

DIFFICULTÉS DES ÉLÈVES DE SECONDE À PROPOS DES GAZ : UNE ENQUÊTE POUR METTRE EN ÉVIDENCE LES CONCEPTIONS INITIALES

F. Chauvet, IUFM Nord-Pas-de-Calais,
M.-B. Douay, lycée Jean Perrin, Lambersart.

1. But

Pour faire un état des lieux, avant enseignement de la partie du programme « l'air qui nous entoure », nous avons interrogé par écrit des élèves de seconde à propos de phénomènes liés aux propriétés thermoélastiques des gaz. En reprenant situations et questions issues de recherches didactiques menées au niveau collège sur l'enseignement d'un modèle particulaire (Chomat, Larcher, Méheut, 1988, 1990, Méheut 1996), nous proposons d'une part une activité qui permet aux élèves d'exprimer leurs conceptions et leurs modes de raisonnement, et d'autre part des outils d'analyse pour que les enseignants repèrent ces conceptions et raisonnements dans les réponses de leurs élèves. Sans reprendre ici la démarche des chercheurs, il s'agit de vérifier l'existence de régularités dans les modes d'apprentissage et les difficultés de conceptualisation des élèves sur ce thème de physique pour mieux cibler les objectifs d'enseignement.

Nous nous interrogeons sur les points suivants :

- de quels outils cognitifs disposent les élèves de seconde pour prévoir et expliquer des phénomènes mettant en jeu des variations de pression et de température ?
- le modèle particulaire, introduit au collège, est-il disponible comme outil d'explication ? en particulier, l'idée de mouvement incessant des particules est-elle présente ?
- quelles propriétés des particules sont invoquées dans les explications ?

2. L'enquête

2.1. Un questionnaire à deux niveaux

Les questions posées (annexe 1) sont des demandes de prévision de ce qui se passe au cours d'une expérience et d'explicitation d'une explication. Les deux situations expérimentales (susceptibles d'être mises en œuvre en classe) concernent la compression et le chauffage d'un volume d'air enfermé dans une seringue. Le dispositif comporte deux seringues reliées par un tube où se trouve une goutte d'eau colorée susceptible de se déplacer lorsque les pressions de part et d'autre deviennent différentes.

Aux questions sur les phénomènes, s'ajoute une demande de représentation symbolique des gaz, sur un schéma à deux compartiments, à l'aide de dessins de particules discrètes. Il s'agit de voir comment les élèves peuvent rendre compte à l'aide du modèle particulaire des mêmes phénomènes physiques. Les élèves doivent dessiner et expliquer leurs dessins. On leur demande enfin d'indiquer les propriétés des particules qu'ils ne peuvent pas représenter.

Ce questionnaire a été posé pendant le deuxième trimestre 2000, avant enseignement de cette partie de programme, dans huit classes de seconde de quatre établissements différents de l'Académie du Nord - Pas-de-Calais, soit 198 élèves. La passation a duré une vingtaine de minutes pour chacune des deux parties. Nous confronterons les résultats à ceux obtenus dans une étude équivalente menée dans l'Académie de Créteil au premier trimestre de l'année scolaire 2000-2001 (Canac 2001).

2.2. Difficultés attendues

Sur la pression

Les études menées par les chercheurs en didactique avec des élèves de collège laissent prévoir des difficultés dans la conceptualisation de la pression. L'air dans son état « normal » n'a pas de pression : la pression atmosphérique est difficilement prise en compte. De plus l'air atmosphérique ou les gaz n'exercent pas d'actions sur les parois avec lesquelles ils sont en contact : l'air n'exerce une action que si l'on agit sur lui. La direction de la force exercée par le gaz est alors celle de la force exercée sur le gaz.

La pression d'un gaz est associée de façon privilégiée à l'espace disponible. Pour indiquer une différence de pression entre deux compartiments, les élèves de quatrième dessinent des « tassements » différents de particules. La pression est souvent comprise comme « compression » ou « tassement », y compris au niveau universitaire : « *la pression est préférentiellement associée à un facteur géométrique, celui de la concentration, quand ce n'est pas du "tassement" des particules, tandis que l'aspect dynamique est oublié* » (Rozier & Viennot, 1991).

Au collège, les explications des transformations physiques sont de type finaliste, « *l'air a un état normal, il tend à y revenir s'il s'en trouve écarté* » (Séré 1985). Les raisonnements en termes de différence ou d'égalité de pression de deux systèmes en interaction posent problème. Une tendance économique du raisonnement naturel est de suivre l'évolution d'un seul système. Dans ce domaine de la thermodynamique, prévaut jusqu'au niveau universitaire un raisonnement séquentiel où une cause, et une seule à la fois, suffit pour expliquer un phénomène (Rozier, 1988).

