

## CONSTRUIRE UNE SÉQUENCE PÉDAGOGIQUE UTILISANT UN LOGICIEL DE SIMULATION DE GAZ

### C.1. Prise en mains rapide du logiciel *Atelier Théorie Cinétique* pour l'enseignant

Sauver les deux fichiers Gaz.htm et gaz.jar dans un même dossier et ouvrir Gaz.htm sous Explorer ou une version récente de Netscape.

*Objectifs d'ensemble d'une séquence avec la simulation :*

- *Donner du sens aux grandeurs pression et température d'un gaz à partir du mouvement des particules qui le constituent.*
- *Établir des liens entre les caractéristiques de l'image sur l'écran et les lois qui fondent la simulation (hypothèses statistiques et lois de la mécanique newtonienne pour les particules).*

*Le but est d'expliquer et de prévoir les propriétés des gaz à partir du comportement de molécules qui suivent les lois du modèle cinétique.*

#### 1) Vérifier sur des situations connues les lois qui fondent la simulation

- *Particules en mouvement et effets des chocs sur les parois.*

#### Situation 1 et questions

Choisir deux cases avec « paroi mobile ». Mettre dans une des cases quelques particules ( $N_2$ ) et choisir une température. Dans l'autre case, le vide : ni choix du nombre de particules, ni température. « Valider », puis cliquer sur le bouton « Lancer ».

Observer le mouvement d'une particule avant et après un choc avec une autre particule.

Observer le mouvement d'une particule avant et après un choc sur une paroi.

Quelles sont les lois de la mécanique utilisées pour décrire le mouvement des particules ?

Cliquer sur le bouton « Libérer ». À quoi est dû le mouvement de la paroi ?

Quels sont les effets des chocs des particules sur les parois, mobile ou fixes ?

*Lier effets des chocs des molécules sur la paroi et force pressante sur la paroi.*

*Définir la pression du gaz comme force pressante par unité de surface de paroi.*

*Utiliser la mise en mouvement ou le maintien à l'équilibre de la paroi mobile pour comparer les effets moyens des chocs (niveau microscopique) et les pressions de part et d'autre (niveau macroscopique).*

- *Température et distribution aléatoire des vitesses*

### Situation 2 et questions

Choisir **une seule case**, mettre une centaine de particules identiques, choisir une température. « **Valider** », puis cliquer sur le bouton « **Lancer** ». Observer la distribution des vitesses.

Toutes les particules ont-elles la même vitesse ?

Que peut-on dire des nombres de chocs par unité de surface sur les quatre parois au bout d'un certain temps ?

*Vérifier que les nombres « moyens » de chocs par unité de surface (affichés et cumulés) et de temps (arbitraire) deviennent sensiblement identiques au bout d'un certain temps.*

*Hypothèse d'isotropie de la distribution des vitesses des molécules et approche de l'isotropie de la pression : les effets des chocs ne dépendent pas de l'orientation de la paroi.*

- *Discuter des limites de la simulation.*

On pourra ouvrir la version [Gaz avec Oscillation](#) et comparer les effets des chocs sur la paroi dans ce cas.

### **2) Explorer le modèle avec la simulation**

*Deux difficultés sont prévisibles :*

- *Prendre en compte les deux facteurs qui entrent en jeu dans les effets des chocs. Voir la définition de la pression cinétique ([B.1. encadré 1](#)).*
- *Raisonner sur les deux variables microscopiques, la vitesse quadratique moyenne ( $u$ ) et la masse ( $m$ ) des particules.*

#### Une première étape

*Le facteur **fréquence** des chocs varie avec la concentration de particules ( $N/V$ ), les autres grandeurs étant identiques des deux côtés.*

### Situation 3 et questions

Choisir 2 cases avec « **paroi mobile** », un même type de particules de part et d'autre, **un nombre différent** de particules, le même volume et la même température. Cliquer sur le bouton « **Lancer** ».

Observer le nombre de chocs sur chacun des côtés de la paroi centrale.

**Prévoir** ce qui va se passer pour la paroi si on la libère. Justifier la réponse.

Cliquer sur le bouton « **Libérer** ». Le déplacement est-il conforme à vos prévisions ?

Quand la paroi est arrêtée, remettez le compteur à zéro. Que constatez-vous sur les nombres de chocs de part et d'autre ?

Que pouvez-vous en conclure sur les effets des chocs ?

De quelles variables dépend le nombre de chocs affiché ?

