

Un projet pluridisciplinaire : la transformation du lait en yaourt

Un projet pluridisciplinaire en Sciences et Technologie qui fait suite à la visite d'une exploitation agricole laitière. Les élèves de 6ème imaginent, conçoivent, fabriquent, programment puis utilisent une "yaourtière expérimentale" pour mettre en évidence le rôle des bactéries dans la fabrication du yaourt.

Objectif : imaginer puis concevoir en groupe un "incubateur" répondant au besoin exprimé par l'enseignant afin de déterminer expérimentalement les conditions nécessaires à la fabrication du yaourt.

Référence au socle commun de connaissances, de compétences et de culture

Domaine 1.3 : les langages mathématiques, scientifiques et technologiques.

- Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques

Domaine 2 : s'approprier des outils et des méthodes, mobiliser des outils numériques.

- Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.
- Organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale.
- Utiliser des outils numériques pour simuler des phénomènes. et pour représenter des objets techniques.

Domaine 4 : pratiquer des démarches scientifiques et technologiques ; concevoir, créer, réaliser.

- Proposer des expériences simples pour tester une hypothèse.
- Réaliser en équipe tout ou une partie d'un objet technique répondant à un besoin.
- Repérer et comprendre la communication et la gestion de l'information

Référence aux nouveaux programmes 2016

Cycle 3, Thème 2, AFC : expliquer les besoins variables en aliments de l'être humain ; l'origine et les techniques mises en œuvre pour transformer et conserver les aliments.

- **CCA** : mettre en évidence la place des micro-organismes dans la production et la conservation des aliments.

Cycle 3, Thème 3, AFC : concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin.

- **CCA** :
 - Fonction technique, solutions techniques.
 - Recherche d'idées (schémas, croquis...).
 - Modélisation du réel (maquette, modèles géométrique et numérique), représentation en conception assistée par ordinateur
 - Processus, planning, protocoles, procédés de réalisation (outils, machines).
 - Choix de matériaux.
 - Maquette, prototype
 - Vérification et contrôles (dimensions, fonctionnement).

Mise en œuvre :

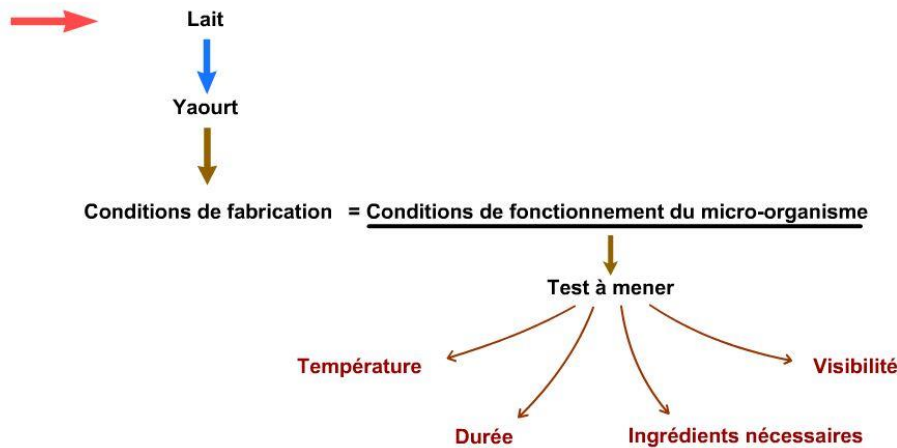
Point de départ : l'enseignant dispensant les cours de SVT intervient en Technologie pendant un court moment devant les élèves de 6ème. Il explique que dans le cadre du cours sur l'alimentation humaine, il y aura une visite d'une exploitation agricole laitière. Suite à cette visite, il faudra déterminer comment le lait est utilisé et transformé en yaourt.

L'enseignant explique à la classe le choix du yaourt et ajoute que sa fabrication nécessite un micro-organisme dont les conditions de fonctionnement seront à déterminer (voir schéma)