Sur la température

A propos des phénomènes où intervient une variation de température, on s'attend à une confusion plus grande que pour les phénomènes mettant en jeu des variations de pression. D'une part, la notion de température, grandeur d'état, est à construire à ce niveau. D'autre part, elle n'est pas différenciée de la notion de chaleur, échange d'énergie, qui pose aussi de nombreux problèmes. Ainsi, le chaud et le froid sont considérés par les élèves comme des propriétés intrinsèques des corps ou encore chauffer un corps revient, pour beaucoup d'élèves, à lui donner de la matière.

Sur le modèle particulaire

S'appuyant sur des résultats de recherche, les programmes de quatrième introduisent un modèle particulaire, où les particules sont insécables et séparées par du vide, pour interpréter les propriétés physiques de l'air, notamment sa compressibilité. Des dessins ou même des animations ont pu être utilisés comme aide pour se représenter le gaz à l'échelle microscopique et interpréter les phénomènes. En seconde, quelles traces reste-t-il de cet enseignement ? Quel modèle particulaire les élèves se sont-ils construits ? Dans quelle mesure sont-ils prêts à aborder certains aspects d'un modèle plus riche, le modèle cinétique du gaz parfait ?

Ce sont ces difficultés attendues que nous pointons dans les réponses au questionnaire d'enquête.

3. Résultats du questionnaire

3.1. Analyse et présentation des résultats

Les principales conceptions et les modes de raisonnement repérés dans les recherches servent de guide pour l'analyse des réponses des élèves de seconde que nous avons interrogés.

Nous comptons les réponses brutes aux demandes de prévision selon que le sens de déplacement prévu est correct ou incorrect, qu'il n'y a pas déplacement ou tout simplement pas de réponse. Nous détaillons ensuite les explications produites en les classant selon le nombre de sous systèmes pris en compte dans l'explication et donnons des exemples de phrases d'élèves correspondant à chaque catégorie.

3.2. Réponses brutes

Nous donnons dans le même tableau les résultats bruts concernant les prévisions du sens de déplacement de la goutte dans les deux cas (compression et chauffage) et les comparons aux résultats de l'enquête de Créteil.

Tableau 1. Réponses brutes aux questions de prévision

Prévisions	Compression		Chauffage	
	Créteil N = 113	Nord N = 198	Créteil N = 113	Nord N = 198
Sens correct	89 %	84 %	51 %	40 %
Sens incorrect	10 %	9 %	28 %	31 %
pas de déplacement	0 %	3 %	4 %	6 %
ne sais pas	1 %	5 %	17 %	23 %

Commentaires

Dans l'Académie de Créteil comme dans celle du Nord-Pas-de-Calais, les taux de réponses pour chaque catégorie sont comparables et confirment les résultats obtenus au collège après enseignement d'une séquence spécifique (Méheut 1996). Le taux de prévisions correctes dans le cas de la compression dépasse 80 %, tandis que ce taux dans la situation de chauffage diminue de moitié (40 %).

Comme au collège, la situation qui met en jeu échange d'énergie thermique avec l'extérieur (chaleur) et variation de température pose plus de problème aux élèves que la situation de compression à température constante.

3.3. Les explications données

Nous indiquons dans le même tableau (tableau 2) les réponses aux deux situations de compression et de chauffage. Le critère retenu, pour une première classification des réponses pour justifier la mise en mouvement ou le maintien à l'arrêt de la goutte, est soit la prise en compte de la seule quantité de gaz sur laquelle on agit (un coté), soit la comparaison des actions des deux gaz de part et d'autre de la goutte (deux cotés).

Tableau 2. Explication des phénomènes (Créteil N = 113, Nord-Pas-de-Calais N = 198)

Explication	Compression				Chauffage			
	déplacement		arrêt		déplacement		arrêt	
Prise en compte	Crét	NPdC	Crét	NPdC	Crét	NPdC	Crét	NPdC
d'un seul côté	93%	88%	58%	64%	95%	70%	44%	47%
des deux côtés	7%	7%	32%	21%	5%	5%	27%	12%
Sans réponse	-	5%	10 %	15%	-	25%	29%	31%

Commentaires

Les élèves raisonnent, en majorité dans les deux populations, en prenant en compte un seul coté de la goutte, selon la structure : un mouvement cause (« on pousse ») \Rightarrow un mouvement effet (« la goutte se déplace »). Les taux dans les deux populations manifestent les mêmes tendances. Cependant on peut noter pour le Nord, que la cause du déplacement dans le cas du chauffage laisse un quart d'élèves perplexes. Près d'un tiers des effectifs ne répondent pas à la question sur l'arrêt : difficulté de la question ou longueur du questionnaire ? sans doute les deux effets se conjuguent-ils.

