse, mais elle ne s'annule pas dans les conditions ordinaires. Un solide très froid a des particules qui vibrent faiblement, et non des particules immobiles.

Exercice 18. Compter les particules

1. **Douze**, exactement comme avant.
2. Seul l'**écartement** entre les particules : elles doivent être trois fois plus resserrées, dans un cadre trois fois plus petit. Leur taille, elle, ne change pas.
3. La **pression** du gaz, puisqu'un même nombre de particules frappe désormais des parois plus rapprochées.

Exercice 19. Le pont et le rail

1. La **dilatation** du métal.
2. Trois fois plus, soit $3 \times 3,6 = 10,8$ mm, c'est-à-dire plus d'un centimètre.
3. Pour lui permettre de s'allonger et de se raccourcir librement avec la température. Un pont bloqué à ses deux extrémités subirait des contraintes considérables et finirait par se fissurer.

Exercice 20. Odeur et distance

1. La **diffusion** d'un gaz dans l'air.
2. Parce que les particules ne vont pas en ligne droite : elles se heurtent sans arrêt à celles de l'air et suivent un trajet en zigzag. Doubler la distance coûte donc bien plus que doubler le temps.
3. Oui : les particules continuent de se répartir dans tout le volume disponible, donc leur concentration en chaque point finit par devenir trop faible pour être détectée par le nez. Elles ne sont pas détruites, seulement diluées.

Exercice 21. Trois dessins à corriger

Solide. Rangées, oui, mais elles doivent être **serrées**, au contact les unes des autres.

Liquide. Serrées, oui, mais **désordonnées** : c'est l'ordre, et non la distance, qui distingue le liquide du solide.

Gaz. Désordonnées, oui, mais **très éloignées** : c'est la distance, et non l'ordre, qui distingue le gaz du liquide.

Exercice 22. Une masse, trois états

1. Solide, puis liquide, puis gazeux, ce dernier occupant un volume énormément plus grand. Pour l'eau, le solide est en réalité un peu plus volumineux que le liquide, ce qui est l'exception signalée dans le cours.
2. Aucun classement n'est possible : les trois ont la **même masse**.
3. Le volume dépend de l'**écartement** des particules, qui change complètement d'un état à l'autre. La masse dépend de leur **nombre**, qui ne change jamais. C'est pourquoi la masse se conserve alors que le volume, lui, varie beaucoup.

Exercice 23. Eau et alcool

1. Parce qu'aucune particule n'a été créée ni détruite : les particules d'eau et celles d'alcool sont toutes présentes dans le mélange.

2. Parce que les particules d'eau et d'alcool n'ont pas la même taille : les plus petites se **logent dans les espaces** laissés entre les plus grandes, exactement comme du sable versé sur des billes occupe moins de place que la somme des deux volumes. L'empilement final est plus compact que les deux empilements séparés.

3. La masse est **toujours** additive, le volume ne l'est **pas toujours**. C'est une différence de fond entre les deux grandeurs, et elle vient directement du modèle : la masse compte des particules, le volume mesure la place qu'occupe leur empilement.

Exercice 24. Un raisonnement à construire

1. La **pression** de l'air enfermé.

2. La température a augmenté, donc l'**agitation** des particules d'air aussi. Elles frappent les parois plus souvent et plus fort, dans un volume qui n'a presque pas changé puisque le pneu est peu déformable : la pression augmente.

3. Ni l'un ni l'autre. Le pneu est fermé : aucune particule n'est entrée ni sortie, donc la masse d'air est exactement la même qu'au départ.

4. Parce qu'une mesure à chaud donne une valeur plus élevée que la valeur de référence. En dégonflant pour « corriger », on retirerait de l'air, et le pneu se retrouverait sous-gonflé une fois refroidi.

Exercice 25. Interpréter une expérience historique

1. La **diffusion** d'un solide dissous dans un liquide.

2. Le **mouvement permanent** des particules. Rien n'a été agité, aucune force extérieure n'est intervenue, et pourtant la matière s'est déplacée : il faut donc que quelque chose bouge tout seul à l'échelle invisible.

3. Parce qu'un mouvement de l'eau, même léger, transporterait la couleur mécaniquement. On ne saurait plus si la répartition vient du modèle ou du brassage. L'immobilité est ce qui rend l'observation concluante.

4. Non, et c'est un point important. Elle montre qu'un modèle où la matière bouge d'elle-même explique très bien l'observation, alors qu'un modèle où la matière est un bloc continu et immobile ne l'explique pas du tout. Un modèle n'est jamais prouvé : il est **retenu** tant qu'il rend compte des faits, et remplacé dès qu'un fait lui échappe.