L'alimentation chez l'Homme

A partir d'un exemple : Culture / élevage

Nécessitant une transformation par un micro-organisme



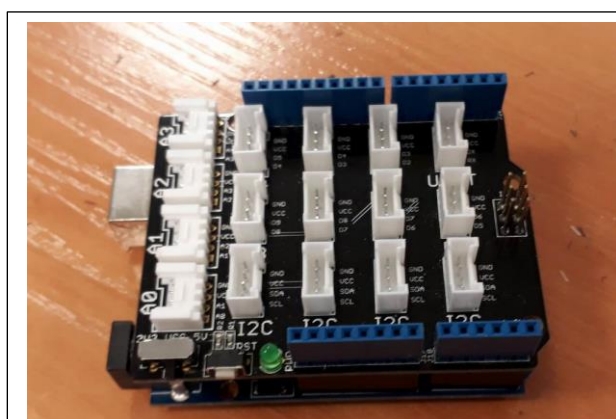
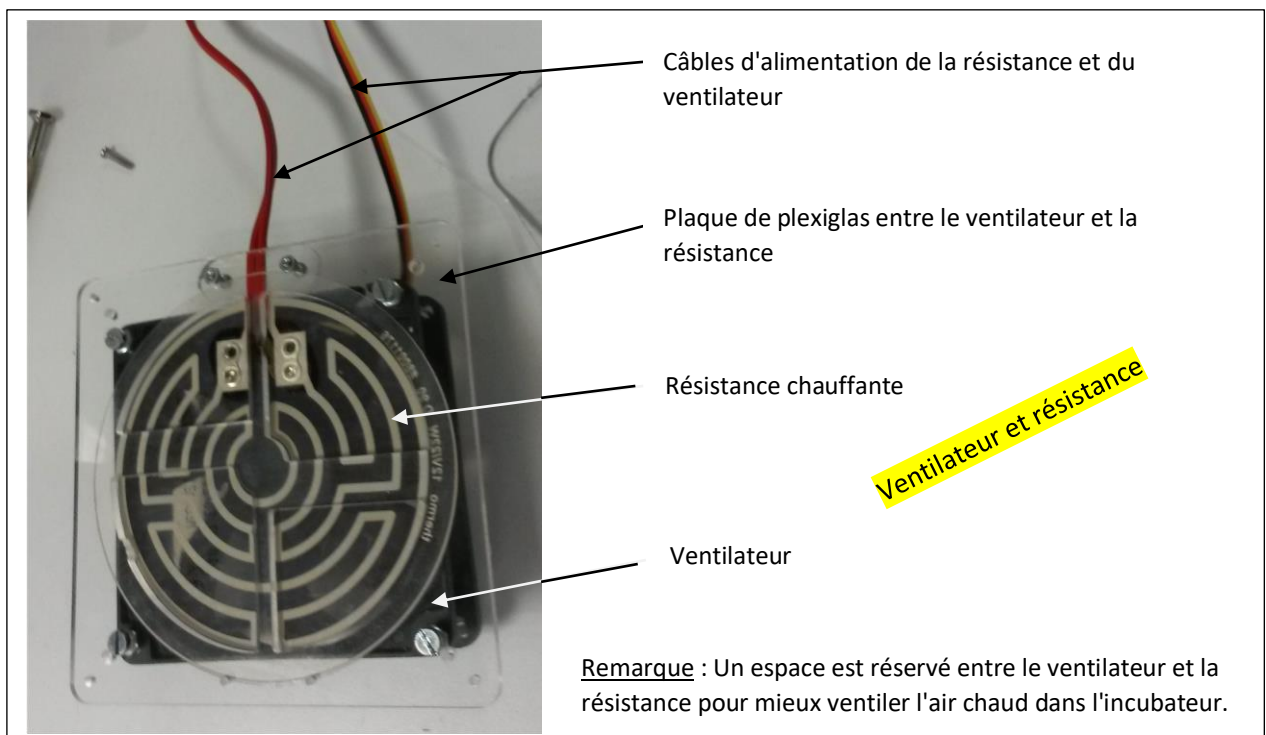
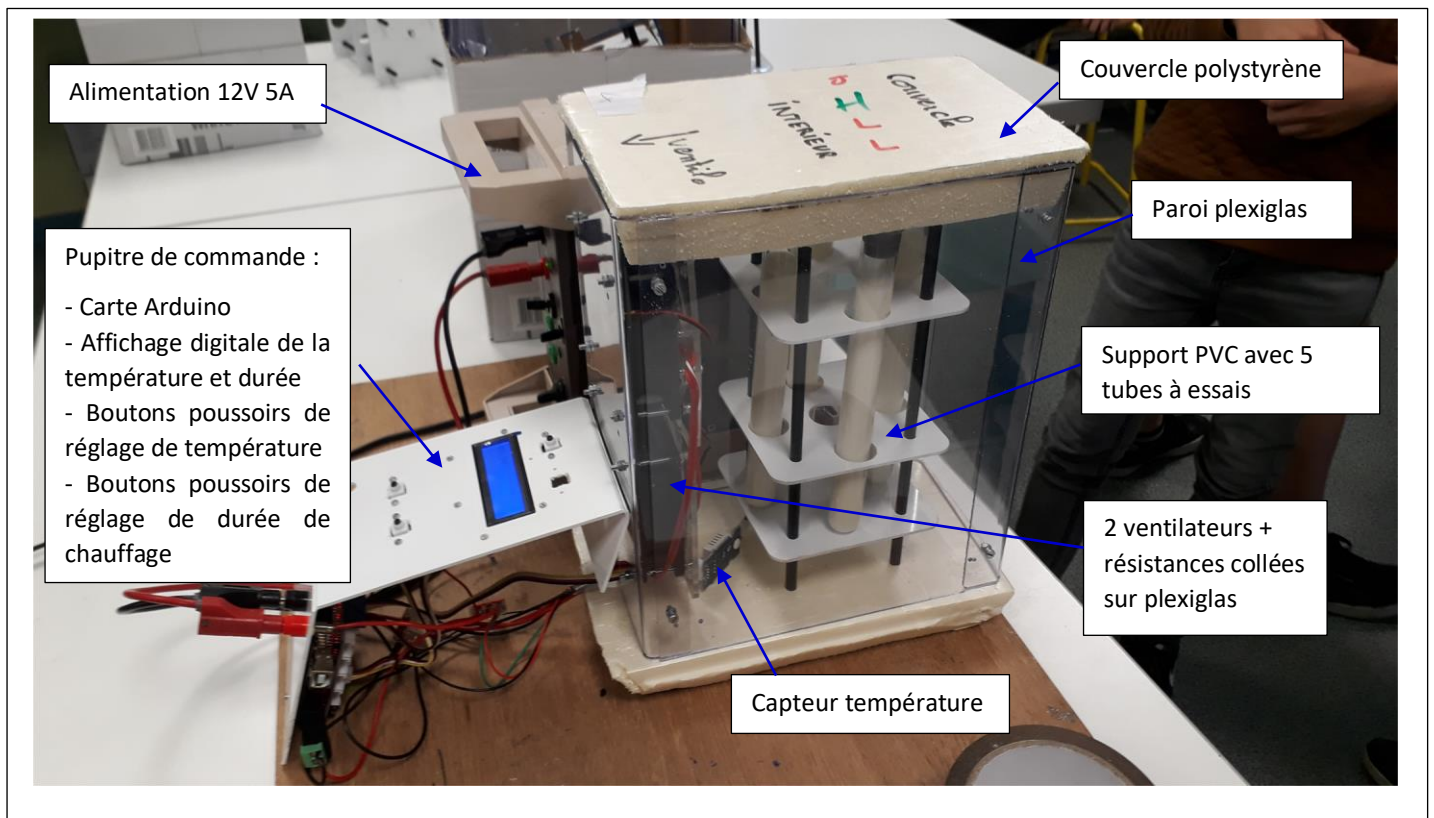
Les élèves, dans le cours de Technologie, entament une réflexion et proposent divers protocoles expérimentaux qui sont discutés en classe entière ou en groupes. Les élèves tâtonnent, cherchent, et de nombreuses idées émergent. Le professeur de SVT revient au besoin préciser ses exigences auxquelles les élèves devront répondre. Un cahier des charges se construit alors...