Pour expliquer l'arrêt de la goutte, les élèves prennent plus facilement en compte les deux cotés pour la compression (21 % contre 7 % pour le déplacement) comme pour le chauffage (12 % pour l'arrêt contre 5 % pour le déplacement), mais d'une façon moins significative dans ce dernier cas. Ce raisonnement en termes de compensation a été vu en troisième à propos des conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux actions opposées.

3.4. Analyse détaillée des justifications

Compression

Dans le cas de la compression, nous donnons des exemples de réponses d'élèves manifestant les conceptions suivantes (résumées dans le tableau 3) :

- une prise en compte des deux cotés ou une comparaison des pressions des deux cotés pour expliquer la mise en mouvement ou le maintien à l'équilibre,
 - « la seringue de droite ayant plus de pression que celle de gauche, la goutte de liquide coloré sera orienté vers la gauche. » (Van)
 - « elle s'arrête quand elle est équilibrée » (Fa)
- un raisonnement à une variable, où une cause produit un seul effet,
 - « Le fait d'appuyer sur le piston de droite comprime l'air contenu dans le tuyau. » (Lydie)
 - « En appuyant sur le piston on a poussé le volume d'air que la seringue droite contenait. L'air va donc pousser la goutte. » (Lauril).
- une ambiguïté sur le sens donné au mot pression où « mettre de la pression » revient à ajouter de la matière (compression = matière plus dense ou plus de matière ?), l'air atmosphérique étant considéré comme de l'air « normal » sans pression :
 - « car en pressant le piston on a mis de la pression dans le tuyau. » (4.3)
 - « elle s'arrête car il n'y a plus de pression, il n'y a plus d'air pour la pousser » (Fanny).

Tableau 3. Analyse détaillée des justifications dans le cas de la compression.

Justifications (N = 198, N-PdC)	déplacement	arrêt		
Prise en compte des deux cotés	7%	21%		
Une cause \Rightarrow un effet	88%	64%		
• mouvement cause \Rightarrow	mouvement effet	58 %	effet cesse	39 %
• plus de pression \Rightarrow	plus de matière	30 %	retour à l'air « normal »	25 %
autres ou je ne sais pas	5%	15%		

Chauffage

Nous donnons des exemples de réponses d'élèves (récapitulés dans le tableau 4) qui manifestent les aspects de raisonnement suivants :

- la prise en compte des deux cotés, associée ici à des réponses fausses, pour le déplacement,
 - « *l'air chauffé se dilate, la pression est ainsi plus faible du côté du piston chauffé. Pour être rééquilibrée, la pression pousse la goutte de l'autre côté* » (P1.1) comme pour l'arrêt,
 - « *il n'y avait plus de pression ni d'un côté ni de l'autre pour la faire bouger* » (C1.5).
- un raisonnement du type « une cause, un effet » qui correspond soit à une réponse correcte en termes de dilatation du gaz chauffé,
 - « *Quand on chauffe, l'air chaud se dilate, il prend plus de place, il y a de la pression, la goutte se déplace* » (Jessica), soit à une association entre chaleur et formation de nouveaux produits, en référence aux transformations chimiques vues au collège. La « chaleur » ici produit (ou absorbe) de l'air, un gaz ou de la vapeur d'eau :
 - « *la chaleur aura absorbé l'air* » (Élodie)
 - « *le gaz produit par la chaleur prend plus de place.* » (Fa)
 - « *lorsqu'on chauffe du verre il y a de la vapeur d'eau qui apparaît.* » (Ya)
 Réminiscence du collège d'un ballon gonflé à l'air chaud qui monte, ce mouvement ascendant devient une propriété intrinsèque de l'air chaud :
 - « *car l'air chaud est plus léger que l'air initial donc cet air se comprime vers le haut et entraîne la goutte.* » (Xa)
 - « *l'air s'est dilaté, il est donc monté et a pris moins de volume que l'air à température ambiante* » (2P1)
- D'autres réponses ne sont pas interprétables :
 - « *les particules passent à travers la goutte* » (JB 32).

