

Simuler les états de la matière		8e année, domaine C Matière et énergie : fluides	
Plan de leçon	Outil de codage	MakeCode et micro:bits	
	Interdisciplinaire	Codage	
<p>Grandes idées</p> <p>Les élèves concevront et coderont leur propre « générateur d'état de la matière » à l'aide de micro:bits et de MakeCode. Cet outil attribuera aléatoirement à un élève un état de la matière (solide, liquide ou gaz), que les élèves modéliseront ensuite au moyen d'une simulation concrète des particules. Dans le cadre de la tâche de codage, les élèves programmeront aussi leur micro:bit afin de représenter visuellement des particules et leur mouvement à l'aide de la matrice de DEL intégrée (DEL/LED), illustrant comment le comportement des particules change selon l'état.</p> <p>Lors de la simulation physique, les élèves joueront le rôle de particules afin de démontrer les principes clés de la théorie particulaire de la matière :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toute matière est composée de minuscules particules. 2. Les particules d'une substance pure sont identiques. 3. Les particules sont toujours en mouvement. 4. Il y a de l'espace entre les particules. 5. Les particules s'attirent entre elles. 		<p>Attentes particulières</p> <p>C2.2 démontrer une compréhension de la relation entre la masse, le volume et la densité</p> <p>C2.3 expliquer la différence entre les solides, les liquides et les gaz en fonction de leur densité, en utilisant la théorie particulaire de la matière</p> <p>A2.1 rédiger et exécuter du code lors d'enquêtes et pour modéliser des concepts, en mettant l'accent sur l'automatisation de grands systèmes en action</p>	

<p>Matériel</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ordinateur portable ou Chromebook avec accès à Internet 2. micro:bits (idéalement, si vous disposez de micro:bits; toutefois, cette leçon peut être réalisée uniquement avec le navigateur et le simulateur micro:bit intégré au logiciel) 3. Facultatif : <ol style="list-style-type: none"> a. Ruban-cache pour délimiter des zones correspondant aux différents états. b. 	<p>Compétences en pensée computationnelle</p> <p>Votre texte ici est en Times New Roman 12 pt et le titre est en 12 pt. Ajustez l'espacement dans toutes les cellules pour que tout tienne sur la première page sans perdre de texte ni empiéter sur le pied de page.</p>
<p>Introduction</p> <p>Dans cette leçon, les élèves exploreront la façon dont les particules se comportent dans les trois états de la matière (solide, liquide et gaz) à l'aide de la théorie particulaire de la matière. Cette théorie nous aide à comprendre de quoi la matière est faite et pourquoi différents matériaux se comportent comme ils le font. Elle comprend cinq principes clés. Ci-dessous, chaque principe est expliqué, ainsi que la manière dont il se manifeste dans les solides, les liquides et les gaz.</p> <p>Cette théorie comporte 5 principes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toute matière est composée de minuscules particules. <p>Tout ce qui nous entoure, de l'air à la chaise sur laquelle vous êtes assis, le plastique, le métal, l'eau—même vous—est constitué de particules. Ces particules sont trop petites pour être vues, même avec un microscope optique! Les éléments de base sont les atomes de chaque élément du tableau périodique.</p> <p>Solide : les particules sont très rapprochées, formant une forme définie. Les particules restent dans une position fixe; toutefois, il y a tout de même un certain mouvement (voir le n° 3).</p> <p>Liquide : les particules sont encore proches, mais elles ne sont pas verrouillées en place, ce qui permet aux liquides de s'écouler et de prendre la forme de leur contenant.</p> <p>Gaz : les particules sont très espacées et se déplacent librement, se dilatant pour remplir tout l'espace disponible.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Les particules d'une substance pure sont identiques. 	

Une substance pure est constituée d'un seul type de particule, ce qui lui confère des propriétés constantes.

Solide : dans un solide pur (comme la glace), toutes les particules sont identiques et disposées selon un motif structuré.

Liquide : lorsque la même substance fond (dans ce cas, l'eau liquide), les particules demeurent identiques, même si leur organisation devient plus souple.

Gaz : lorsque la substance devient un gaz (dans ce cas, la vapeur d'eau), les particules restent les mêmes; elles sont simplement plus dispersées.

3. Les particules sont toujours en mouvement.

Les particules ne cessent jamais de bouger (même dans les solides). Leur mouvement varie selon la température et l'état. Plus une substance est chaude, plus ses particules se déplacent rapidement.