La "yaourtière" ou "incubateur" doit répondre aux exigences suivantes :

- 1) Avoir un système de chauffage ventilé programmable et pouvant atteindre la température de 50°C
- 2) Une fois cette température atteinte, elle doit rester stable à 1.5°C près pendant 5 heures.
- 3) Les parois doivent être transparentes pour voir éventuellement les transformations du lait en yaourt.
- 4) Le système doit pouvoir accueillir verticalement 5 tubes à essais bouchés.
- 5) L'appareil doit être le moins coûteux possible.

Matériel et réalisation en technologie:

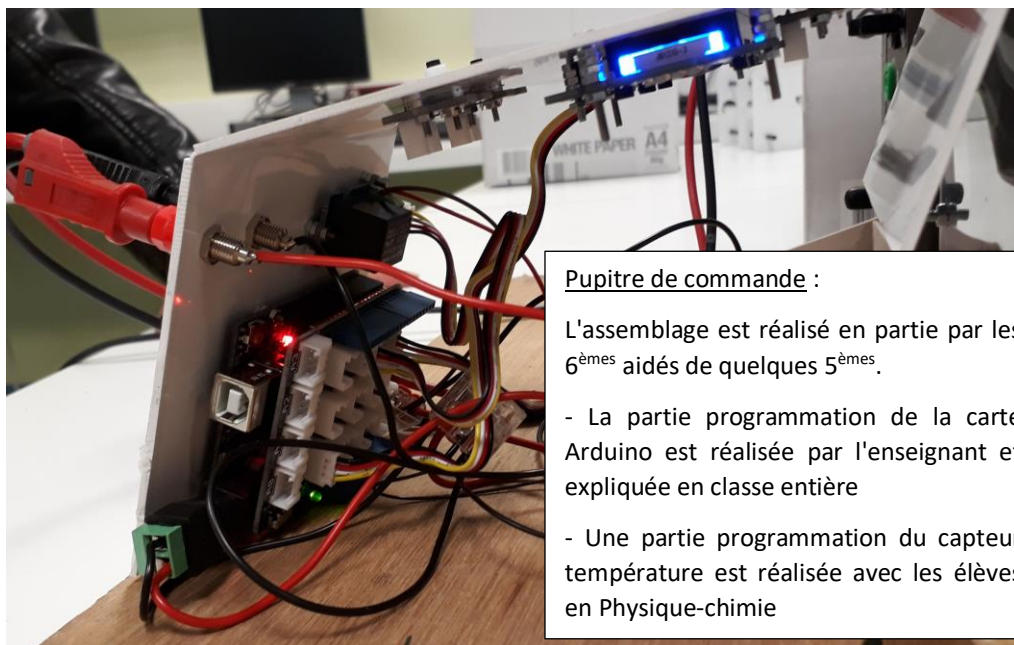
- Des plaques de PVC et plexiglas thermo-pliables transparentes
- Des tiges de plastique
- Des plaques de polystyrène
- Des ventilateurs d'alimentations de PC
- Des résistances chauffantes
- De la visserie diverse
- Miniperceuses, thermo-plieuse, fraiseuse à commande numérique, cisaille etc...
- PC avec Edrawing, suite Office, IDE Arduino + ardublock
- Autant de cartes Arduino que d'incubateurs
- Composants Grove Shield pour carte UNO, capteurs de température, relai, et facultativement boutons poussoirs, buzzer, écran LCD
- Générateurs électriques 12V 5A (anciens générateurs de Physique-chimie)