Tableau 4. Analyse détaillée des justifications dans le cas du chauffage

Explications (N = 198)	déplacement	arrêt
prise en compte des deux cotés	5 %	12 %
une cause, un effet	70 %	
• dilatation	• 35 %	
• la "chaleur" produit (ou absorbe) de l'air	• 17 %	47 %
• air chaud "léger"	• 18 %	
Autres ou ne sait pas	25 %	41 %

Enfin, on observe quelques rares interprétations spontanées (7 %) avec des molécules. Dans la réponse suivante, l'effet de la chaleur est d'augmenter l'espace entre molécules. L'élève ne semble pas envisager le mouvement des molécules à température ambiante. On retrouve aussi l'idée d'air normal sans pression :

- « *sous l'effet de la chaleur, les molécules de l'air vont s'éloigner les unes des autres, et vont prendre plus de place et vont pousser la goutte. On a arrêté de chauffer, donc les molécules ne s'éloignent plus et ne poussent plus la goutte.* » (Lauril)

Même si le terme "dilatation" ne semble connu que par un tiers des élèves, il n'est pas certain que ces élèves associent l'augmentation de température à l'augmentation simultanée du volume et de la pression.

3.5. Représentation symbolique des particules sur un schéma

Dans l'énoncé de la question on rappelle que l'air est constitué de molécules. Cependant, lorsque les enseignants n'ont pas précisé la consigne de représentation (par exemple dessiner, à l'aide de point, rond ou tout autre symbole, en bleu ce qui représente les molécules de diazote et en rouge les molécules de dioxygène), les élèves n'ont pas toujours compris la consigne d'une représentation symbolique de l'échelle microscopique. Un quart des élèves hachurent les cases et ne répondent pas à la consigne (24 %).

Pour ceux qui dessinent des particules (76 %), nous cherchons quelles propriétés les élèves leur attribuent dans les transformations proposées : identité, conservation du nombre ou autres.

Tableau 5. Représentation des particules et propriétés dans les deux situations (N = 124)

Représentation iconique		Propriétés
* avec des particules	76%	même quantité - situation de départ 72 % - compression 40 % - chauffage 31 % « gonflement »(5%)
* hachures ou sans représentation	24%	

L'interprétation des transformations physiques comme modification de la répartition dans l'espace du dessin d'entités considérées comme invariables, et en quantité invariable, ne va pas de soi. Parmi les élèves qui dessinent des particules, presque tous (72 %) représentent le même nombre de particules de chaque côté de la paroi pour la situation de départ. Pour autant, le schéma ne rend pas compte de lien entre les particules et la pression du gaz. L'explication du dessin dans l'exemple suivant, confirme l'explication des phénomènes avec l'absence de pression dans l'état normal et l'association privilégiée entre pression et concentration ou tassement des particules :

- « dans la situation A, il n'y a aucune pression, il y a donc autant de particules des deux côtés. Dans B il y a une pression à droite, donc l'air est plus concentré à droite » (P1.16).

40 % des réponses respectent la conservation du nombre de particules dans le cas de la compression, et 31 % dans le cas du chauffage. Les autres augmentent le nombre de particules pour exprimer par le tassement plus grand sur la surface du dessin l'augmentation de pression ou parfois l'augmentation de température.

Dans l'ensemble, il est intéressant de noter la cohérence (voir aussi Canac p. 9) dans les réponses des élèves entre les dessins, les explications qu'ils donnent de leurs dessins et les réponses relatives aux phénomènes prévus. Par exemple, si l'air comprimé ou tassé est associé à plus d'air dans les explications, le schéma comporte davantage de particules ou, au contraire, il en comporte moins si l'air chauffé ou dilaté correspond à moins d'air. De même, si pour l'élève, « l'air chaud monte », les particules sont tassées à droite du dessin (voir annexe 2). Ou encore, si les particules se dilatent ou gonflent, elles sont dessinées plus grosses, selon l'explication : « il y a eu dilatation des atomes composant l'air » (P1-25).

Enfin à la question : « quelles propriétés des particules ne peuvent pas être représentées sur ton dessin ? », les réponses sont rares (moins de 15 % dans le Nord pour 23 % à Créteil où les

réponses sont : agitation 6 %, le chaud 17 %). Quelques réponses expriment le déplacement ou l'agitation des molécules, les autres signalent la taille ou le nombre de particules impossibles à respecter :

- « *les particules sont trop petites et nombreuses pour être réellement représentées.* »

Quelques élèves seulement ont cherché à représenter le mouvement des particules en lui attribuant une trace sous forme de traits ou de flèches. Bien sûr on ne peut pas attendre d'élèves de seconde qu'ils explicitent les limites d'une image donnée - ici son caractère statique - sans que les enseignants ne les aient guidés sur cette voie. De même on ne peut pas conclure que ceux qui hachurent les cases ignorent tout du modèle particulaire de la matière.