Exercice 26. Le thermomètre

1. Quand la température monte, l'agitation des particules du liquide augmente, elles s'écartent, et le volume du liquide augmente. Comme le réservoir est rigide, ce surplus de volume ne peut que monter dans le tube.

2. Pour **amplifier** l'effet. Une petite augmentation de volume, répartie dans un tube étroit, donne une grande montée en hauteur : c'est le même raisonnement que pour l'éprouvette étroite, plus précise.

3. **Non**. Aucune particule n'est ajoutée ni retirée : la masse est constante et seul l'écartement change. C'est d'ailleurs pour cela que la masse volumique d'un liquide **diminue** quand il est chauffé.

4. En principe oui, puisque les solides se dilatent aussi, et certains thermomètres fonctionnent effectivement avec une lame métallique. Mais la dilatation d'un solide est bien plus faible que celle d'un liquide, donc l'effet est plus difficile à lire.

Exercice 27. Deux exceptions à discuter

1. Il contredit la **règle générale** de la contraction par refroidissement, pas le modèle lui-même. En gelant, les particules d'eau s'organisent en un empilement particulier, plus aéré que celui du liquide : le modèle peut en rendre compte, à condition d'admettre que l'arrangement compte autant que la distance moyenne.

2. Non. La masse de l'hélium est bien positive et se conserve. Le ballon monte parce que l'air qui l'entoure, plus dense, le pousse vers le haut : c'est un problème de masse volumique, pas de conservation.

3. Qu'un modèle a un **domaine de validité**. Il ne devient pas faux parce qu'un cas particulier lui échappe ; il devient dangereux si on l'applique sans savoir où il cesse de valoir. Connaître les exceptions fait partie de la maîtrise du modèle, pas de sa réfutation.

Exercice 28. Rédiger trois explications complètes

1. Un gaz enfermé pousse sur toutes les parois. Ses particules sont très éloignées et se déplacent rapidement dans toutes les directions. Elles heurtent donc sans arrêt chaque paroi, et la somme de ces innombrables chocs constitue la pression du gaz.
2. Un liquide chauffé occupe plus de place. Ses particules sont serrées et désordonnées, glissant les unes sur les autres. Le chauffage augmente leur agitation, elles s'écartent un peu plus les unes des autres, et le volume total augmente sans qu'aucune particule n'ait été ajoutée.
3. Une bouteille d'eau pleine et fermée éclate au congélateur. En gelant, les particules d'eau s'ordonnent selon un empilement plus aéré que celui de l'eau liquide. Le volume augmente alors, mais la bouteille fermée et pleine ne peut pas l'accueillir : la paroi cède.

Exercice 29. Un modèle contre un autre

1. Il explique très bien l'**incompressibilité** des liquides et des solides, la **forme propre** d'un solide et la **conservation de la masse** : si la matière est un bloc plein, on ne peut ni la comprimer ni la faire disparaître.
2. Il échoue sur la **compressibilité des gaz**, puisqu'un bloc plein n'a rien à comprimer ; sur la **diffusion**, puisque rien ne bouge dans un bloc immobile ; sur la **dilatation**, qui exigerait que la matière se crée en chauffant ; et sur le **mélange eau et alcool**, dont le volume final est inférieur à la somme.
3. On garde celui qui explique le **plus de faits** avec le **moins d'hypothèses**, et qui ne contredit aucune observation établie. Le modèle particulaire n'ajoute que trois idées et couvre tout le semestre, y compris tout ce que le modèle continu explique déjà : c'est cette couverture plus large, à coût égal, qui le fait retenir.

Exercice 30. Synthèse : sept observations, un modèle

1. Les particules d'un gaz sont très éloignées : le vide entre elles peut être réduit, donc le volume diminue.
2. Les particules d'un liquide se touchent déjà : il n'y a plus de vide à supprimer, donc le volume ne diminue pas.
3. La fonte ne crée ni ne détruit de particules, elle les redispense seulement : leur nombre est constant, donc la masse aussi.
4. Les particules du parfum sont en mouvement permanent et se glissent entre celles de l'air, jusqu'à se répartir dans tout le volume : c'est la diffusion.
5. La chaleur augmente l'agitation des particules du métal, qui s'écartent davantage : le volume, donc la longueur, augmente, sans qu'aucune particule n'ait été ajoutée.
6. Les particules de sucre se séparent et se dispersent entre celles de l'eau, trop petites et trop éparpillées pour être vues, mais toujours présentes : d'où le goût et la conservation de la masse.
7. Rien ne retient les particules d'un gaz les unes aux autres : leur mouvement dans toutes les directions les mène jusqu'aux parois, et elles se répartissent dans tout le volume offert.