Solide : les particules vibrent sur place mais ne se déplacent pas les unes par rapport aux autres, ce qui donne aux solides une forme fixe.

Liquide : les particules glissent les unes sur les autres, ce qui permet aux liquides de s'écouler.

Gaz : les particules se déplacent très rapidement dans toutes les directions, se heurtent et se dispersent.

4. Il y a de l'espace entre les particules.

La quantité d'espace entre les particules diffère selon l'état, ce qui influence la densité et la compressibilité.

Solide : les particules sont très proches les unes des autres, avec très peu d'espace entre elles, ce qui rend les solides denses et difficiles à comprimer.

Liquide : il y a plus d'espace entre les particules que dans les solides, ce qui permet aux liquides de s'écouler tout en demeurant relativement difficiles à comprimer.

Gaz : les particules sont très éloignées, avec de grands espaces entre elles, ce qui rend les gaz beaucoup moins denses et faciles à comprimer.

5. Les particules s'attirent entre elles.

Les particules sont maintenues ensemble par des forces d'attraction; l'intensité de ces attractions change selon l'état.

Solide : les forces d'attraction sont fortes, maintenant les particules verrouillées dans une structure rigide.

Liquide : les forces sont plus faibles, ce qui permet aux particules de bouger tout en restant proches.

Gaz : l'attraction est extrêmement faible, donc les particules se dispersent et se déplacent de façon indépendante.

Action

Demandez à chaque élève de visiter le site de codage micro:bit, <https://makecode.microbit.org>, puis de démarrer un nouveau projet.

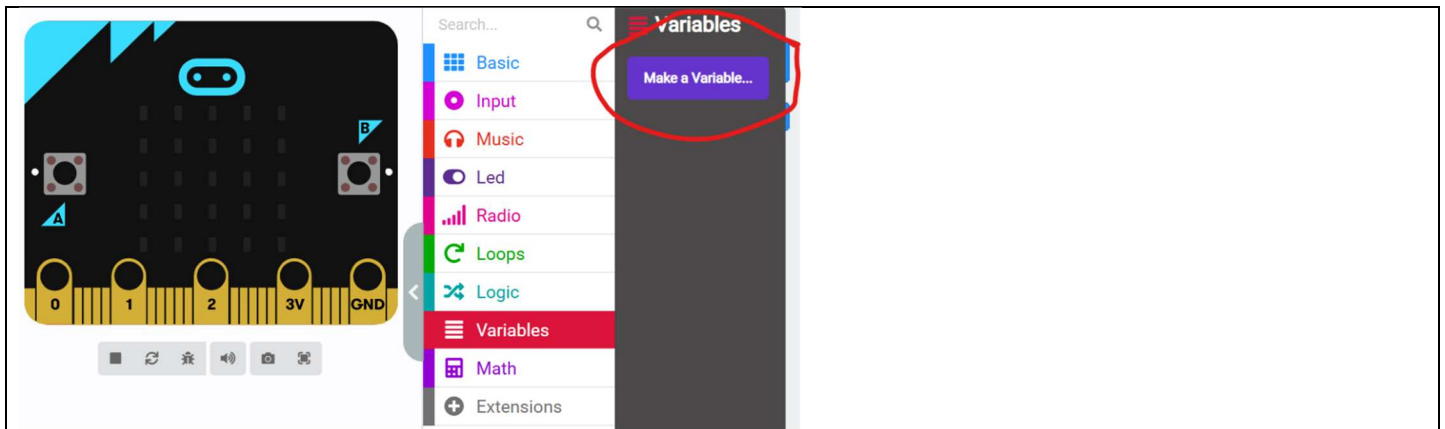
Si ce n'est pas déjà fait, présentez les états de la matière et leurs propriétés de base. Vous explorerez la théorie particulaire de la matière plus en profondeur pendant la simulation. Consultez la section « Introduction » pour plus de détails.

Expliquez aux élèves qu'ils réaliseront une simulation afin de démontrer la théorie particulaire de la matière. Dans le cadre de cette activité, ils devront s'attribuer au hasard un état de la matière. Il existe plusieurs façons de le faire; toutefois, une approche amusante et significative consiste à pratiquer leurs compétences en codage en créant un outil d'attribution d'état à l'aide du micro:bit.

