

Systèmes comme algorithmes		Niveau 8 – Structures et mécanismes	
Plan de leçon	Outil de programmation	Algorithmes	
	Compétences transversales	S.O.	
Idées générales <ul style="list-style-type: none"> Tous les systèmes ont une entrée et une sortie Tous les systèmes peuvent être modélisés par des algorithmes Les entrées et les sorties des systèmes peuvent être divisées en trois catégories générales : l'énergie, la matière et l'information. Elles ont toutes des comportements qui diffèrent de façons importantes dans les systèmes. 	Attentes précises 2.4 Utiliser les compétences en résolution de problèmes technologiques pour étudier un système qui effectue une fonction ou répond à un besoin 3.1 Identifier les divers types de systèmes 3.2 Identifier le but, les entrées et les sorties de divers systèmes 3.3 Identifier les divers processus et éléments d'un système		
Description Dans cette leçon, les étudiants associent les concepts de systèmes et d'algorithmes en exprimant les actions d'un système sous la forme d'un algorithme. Puisque les différentes entrées et sorties d'un système ont des comportements différents, les entrées et les sorties sont regroupées en trois catégories générales : l'énergie, la matière et l'information. Abordez chacune de ces catégories de façon indépendante avant de culminer avec l'examen d'un système complexe qui utilise les trois.			
Matériel Crayons et papier	Compétences en pensée computationnelle Algorithmes		
Introduction Tout ce qui reçoit une ou plusieurs entrées, exécute une série fixée d'étapes et produit une ou plusieurs sorties peut être considéré comme un système. Tout ce qui exécute une série fixée d'étapes peut être considéré comme un algorithme. Par conséquent, nous pouvons considérer tout système comme algorithme (il peut être pratique ou pas de montrer l'algorithme d'un système donné, certains peuvent être très complexes, mais c'est tout de même une bonne façon d'analyser le problème, particulièrement si vos étudiants ont déjà été familiarisés avec les algorithmes). Les étapes d'un système donné peuvent contenir des instructions SI-ALORS, ou même des boucles TANT QUE et POUR, ou elles peuvent simplement être un chemin direct, de l'entrée à la sortie. La sortie peut être retournée à chaque boucle (comme dans un thermostat, voir ci-dessous) ou seulement sur demande par un utilisateur (la demande étant une autre entrée!).			

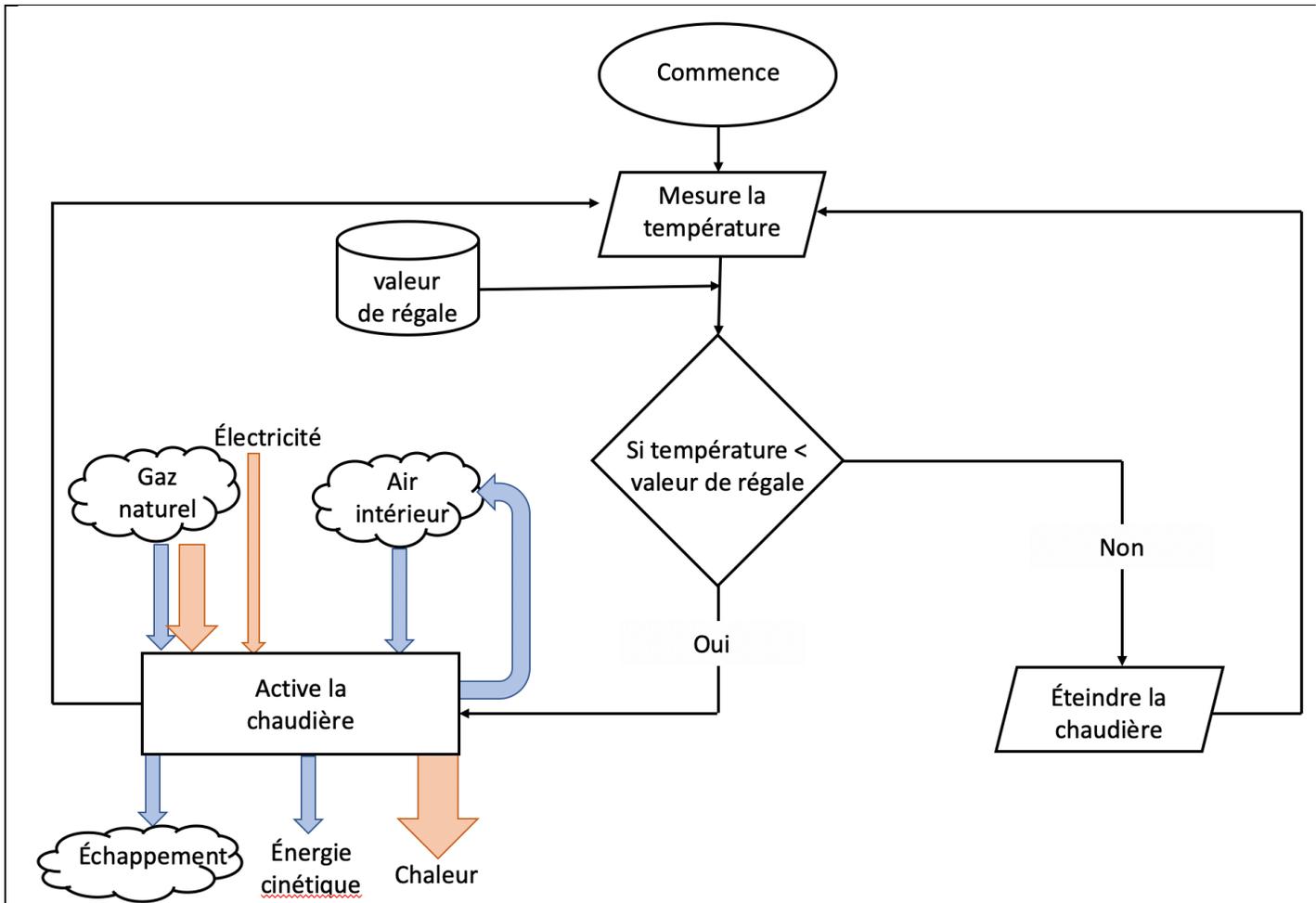
C'est la tradition dans la théorie des systèmes d'utiliser des organigrammes pour représenter les algorithmes. Pour produire des organigrammes, si vous voulez que les étudiants utilisent un ordinateur, nous recommandons le service en ligne gratuit <https://app.diagrams.net/>. Ils peuvent toutefois être facilement dessinés à la main. Sinon, vous pouvez utiliser du pseudocode pour exprimer les algorithmes d'un système ou simplement formuler l'algorithme du système dans un langage naturel.