On peut s'interroger sur le renforcement, par le dessin, d'un raisonnement utilisant l'image du « tassement » des particules ou de leur densité sur une surface limitée. Mais en même temps, ce dessin aide certains élèves à une prise en compte des deux quantités de gaz de part et d'autre de la goutte. La cohérence des réponses confirme l'intérêt d'une telle activité de schématisation. C'est un outil possible pour que les enseignants se rendent compte des représentations des élèves et initient avec eux un débat sur le modèle et les représentations symboliques.

4. Conclusion

Des difficultés à ne pas sous-estimer

Nous retrouvons dans la population interrogée la plupart des difficultés de conceptualisation et de raisonnement mises en évidence par les travaux de recherche didactique au niveau du collège. La convergence avec les résultats de l'enquête menée à Créteil donne la mesure du caractère largement partagé des difficultés d'apprentissage sur ce thème dans des populations d'élèves considérées comme standards.

Les prévisions relatives aux phénomènes mettant en jeu une variation de pression, à température constante, sont mieux maîtrisées que ceux où intervient une variation de température. On a vu dans les explications des élèves, la multiplicité des sens qu'ils donnent au mot pression et l'écart avec le concept du physicien. L'opacité est encore plus grande pour la température, avec la confusion chaleur et température.

Le raisonnement le plus utilisé ici « une cause, un effet » rejoint le raisonnement linéaire causal de Rozier où une cause, et une seule à la fois, suffit pour expliquer un phénomène. Raisonner sur un seul sous-système en cherchant une cause à son évolution est plus spontané que comparer l'intérieur et l'extérieur.

Deux tiers des élèves disposent d'un modèle particulaire dont ils traduisent sur un schéma la propriété de conservation du nombre de particules dans des volumes égaux à même température et pression. Un tiers des élèves seulement respecte sur son dessin la conservation du nombre de particules lors de transformations physiques. Rares sont les élèves de seconde qui évoquent spontanément le modèle moléculaire dans leurs explications et qui semblent avoir l'idée de déplacement rapide et incessant des molécules de gaz.

Des choix pour un apprentissage sur les gaz avec une simulation

Pour viser le dépassement par les élèves des difficultés repérées dans notre enquête, nous proposons des aides didactiques aux enseignants. Elles comportent un logiciel de simulation fondé sur le modèle cinétique du gaz parfait, où sont modélisés deux volumes gazeux en interaction avec une même paroi mobile, et un environnement pédagogique en direction des enseignants où sont explicitées nos intentions pour l'usage du logiciel avec leurs élèves de seconde.

Nos objectifs pour une séquence d'enseignement intégrant la simulation sont de faire construire par les élèves les notions de pression et de température d'un gaz en introduisant le modèle cinétique moléculaire et d'utiliser ce modèle pour ses fonctions de prévision et d'explication des propriétés thermoélastiques des gaz. Par rapport à d'autres construits sur le même thème, le logiciel a des particularités qui font écho aux obstacles dont on vise le dépassement. On attend par exemple que les élèves puissent

- passer d'un point de vue statique (la pression est comprise comme compression ou tassement) à un point de vue cinétique (la pression résulte de l'effet des chocs des particules sur les parois en contact),
- associer vitesse (quadratique moyenne) et agitation thermique à une température donnée, pour un type de particules, sans confusion entre vitesse des particules et espace disponible,
- considérer non seulement l'action d'un seul échantillon de gaz, mais les actions de deux échantillons de gaz sur une même paroi. Rechercher deux forces antagonistes et les comparer pour prédire la mise en mouvement et le maintien à l'arrêt de la paroi.

Mise en activité intellectuelle des élèves soutenue par une démarche de questionnement, construction d'une progression intégrant des situations de plus en plus complexes sont les axes qui sous tendent des propositions qui ne sont pas pour autant livrées « clés en mains », même si certaines sont très détaillées. Le choix est laissé à l'enseignant des objectifs d'apprentissage qu'il juge prioritaires et des méthodes pour les atteindre.

Références bibliographiques

CANAC S. (2001), *Modèle particulaire et propriétés thermoélastiques des gaz en seconde*. Mémoire de Tutorat (tuteur F. Chauvet), DEA de Didactique Université Paris 7, L.D.S.P.

CHOMAT A., LARCHER C. MÉHEUT M. (1988), Modèle particulaire et activités de modélisation en classe de quatrième, *Aster n° 7*, p.143-184.