Ces sept explications reposent sur trois idées seulement, la petitesse des particules, le vide qui les sépare et leur mouvement permanent. C'est cette économie qui fait la valeur d'un modèle.

Questions fréquentes

Qu'est-ce que le modèle particulaire de la matière ?

C'est une représentation selon laquelle toute matière est constituée d'un très grand nombre de particules extrêmement petites, séparées par du vide et animées d'un mouvement permanent appelé agitation. Ce modèle n'apporte aucune mesure nouvelle : il explique les propriétés observées dans les chapitres précédents, des trois états à la compressibilité des gaz.

Qu'y a-t-il entre les particules de la matière ?

Du vide, et rien d'autre. Il n'y a pas d'air entre les particules d'eau, car l'air est lui-même constitué de particules : en mettre là reviendrait à placer de la matière entre les grains de matière, sans rien expliquer. C'est justement ce vide qui rend un gaz compressible.

Comment sont disposées les particules dans les trois états ?

Dans un solide, elles sont serrées et ordonnées, et elles vibrent autour d'une position fixe. Dans un liquide, elles sont tout aussi serrées mais désordonnées, et elles glissent les unes sur les autres. Dans un gaz, elles sont très éloignées les unes des autres et se déplacent rapidement dans toutes les directions.

Pourquoi un gaz est-il compressible et pas un liquide ?

Comprimer un corps, c'est rapprocher ses particules. Dans un gaz, il y a beaucoup de vide entre elles, donc on peut les rapprocher et le volume diminue. Dans un liquide ou un solide, les particules se touchent déjà : il n'y a plus de vide à supprimer, donc le volume ne diminue pas.

Pourquoi la masse se conserve-t-elle lors d'un changement d'état ?

Parce qu'un changement d'état ne crée ni ne détruit aucune particule : il ne fait que les redistribuer. Un glaçon de 50 g contient exactement autant de particules que les 50 g d'eau qu'il donne en fondant, et c'est ce nombre inchangé qui explique que la balance affiche la même valeur.

Qu'est-ce que la diffusion ?

C'est la dispersion spontanée d'un corps dans un autre, sans qu'on ait besoin d'agiter : un parfum ouvert dans un coin de la pièce finit par être senti partout, une goutte d'encre déposée dans un verre d'eau immobile finit par le colorer entièrement. Elle s'explique par le mouvement permanent des particules, et elle est plus rapide quand la température est élevée.

Pourquoi un corps se dilate-t-il quand on le chauffe ?

Parce que le chauffage augmente l'agitation de ses particules : chacune s'écarte un peu plus de ses voisines, donc l'ensemble occupe un volume plus grand. Les particules ne grossissent pas et leur nombre ne change pas, ce qui explique que la masse reste rigoureusement la même pendant toute la dilatation.

Pourquoi 50 mL d'eau et 50 mL d'alcool ne donnent-ils pas 100 mL ?

Parce que les particules d'eau et d'alcool n'ont pas la même taille : les plus petites se logent entre les plus grandes, comme du sable versé sur des billes. Le volume final vaut donc environ 97 mL. La masse, elle, reste la somme des deux masses : la masse s'additionne, le volume pas toujours.

Les particules d'un solide sont-elles immobiles ?

Non. Elles ne se déplacent pas, ce qui donne au solide sa forme propre, mais elles vibrent en permanence autour d'une position fixe. Cette vibration devient plus ample quand la température monte, ce qui explique la dilatation des solides, et plus faible quand elle baisse, sans jamais s'annuler dans les conditions ordinaires.

Pourquoi parle-t-on d'un modèle et non de la réalité ?

Parce qu'aucun microscope de collège ne montre les particules, bien trop petites. Le modèle est retenu parce qu'il explique beaucoup d'observations avec peu d'idées, et il sera précisé plus tard : en 2AC, la particule devient une molécule faite d'atomes ; en 3AC, l'atome se révèle formé d'un noyau et d'électrons.

**Mathfjib - Physique-Chimie 1AC**

Suis les consignes et la progression de ton professeur.

[Retrouver le cours, les images et les activités en ligne.](#)