Les entrées et les sorties de systèmes peuvent être divisées en trois catégories générales : l'énergie, la matière et l'information. Elles ont toutes des comportements qui diffèrent de façons importantes dans les systèmes.

- La **matière** passe d'un point à un autre. Il n'y a pas « d'ailleurs » : toutes les entrées proviennent de quelque part et toutes les sorties vont quelque part. Très souvent, si vous attendez assez longtemps, ce « quelque part » est le même endroit. Ainsi, la matière se déplace en rond.
- L'**énergie** se déplace toujours en ligne droite, de sources concentrées vers des formes moins concentrées et éventuellement pour se diffuser en chaleur résiduelle. Elle ne peut pas être créée ou détruite, seulement transformée. L'exemple classique est une usine de production d'électricité : l'énergie chimique est transformée en énergie cinétique dans une turbine à vapeur, puis en énergie électrique dans une génératrice. À chaque étape, de l'énergie est perdue en chaleur résiduelle (environ 40 % à la première étape et 15 % à la deuxième étape).
- L'**information**, contrairement aux deux autres, peut être créée et détruite par le système. L'information est créée lorsque quelque chose est mesuré, comme la température d'une pièce ou le nombre de tours par minute d'un moteur. Si l'information n'est pas enregistrée, elle cesse alors d'exister. Tout élément de donnée ou toute mesure peut être considéré comme de l'information dans un système.

Voyons un exemple d'un système simple qui comporte les trois catégories d'entrées et de sorties : le système de chauffage d'une maison. Pour cet exemple, la maison est chauffée par une chaudière au gaz naturel à air pulsé, contrôlée par un thermostat, comme c'est souvent le cas au Canada.

Dans l'organigramme, le flux de l'information est représenté par des lignes noires. Les flèches rouges représentent la circulation de l'énergie. Les flèches bleues représentent le mouvement de la matière (le gaz naturel, puisqu'il est une source d'énergie chimique potentielle, a à la fois des flèches rouges et bleues). Pour simplifier le diagramme, la chaudière est représentée par une fonction (ou un sous-système) et n'est pas plus analysée.



En mots :

Le système commence. Il mesure la température à l'intérieur de la maison (générant un flux d'information). Il compare cela à la valeur de réglage de la température, une information stockée par le système. Si la température mesurée n'est pas inférieure à la valeur de réglage, il mesure la température de nouveau et la compare de nouveau à la valeur de réglage. Si la température est inférieure à la valeur de réglage, il active la chaudière. La fonction ou le sous-système « chaudière » prend comme entrées matérielles le gaz naturel et l'air intérieur et comme entrées énergétiques l'énergie chimique potentielle du gaz naturel et l'électricité. La fonction produit des sorties matérielles d'échappement (à l'extérieur de la maison) et d'air intérieur (dans la maison) et des sorties énergétiques de chaleur et d'énergie cinétique pour pousser l'air dans les conduits et l'échappement à l'extérieur.¹

En ce qui concerne l'information, après avoir activé la chaudière, le système continue alors de vérifier la température et répète le processus dans une boucle infinie.

En pseudocode :

Début

¹ Puisque l'air intérieur provient en bout de compte de « l'extérieur » des gaz d'échappement très dilués se retrouveront éventuellement à l'intérieur de la maison. La matière se déplace en rond.