CHOMAT A., LARCHER C. MÉHEUT M. (1990), *Modèle particulaire et démarches de modélisation*, LIREST-INRP.

MÉHEUT M. (1996), Enseignement d'un modèle particulaire cinétique de gaz au collège. Questionnement et simulation, *Didaskalia*, n° 8, p. 75- 96.

ROZIER S. (1988), *Le raisonnement linéaire causal en thermodynamique classique élémentaire*, Thèse, Université Paris 7, L.D.P.E.S.

ROZIER S. et VIENNOT L. (1991), Student's reasoning in elementary thermodynamics, *International Journal of Science Education*, 13 (2), p 159-170.

SÉRÉ M.G. (1985), *Analyse des conceptions de l'état gazeux qu'ont les enfants de 11 à 13 ans, en liaison avec la notion de pression, et proposition de stratégies pédagogiques pour en faciliter l'évolution*, Thèse, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6.

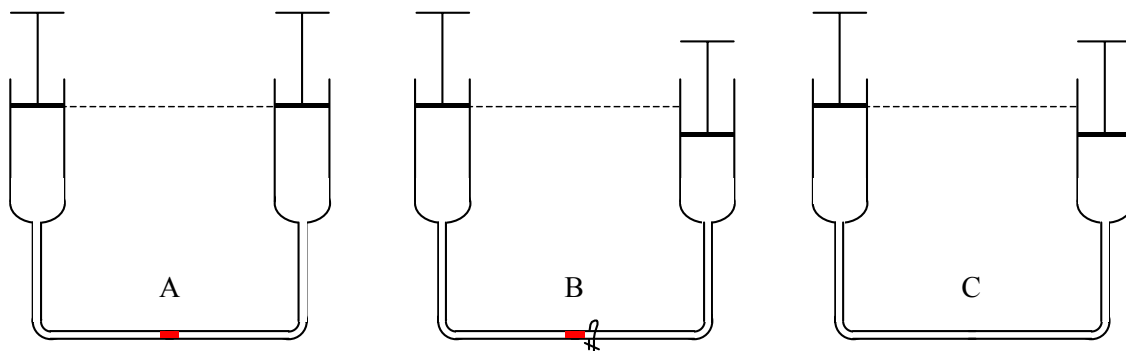
ANNEXES

Propriétés des gaz

Le matériel : deux seringues contenant de l'air, reliées entre elles par un tuyau souple ; au milieu une goutte de liquide coloré ; on peut bloquer les pistons et repérer leur position ; on dispose d'une pince avec laquelle on peut serrer le tuyau juste à côté de la goutte.

1 - Compression

On débranche le tuyau, on le rebranche ; les deux pistons sont au même niveau, la goutte est au milieu (situation A)



On serre la pince ; on appuie sur le piston de droite et on le bloque (situation B)

On enlève la pince, la goutte se déplace et s'arrête.

Dessine la goutte arrêtée sur le schéma C.

- Pourquoi la goutte s'est-elle déplacée ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Pourquoi la goutte s'est-elle arrêtée ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

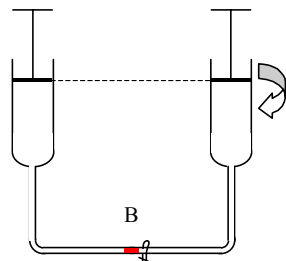
.....

Représentation à l'échelle microscopique : chauffage

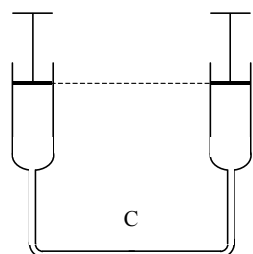
On débranche le tuyau, on le rebranche ; les deux pistons sont au même niveau, la goutte est au milieu, on bloque les deux pistons (situation A).

On serre la pince ; on chauffe la seringue droite avec un sèche cheveux (situation B).

Complète le cadre et représente l'air du tuyau et des deux seringues dans l'état B sur le dessin 1.



Complète le cadre et représente l'air du tuyau et des deux seringues dans l'état C sur le dessin 2



Explique tes dessins.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A ton avis, quelle(s) propriété(s) des particules ne peuvent pas être représentées sur ton dessin ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Une réponse d'élève, fautive mais cohérente

NOM
Classe
Etablissement

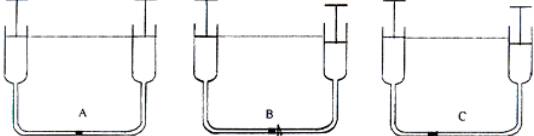
JB 13

Propriétés des gaz

Le matériel : deux seringues contenant de l'air, reliées entre elles par un tuyau souple, au milieu une goutte de liquide coloré; on peut bloquer les pistons et repérer leur position; on dispose d'une pince avec laquelle on peut serrer le tuyau juste à côté de la goutte.