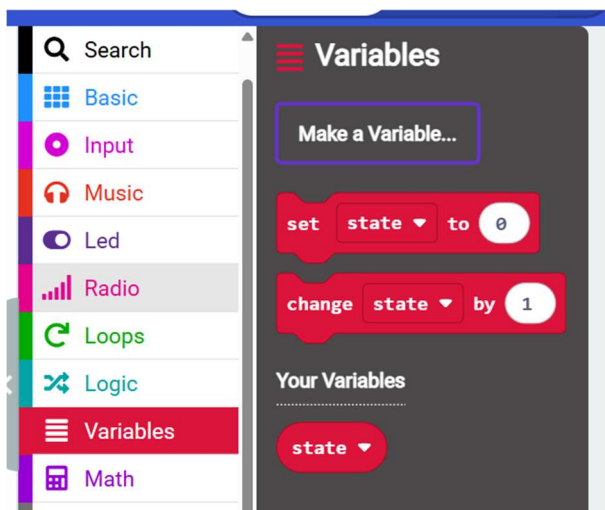
Étape 1 : Identifier et créer nos variables

D'abord, afin d'attribuer un état, nous devons le définir comme une variable, car c'est la valeur (solide, liquide ou gaz) que le programme stockera et modifiera tout au long de la simulation.

Cliquez sur l'onglet *Variables* (rouge) et sélectionnez le bloc « créer une variable ». Vous devrez créer une variable nommée « state » (on conserve le nom en anglais dans le code).



Une fois la variable créée, vous devriez la voir apparaître dans l'onglet *Variables*, sous « Vos variables ».



Étape 2 : Définir vos variables au démarrage


Nous devons indiquer à notre programme quel état attribuer lorsque le programme démarre. Nous pourrions introduire un « bloc » de texte (rechercher *Texte* et sélectionner le bloc avec des guillemets) et nommer les états « solid », « liquid » ou « gas », ou choisir de représenter chaque état à l'aide d'une variable numérique. Utiliser des nombres est une bonne pratique; nous adopterons donc cette approche. Cela facilite aussi la génération d'un état aléatoire, puisqu'il existe un bloc conçu pour générer des nombres aléatoires.

Pour nos besoins :

- 1 représentera l'état solide
- 2 représentera l'état liquide
- 3 représentera l'état gazeux

S'il n'y en a pas déjà un, faites glisser un bloc « au démarrage » depuis l'onglet *Base* (bleu) et insérez-y un bloc « définir la variable à » trouvé dans l'onglet *Variables* (rouge). Assurez-vous que la variable « state » est sélectionnée dans le menu déroulant et réglez « state » à 1.

Votre code devrait ressembler à ceci :

	<p>Cela signifie que lorsque nous démarrons notre programme, notre variable « state » sera définie à 1, ce qui correspond à l'état solide.</p>
---	--

Étape 3 : Coder la sélection d'un état aléatoire

Nous devons coder la génération d'un état aléatoire. Pour ce faire, nous choisirons une entrée. Vous pourriez utiliser une autre entrée, comme « au secouement », toutefois une entrée par bouton est préférable afin que l'état ne change pas accidentellement pendant que les élèves se déplacent.

Nous suggérons donc de faire glisser un bloc « lorsque le bouton A est pressé » depuis l'onglet *Entrée* (rose) dans votre espace de travail. À l'intérieur de ce bloc, placez un bloc « définir la variable à » trouvé dans l'onglet *Variables* (rouge). Encore une fois, assurez-vous que « state » est sélectionné dans le menu déroulant du bloc.

Ensuite, allez à l'onglet *Math* (violet) et repérez le bloc rond « choisir au hasard de _ à _ », puis placez-le à l'intérieur du bloc « définir la variable à ». Puisque nos états sont représentés par les nombres 1 à 3, nous utiliserons ces nombres comme valeurs minimale et maximale.

Votre code devrait ressembler à ceci :



Cela signifie que lorsque nous appuyons sur le bouton A, notre variable « state » sera définie à une valeur aléatoire entre 1 et 3, où 1 représente solide, 2 représente liquide et 3 représente gazeux.

Étape 4 : Coder un indicateur d'état

Nous devons maintenant coder un indicateur pour montrer quel état a été sélectionné, car pour l'instant, il n'y a aucun moyen de le savoir. Cette étape offre aussi aux élèves une occasion d'être créatifs dans la façon dont ils représentent les états de la matière à l'aide du codage. Nous proposons un exemple ici, mais il existe de nombreuses approches valides.