*Associer les effets des chocs à leur fréquence sur la paroi n'est suffisant et correct que si les variables microscopiques ( $m$ ,  $u$ ) sont identiques des deux cotés.*

*La fréquence des chocs dépend de la vitesse et de la concentration des particules.*

### Une deuxième étape

*Introduire le facteur **dynamique** des chocs. La « violence » d'un choc dépend de la masse de la particule et de sa vitesse (à température donnée).*

Deux entrées en scène du facteur dynamique sont donc possibles :

- faire varier la masse en changeant la nature des particules, les paramètres macroscopiques ( $V$ ,  $N$ ,  $T$ ) étant identiques dans la situation initiale (situation 4) ;
- faire varier la vitesse en changeant la température, les paramètres macroscopiques ( $V$ ,  $N$ ) étant identiques dans la situation initiale (situation 5).

### Attention :

- Sur le plan informatique, une fois la température choisie dans une situation, le logiciel la maintient constante.
- Sur le plan didactique, les deux situations 4 et 5 ne sont pas symétriques pour les élèves.

### Situation 4 et questions

Choisir 2 cases avec « **paroi mobile** », des **particules différentes** de part et d'autre, un même nombre de particules, le même volume et la même température.

**Prévoir** ce qui va se passer pour la paroi si on la libère. **Justifier** votre prévision.

Cliquer sur le bouton « **Libérer** ». Le déplacement est-il conforme à vos prévisions ?

Que pouvez-vous conclure sur les effets des chocs, puis sur les pressions de part et d'autre ?

La comparaison des nombres de chocs de part et d'autre suffit-elle à expliquer la situation ?  
Quel(s) facteur(s) prendre en compte pour expliquer les effets des chocs ?

Quelle est la relation entre la masse et la vitesse moyenne des particules, à température  $T$  donnée ?

*Fréquence et « violence » des chocs se compensent de part et d'autre de la paroi : les effets des chocs sont égaux et opposés. On obtient ainsi la même valeur de la grandeur « produit » (effet des chocs ou pression) à partir de valeurs différentes de la fréquence et de la « violence » des chocs.*

*Première entrée en scène du facteur dynamique des chocs : la « violence » d'un choc dépend de la masse de la particule (à  $T$  donnée). A température donnée, « toutes les particules ne se comportent pas de la même façon », les particules les plus lourdes vont moins vite, leurs chocs sont moins fréquents, mais plus efficaces.*

### Situation 5 et questions

Choisir 2 cases avec « **paroi mobile** », des particules identiques, un même nombre de particules, le même volume, **des températures différentes** entre les deux compartiments.

**Prévoir** ce qui va se passer pour la paroi si on la libère. **Justifier**.

Cliquer sur le bouton « **Libérer** ». Le déplacement est-il conforme à vos prévisions ?

Quand la paroi s'arrête, remettez le compteur à zéro. Que constatez-vous sur le nombre de chocs ?

Que pouvez-vous conclure sur les effets des chocs de part et d'autre dans la situation initiale ? dans la situation d'équilibre finale ?

Dans la situation finale, la comparaison des nombres de chocs de part et d'autre suffit-elle à expliquer ? Quels facteurs prendre en compte pour expliquer les effets des chocs ?

Quelle variable microscopique intervient ici ?

Quelle relation établir entre température et vitesse, pour un même type de particules (même masse) ?

*Deuxième entrée en scène du facteur dynamique des chocs : « la violence » d'un choc dépend de la vitesse de la particule (à masse donnée).*

*Associer masse et vitesse des particules à température donnée. A température donnée, toutes les particules ont la même énergie cinétique moyenne. (B.I. encadré 2)*

### **3) Synthèse**

Quelle est la conséquence d'une augmentation de la température (à masse donnée) sur l'effet d'ensemble des chocs sur la paroi ?

Préciser la relation entre pression et chocs des particules en mouvement.

Donner la définition de la température à partir des variables microscopiques.

À partir des variables microscopiques, vérifier les relations de covariation entre variables macroscopiques : pression, température, nombre de particules, volume d'un gaz donné (équation d'état du gaz parfait).

Préciser l'influence de la nature du gaz sur les variables et relations en jeu dans le modèle.

#### **4) Discussion et bilan**

Après passage sur le logiciel Atelier théorie cinétique des gaz, éprouvez-vous le besoin de faire des commentaires sur les propositions suivantes extraites du document d'accompagnement de seconde (GTD, 2000, p. 148) :

*« La pression  $p$ , mesurée par le manomètre, est due aux chocs des molécules sur les surfaces exposées. »*

*« La température  $T$ , mesurée par le thermomètre, rend compte de l'agitation moyenne des molécules. »*

*« Le nombre de molécules présentes dans un volume donné, est indépendant de la nature du gaz. Il ne dépend que de la température et de la pression. »*