1-Compression

On débranche le tuyau, on le rebranche, les deux pistons sont au même niveau, la goutte est au milieu (situation A)

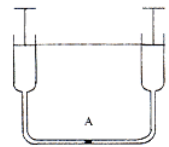
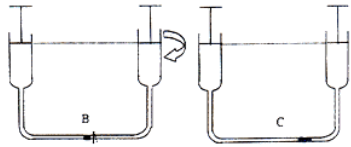


On serre la pince; on appuie sur le piston de droite et on le bloque (situation B)
On enlève la pince, la goutte se déplace et s'arrête.
Dessine la goutte arrêtée sur le schéma C.

- Pourquoi la goutte s'est-elle déplacée ?

La goutte s'est déplacée car le gaz a été comprimé de ce côté du tuyau, et donc la goutte se déplace vers l'autre côté du tuyau.

On enlève la pince; on chauffe la seringue droite avec un sèche cheveux (situation B).
On serre la pince; on chauffe la seringue droite avec un sèche cheveux (situation B).

On enlève la pince. La goutte se déplace et s'arrête. Dessine la goutte arrêtée sur le schéma C.

- Pourquoi la goutte s'est-elle déplacée ?

La goutte s'est déplacée car le gaz chauffé a remonté et la goutte a suivi la goutte vers l'autre.

Pourquoi la goutte s'est-elle arrêtée ?

La goutte s'est arrêtée car le gaz avait une très grande pression par conséquent de monter, et donc la goutte n'a pas pu continuer son plus.

- Pourquoi la goutte s'est-elle arrêtée ?

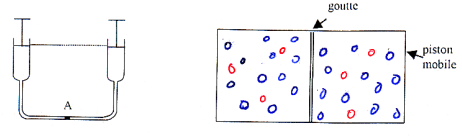
La goutte s'est arrêtée car la pression du gaz de côté du tuyau vers lequel la goutte se dirigeait l'a arrêtée.

NOM
Classe
Etablissement

JB 13

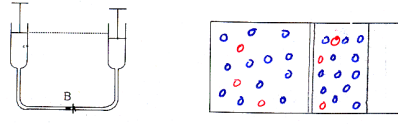
Représentation à l'échelle microscopique

On peut se représenter un gaz comme un ensemble de particules trop petites pour être visibles. Représente l'air (1/5 de dioxygène, 4/5 de diazote) des deux seringues et du tuyau dans l'état A, dans les deux cadres ci-dessous.

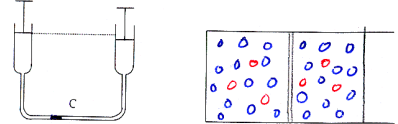


1- Compression

Complete le cadre et représente l'air, dans les deux compartiments, dans l'état B



Complete le cadre et représente l'air dans les deux compartiments dans l'état C

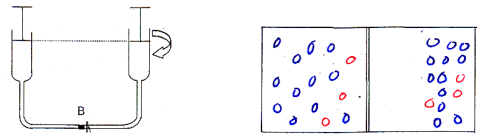


Explique tes dessins

Dans le dessin A, la pression est la même des 2 côtés de la goutte.
Dans le dessin B, la pression à droite de la goutte est plus importante, car le gaz a moins d'espace.
Dans le dessin C, la surface des 2 côtés de la goutte s'équilibre, la pression est donc la même des 2 côtés.

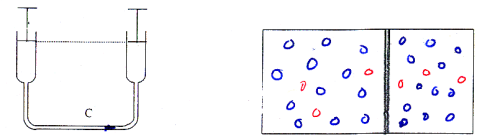
Représentation à l'échelle microscopique : chauffage

On débranche le tuyau, on le rebranche, les deux pistons sont au même niveau, la goutte est au milieu, on bloque les deux pistons (situation A).
On serre la pince; on chauffe la seringue droite avec un sèche cheveux (situation B).



Complete le cadre et représente l'air du tuyau et des deux seringues dans l'état B sur le dessin 1.

Complete le cadre et représente l'air du tuyau et des deux seringues dans l'état C sur le dessin 2



Explique tes dessins

Dans le dessin B, le gaz monte, les molécules se regroupent dans le dessin C, la pression est plus haute à droite, car le gaz a moins de place surface.