D'abord, s'il n'y en a pas déjà un, faites glisser un bloc « toujours » depuis l'onglet *Base* (bleu), car nous voulons que ce code s'exécute en continu pendant le programme.

Comme nous voulons que l'affichage change selon l'état sélectionné, nous allons introduire une instruction conditionnelle à l'aide du bloc « si/alors/sinon » trouvé dans l'onglet *Logique* (turquoise).

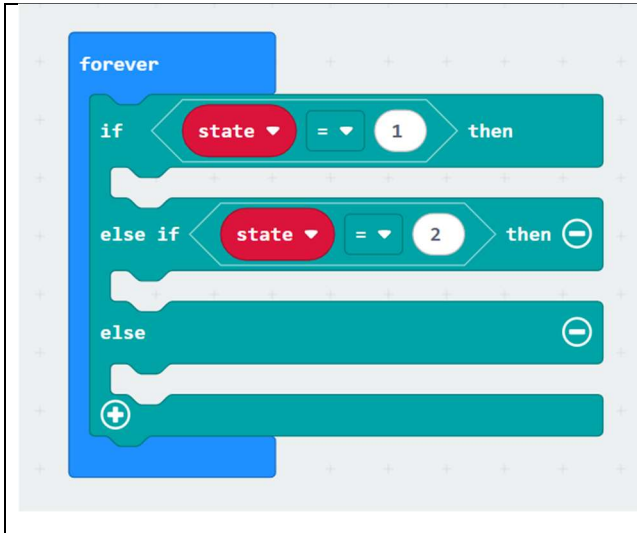
Insérez ce bloc conditionnel à l'intérieur du bloc « toujours ». La condition à vérifier est si la variable « state » correspond à une certaine valeur; placez donc un bloc de comparaison hexagonal (aussi dans l'onglet *Logique* (turquoise)) dans la partie « si » du bloc. Assurez-vous que le signe égal est sélectionné. Ensuite, allez à l'onglet *Variables* (rouge) et faites glisser la variable « state » dans le côté gauche de la comparaison. Du côté droit, saisissez 1 pour représenter l'état solide. Votre énoncé devrait être : « si state = 1 ».

Cliquez sur le bouton plus dans la partie « sinon » du bloc « si/alors/sinon » pour ajouter une autre branche, puisque nous devons coder les trois états.

Pour la première section « sinon si », faites glisser un autre bloc de comparaison (avec le signe égal) depuis l'onglet *Logique* (turquoise). Placez la variable « state » du côté gauche et saisissez 2 du côté droit pour représenter l'état liquide. Votre énoncé devrait être : « sinon si state = 2 ».

La dernière section représente la seule possibilité restante : lorsque la variable « state » vaut 3, ce qui représente l'état gazeux.

Votre code devrait ressembler à ceci :



Cela signifie que pendant l'exécution de notre code, si le générateur de nombres aléatoires sélectionne 1 (état solide), quelque chose se produira (nous ne l'avons pas encore codé). Sinon, s'il sélectionne 2 (état liquide), autre chose se produira. Sinon, si aucune de ces conditions n'est vraie, le générateur doit avoir sélectionné 3 (état gazeux) et quelque chose de différent se produira.