TANT QUE vrai :

Mesurer (Température)

SI (Température > Valeur de réglage)

EXÉCUTER FONCTION Chaudière activée (Entrées : mat Gaz naturel; mat Air; éng Gaz naturel; éng Électricité / Sorties : mat Échappement (à l'extérieur); mat Air (à la maison); éng Chaleur; éng Cinétique)

SINON

EXÉCUTER FONCTION Chaudière désactivée()

(Remarquez comment aborder plusieurs entrées et sorties d'énergie et de matière est beaucoup plus inconvenient en pseudocode qu'avec des organigrammes.)

Action

Mettez au défi vos étudiants de produire un organigramme ou un algorithme écrit sur un système simple qui contient de la matière, de l'énergie et de l'information dans leur vie.

Pour simplifier l'activité, vous pouvez présenter la matière, l'énergie et l'information en séquence et demander aux étudiants de tracer chacune séparément dans leur système avant de produire un seul organigramme complet. Pour rendre l'activité plus concentrée sur le curriculum des systèmes, demandez aux étudiants de tracer les flux d'énergie et de matière vers et hors de l'environnement et de tracer leurs effets. Pour rendre l'activité encore plus axée sur la programmation, essayez de vous concentrer sur des systèmes avec des algorithmes plus complexes.

Voici quelques exemples de systèmes :

1) Un réveil. Comme dans l'exemple du thermomètre, nous avons l'entrée d'information (l'heure) étant constamment comparée à une valeur de réglage (l'heure de l'alarme) dans une boucle infinie contenant une instruction SI-ALORS. SI l'heure correspond, l'entrée (électricité) est utilisée pour produire la sortie (du son). Cela mène à une autre entrée d'information (le bouton d'arrêt!) et une instruction SI-ALORS : SI l'on appuie sur le bouton, l'alarme est désactivée. Autrement, elle reste activée, consomme de l'électricité et produit un son (voir le document pour le diagramme).

2) Un réseau d'aqueduc municipal, où des capteurs contrôlent la chloration de l'eau et la pression de l'eau (les entrées sont les matières de l'eau non traitée et du chlore (ou d'autres traitements chimiques, mettez au défi vos étudiants de faire un peu de recherche) et l'énergie pour activer les pompes à eau; les sorties sont les égouts et la chaleur résiduelle). Des boucles SI-ALORS semblables à l'exemple du thermomètre sont requises pour vérifier et maintenir la pression d'eau et la chloration.

3) Une usine de production d'électricité. Les entrées évidentes sont le carburant (gaz naturel, charbon, pétrole, uranium ou de l'eau de barrage) et la sortie est de l'électricité. Cependant, le réseau électrique comme système plus vaste a des besoins variables d'énergie. Par conséquent la « charge », la quantité d'électricité demandée par le réseau, est une entrée d'information qui est utilisée pour contrôler l'usine avec des instructions SI-ALORS.

4) Le système de régulateur de vitesse d'une automobile ou l'autopilote d'un avion. De nouveau, nous comparons une valeur d'entrée d'information mesurée (vitesse, altitude ou autre) à une valeur de réglage stockée au moyen d'une boucle infinie et en suivant des fonctions dans des instructions SI-ALORS (il s'agit peut-être d'un bon exemple à utiliser si vous voulez éliminer les éléments d'énergie et de matière du

système et seulement voir les flux d'information).

Il peut être utile, après avoir présenté ces exemples à vos étudiants (sans dessiner les algorithmes complets), de voir s'ils peuvent trouver d'autres exemples, puis permettre à la classe de choisir parmi la liste les systèmes sur lesquelles les étudiants veulent travailler.

Consolidation et extension

Si vous voulez approfondir l'activité, mettez au défi vos étudiants de se voir eux-mêmes comme un système et de modéliser le plus d'entrées et de sorties d'énergie, de matière et d'information qu'ils peuvent trouver. D'où viennent-elles? À quoi servent-elles? Où s'en vont-elles? (cet exercice se fait mieux avec un organigramme; utilisez des couleurs différentes pour la matière, l'énergie et l'information afin qu'il demeure clair) Les humains ne sont pas suffisamment prévisibles pour être parfaitement modélisés par des algorithmes, mais nous avons tous des habitudes et les suivons assez souvent pour faire une bonne approximation.

(Remarquez que tout autre système complexe comportant les trois catégories, comme un réseau de transport en commun, fonctionnera également comme extension.)

Évaluation

Les étudiants peuvent être évalués en fonction des détails et de l'effort qu'ils mettent dans l'algorithme. Vous pouvez les encourager à choisir (ou à attribuer) des flux d'énergie ou de matière sur lesquels ils devront faire de la recherche et les évaluer pour leur précision et leurs citations.

Ressources supplémentaires

Algorithmes, pseudocode et organigrammes

https://www.brainkart.com/article/Algorithm--Pseudocode-and-Flowchart_6945/

https://www.owl.net.rice.edu/~ceng303/manuals/fortran/FOR3_3.html

Systèmes

Greere, John Michael, *Green Wizardry*, pp.1-37 (Colombie-Britannique : New Society Publishers, 2013)

Laszlo, Ervin, *The Systems View of the World* (New York : George Braziller, 1972)