A ton avis, quelle(s) propriété(s) des particules ne peuvent pas être représentées sur ton dessin ?

ANNEXE 3
Des réponses d'élèves

I

Compression : mouvement et arrêt (P12/C)

<p>La goutte va être poussée par la pression exercée par l'action d'avoir poussé le piston. Elle s'est arrêtée car la pression qui l'a poussée n'est plus suffisante pour pousser la goutte. (Guillaume 1)</p>	
<p>- la goutte va avancer à gauche, à cause de la pression donnée par le tube de droite elle s'arrête parce qu'il n'y a plus assez d'air (Céline 5)</p>	
<p>la seringue de droite ayant plus de pression que celle de gauche, la goutte de liquide coloré sera orientée vers la gauche. Une fois la pression rééquilibrée entre les deux pistons, la goutte s'arrête (Thibaut C2.2)</p>	
<p>la goutte va monter dans l'autre seringue avec la pression (Fa 7) parce que la goutte est équilibrée (Fa 7)</p>	
<p>elle se déplace quand il y a de la pression et elle s'arrête quand il n'y en a plus (Hélène 10)</p>	
<p>- car l'air l'aura poussé parce qu'il n'y a plus d'air (Marion 24)</p>	
<p>- car la pression est plus importante donc elle se déplace vers la gauche car on n'a pas assez envoyé de pression, donc la goutte s'est arrêtée (Amandine 8)</p>	
<p>- la seringue de droite comprime l'air qui va se trouver dans le tuyau et qui va déplacer la goutte vers la gauche (Clara 12)</p>	
<p>la goutte se déplace en fonction de l'air de la seringue de droite que l'on pousse, plus il y en a plus, elle se déplace. lorsqu'on arrête de pousser elle ne bouge donc plus (Lauril 13)</p>	
<p>- elle s'est déplacée parce qu'il y a une pression elle s'est arrêtée parce qu'il n'y avait plus de pression (Anne 14)</p>	
<p>- l'air pousse la goutte, donc elle bouge la goutte s'arrête lorsque l'air a fini de pousser la goutte (Perrine 21)</p>	
<p>- car il y plus de pression donc les molécules de l'air vont vouloir s'écarter et vont pousser la goutte elle s'arrête aussitôt que la pression a diminué (Émilie 22)</p>	
<p>- c'est l'air qui était comprimé dans la seringue La goutte s'arrête lorsqu'il n'y a plus d'air pour la pousser (Fanny 18, voir micro)</p>	
<p>- La goutte partira à gauche car on a compressé l'air par la droite elle s'arrête car on a arrêté de compresser l'air. (Lydie 2)</p>	

Température : mouvement et arrêt (P12)

- l'air chauffé s'est dilaté, il prend plus de place que l'air froid l'air n'est plus là, il n'y a plus d'air (Lydie 2)	
- la goutte reste au même endroit puisque l'air une fois chauffé disparaît. Donc si on enlève la pince, la goutte ne se déplace pas (Fanny 18)	
- l'air gonfle à cause de la chaleur, mais la goutte ne bouge pas du tout (Hubert 9)	
- les pistons sont au même niveau à cause de la chaleur mise dans la seringue (la goutte est au milieu) parce qu'il y a autant d'air des deux cotés (Céline 5)	
- la goutte va monter dans la seringue non chaude, car la chaude fabrique une pression, car le gaz produit par la chaleur prend plus de place (Fa 7)	
- l'air contenu dans la seringue de droite se dilate, les molécules s'agitent de plus en plus. l'air va pousser la goutte vers la seringue de gauche (Clara 12),	
- sous l'effet de la chaleur, les molécules de l'air vont s'éloigner les unes des autres, et vont donc prendre plus de place et donc pousser la goutte On a arrêté de chauffer donc les molécules ne s'éloignent plus et ne poussent plus sur la goutte (Lauril 13)	
- car la dilatation de l'air due à son réchauffement va faire en sorte qu'il y aura plus d'air (Say 20)	
- quand on chauffe, l'air chaud se dilate, il prend plus de place, il y a de la pression, la goutte se déplace (Arnaud 15)	
- car il y plus de pression donc les molécules de l'air vont vouloir s'écarter et vont pousser la goutte elle s'arrête aussitôt que la pression a diminué (Émilie 22)	
- vers la gauche car la chaleur aura absorbé de l'air (Elodie 25)	
- car l'air chaud est plus léger que l'air initial, donc cet air se comprime vers le haut et entraîne la goutte à droite (Fa)	
- lorsqu'on chauffe un dégagement gazeux se produit, donc de l'air apparaît (Van 27)	