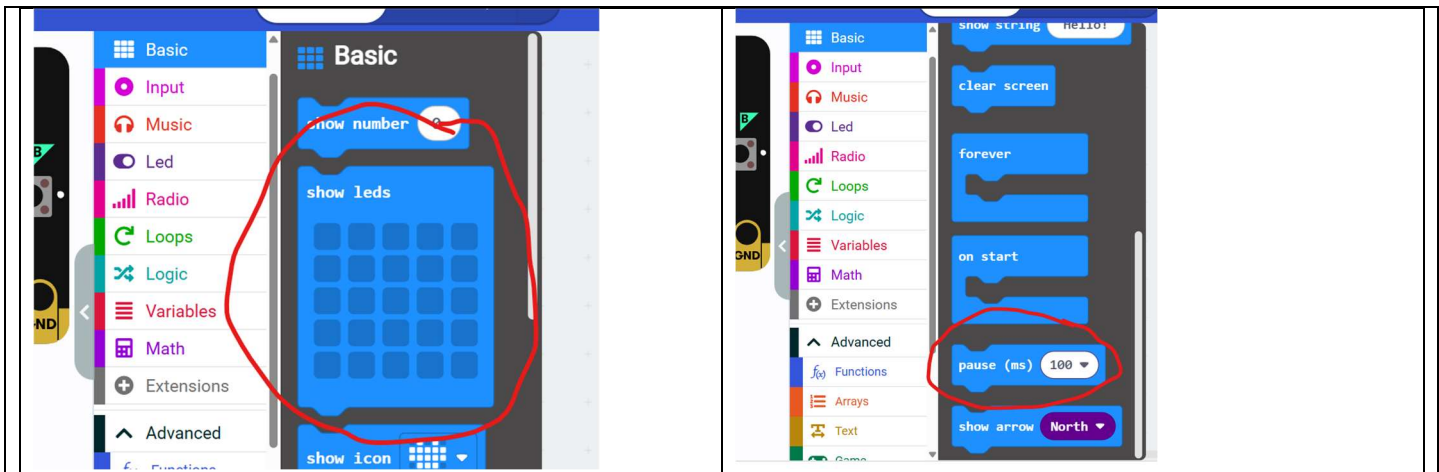
Étape 5 : Représenter les états de la matière à l'aide des DEL du micro:bit

Encouragez maintenant les élèves à représenter visuellement les états de la matière à l'aide des DEL intégrées à l'écran du micro:bit. Une DEL allumée représentera une particule. Rappelez aux élèves qu'ils peuvent tenir compte à la fois de l'espacement des particules et de la façon de coder le mouvement. Il existe de nombreuses façons valides de le faire, allant de simples animations de type folioscope à des conceptions plus complexes. Nous proposons un exemple simple ci-dessous.

Assurez-vous d'avoir une discussion en classe sur les choix que font les élèves et leur raisonnement. Cela aide à renforcer les concepts scientifiques clés de la théorie particulaire de la matière et à s'assurer que tout le monde est sur la bonne voie.

Nous recommandons d'encourager les élèves à utiliser les blocs suivants s'ils sont bloqués :

- Le bloc « afficher les DEL » dans l'onglet *Base* (bleu), qui leur permet de choisir quelles DEL allumer.
- Le bloc « pause (ms) », aussi dans l'onglet *Base* (bleu), qui peut les aider à ajuster le minutage lorsqu'ils passent d'une configuration de DEL à une autre.

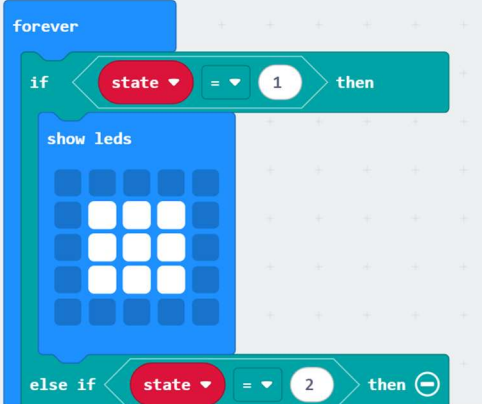


Si les élèves ont de la difficulté à trouver des idées, vous pouvez les guider à travers l'exemple suivant.

Pour le solide (state = 1), nous avons choisi de représenter les particules en allumant les neuf DEL centrales en un groupe serré. Nous l'avons fait en cliquant sur les DEL que nous voulions allumer à l'intérieur du bloc « afficher les DEL ». Comme les DEL du micro:bit ont de l'espace entre elles, cela illustre tout de même efficacement le concept que, même dans les solides, les particules, bien que très rapprochées, ont toujours un petit espace entre elles.

Vous pouvez aussi encourager les élèves à trouver une façon de représenter la vibration des particules. Par simplicité, notre exemple ne l'inclut pas. Toutefois, vous pouvez montrer comment l'ajouter en créant un deuxième bloc « afficher les DEL » avec les particules légèrement déplacées. En plaçant les deux blocs en séquence dans une boucle, l'affichage alternera entre les motifs, donnant l'illusion d'une vibration des particules.

Notre code ressemble à ceci :

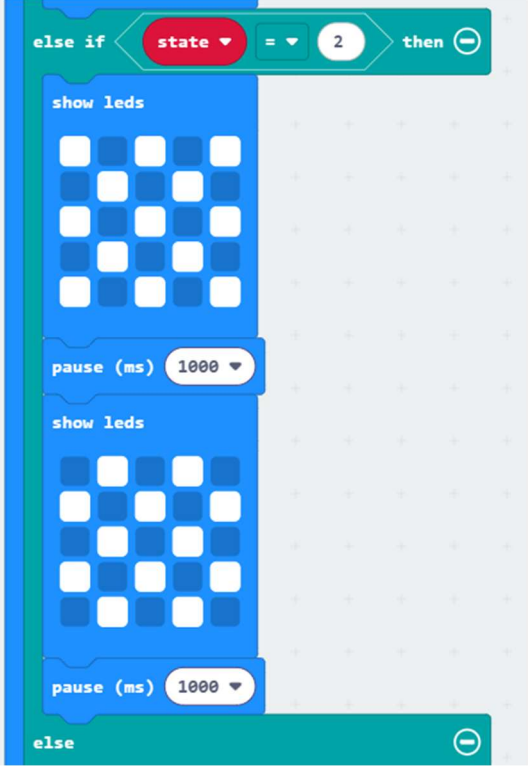


Cela signifie que si notre variable a été définie au hasard à 1, ce qui correspond à l'état solide, notre Micro:bit affichera toujours cette icône personnalisée.

Pour le liquide (state = 2), nous avons choisi de le représenter en sélectionnant des DEL en alternance, en laissant un espace entre chacune. Pour afficher le mouvement des particules, nous avons ajouté un autre bloc « afficher les DEL » avec les DEL alternées sélectionnées.

Les élèves pourraient remarquer que, lorsqu'ils codent leurs icônes pour le gaz, l'alternance entre les icônes personnalisées apparaît à la même vitesse que l'animation du liquide. Pour montrer la différence de vitesse des particules entre les liquides et les gaz, nous avons inclus un bloc « pause » après chaque icône dans l'état liquide. Nous avons constaté qu'un délai d'une seconde suffit pour illustrer clairement que les particules d'un liquide se déplacent plus lentement que celles d'un gaz.

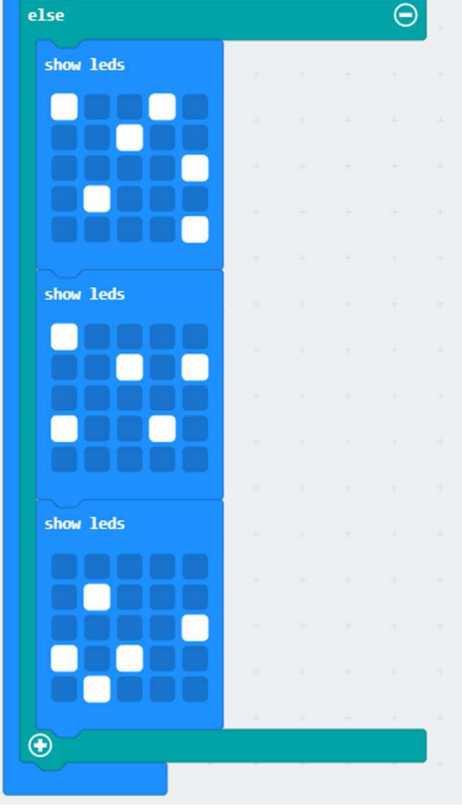
Notre code ressemble à ceci :

	<p>Cela signifie que si le générateur de nombres aléatoires définit la variable « state » à 2, représentant l'état liquide, notre programme alternera toujours entre ces deux icônes personnalisées, avec une pause d'une seconde entre chacune. Cela donne l'illusion du mouvement des particules, et le délai différenciera la vitesse des particules par rapport à celle des particules de gaz.</p>
--	--

Pour le gaz (state = 3), nous avons choisi de le représenter en plaçant trois blocs « afficher les DEL » et en sélectionnant au hasard cinq pixels dans chacun. Cela montre que les gaz ont une densité beaucoup plus faible que les solides et les liquides, et le placement aléatoire des DEL crée l'illusion d'un mouvement rapide et imprévisible des particules. Comme nous n'avons pas inclus de bloc « pause », le programme passe d'un bloc « afficher les DEL » à l'autre plus rapidement que dans l'état liquide, ce qui représente le mouvement beaucoup plus rapide des particules de gaz.

Les élèves peuvent choisir d'ajouter davantage de blocs « afficher les DEL » pour créer des images supplémentaires de mouvement. Nous recommandons d'utiliser entre trois et cinq blocs afin d'obtenir un mouvement fluide et dynamique sans compliquer excessivement le code.

Notre code ressemble à ceci :

	<p>Cela signifie que si le générateur de nombres aléatoires n'a pas défini la variable « state » à 1 ou à 2, elle doit être à 3, ce qui représente l'état gazeux. Notre programme fera alors, en continu, défiler ces trois icônes personnalisées, donnant l'illusion d'un mouvement rapide et aléatoire des particules.</p>
--	--

Étape 6 : Télécharger le code et simuler !

Si vous avez des micro:bits physiques, téléchargez votre code sur ceux-ci. Sinon, vous pouvez tout de même réaliser l'activité en utilisant le simulateur micro:bit numérique intégré au navigateur.

Mise en place de la simulation :

- Délimitez dans la classe des zones représentant l'espace des particules pour chacun des trois états de la matière. Vous pouvez utiliser du ruban-cache, de la ficelle ou d'autres matériaux pour tracer les limites.
 - Remarque : Prévoir une zone plus petite pour les solides et une zone plus grande pour les gaz.
 - Remarque : Utiliser des espaces carrés ou rectangulaires facilite le calcul de la densité si vous choisissez de prolonger la leçon.

Déroulement de la simulation :

Demandez aux élèves d'appuyer sur le bouton A de leur micro:bit pour s'attribuer un état de la matière. Une fois l'état affiché, ils se déplacent vers la zone désignée et travaillent avec leurs pairs pour modéliser le comportement des particules dans cet état. Leurs déplacements et leur organisation devraient refléter les cinq principes clés de la théorie particulaire de la matière :

1. Toute matière est composée de minuscules particules.
2. Les particules d'une substance pure sont identiques.
3. Les particules sont toujours en mouvement.
4. Il y a de l'espace entre les particules.
5. Les particules s'attirent entre elles.

Donnez aux élèves environ 5 minutes pour planifier et coordonner leur comportement de particules. Ensuite, chaque groupe présente son mouvement à la classe.

Encouragez la discussion tout au long du processus afin de renforcer la compréhension. Invitez les élèves à comparer leurs approches, à offrir de la rétroaction et à améliorer leurs représentations en fonction de ce qu'ils observent.

Si le temps et l'intérêt le permettent, répétez l'activité afin que les élèves puissent expérimenter le comportement de différents types de particules.

Variante ludifiée (facultative)

Une fois que les élèves comprennent bien les états, vous pouvez introduire une variante rapide inspirée de *Captain's Deck*. Lancez « Change d'état ! » et demandez aux élèves de :

1. Appuyer sur le bouton A pour générer un nouvel état.
2. Trouver d'autres élèves dans le même état.
3. Démontrer en groupe le comportement correct des particules.

Le dernier groupe à s'organiser et à démontrer correctement son mouvement est éliminé. Continuez jusqu'à ce qu'il y ait un gagnant.

Avant de commencer, il est utile de s'entendre en classe sur :

- Le nombre d'élèves requis par groupe
- L'action précise que chaque état doit effectuer
-

Exemple d'ensemble de règles :

- Solide : Groupes de 4. Les élèves se tiennent en groupe serré et se balancent doucement pour représenter la vibration.
- Liquide : Groupes de 3. Les élèves s'espacent en ligne et se déplacent ensemble dans une direction à une allure de marche.

- Gaz : Groupes de 2. Les élèves se déplacent rapidement à une distance d'un bras les uns des autres et se tapent dans la main en passant pour simuler des collisions rapides.

Tout élève sans groupe, ou le dernier groupe à terminer son action, est éliminé. Continuez jusqu'à ce qu'un gagnant soit déterminé ou qu'il ne soit plus possible de former d'autres groupes.

Consolidation / Prolongement

Pendant la simulation, vous pouvez choisir de demander à chaque groupe de calculer sa densité de particules. Si vous prévoyez le faire, il est utile de créer des zones carrées pour chaque état afin de faciliter les calculs. Par exemple, vous pourriez désigner la zone solide comme étant de 1 m × 1 m, la zone liquide de 2 m × 2 m et la zone gazeuse de 3 m × 3 m.

Comme les états sont attribués au hasard, il se peut que vous obteniez une répartition inégale des élèves. Pour ce prolongement, il est plus efficace de répartir uniformément vos « particules » entre les trois zones afin que les élèves puissent comparer clairement les densités selon les états.