Carte Arduino + Shield Grove



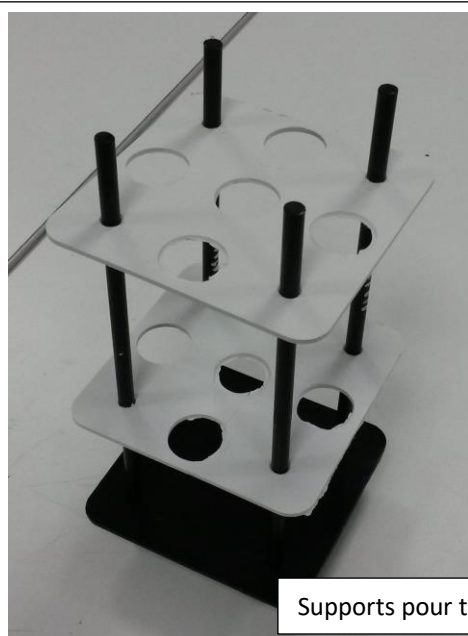
Capteur de température



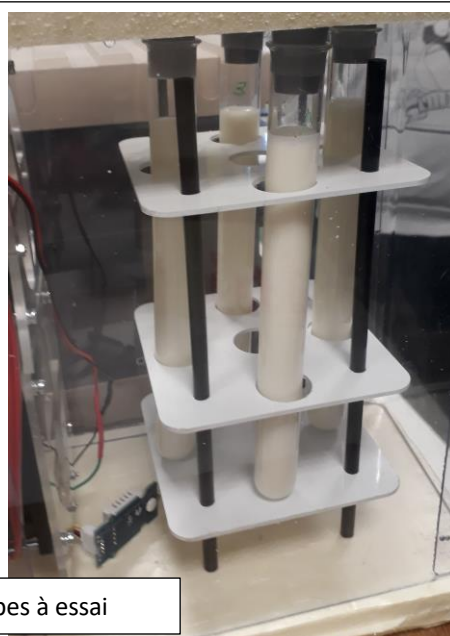
Pupitre de commande :

L'assemblage est réalisé en partie par les 6^{èmes} aidés de quelques 5^{èmes}.

- La partie programmation de la carte Arduino est réalisée par l'enseignant et expliquée en classe entière
- Une partie programmation du capteur température est réalisée avec les élèves en Physique-chimie



Supports pour tubes à essai



- Le coût pour 80 élèves de 6^{ème} (un incubateur pour 4 à 5 élèves) est assez élevé la première année. Il faut compter sur 1800€. Les années suivantes, ce coût est estimé à seulement 200€ de consommable (essentiellement du plastique) car le reste du matériel est réutilisable.

Remarque : Les cartes Arduinos sont utilisées tout au long de l'année par les autres classes en cycle4.

Programmation en Physique-chimie :

- Une partie programmation concernant les capteurs de température est réalisée en Physique-chimie.

✓ **Phase 1 :**

Les élèves doivent proposer un **schéma logique** permettant de maintenir la température constante en pilotant la résistance chauffante.

Ce travail sera l'occasion de revenir sur les notions de **grandeurs mesurables**, **d'unités** et **d'appareils de mesure**.

Les **énergies** et leurs **conversions** pourront être abordées en étudiant le fonctionnement de la résistance chauffante et du ventilateur de la yaourtière.

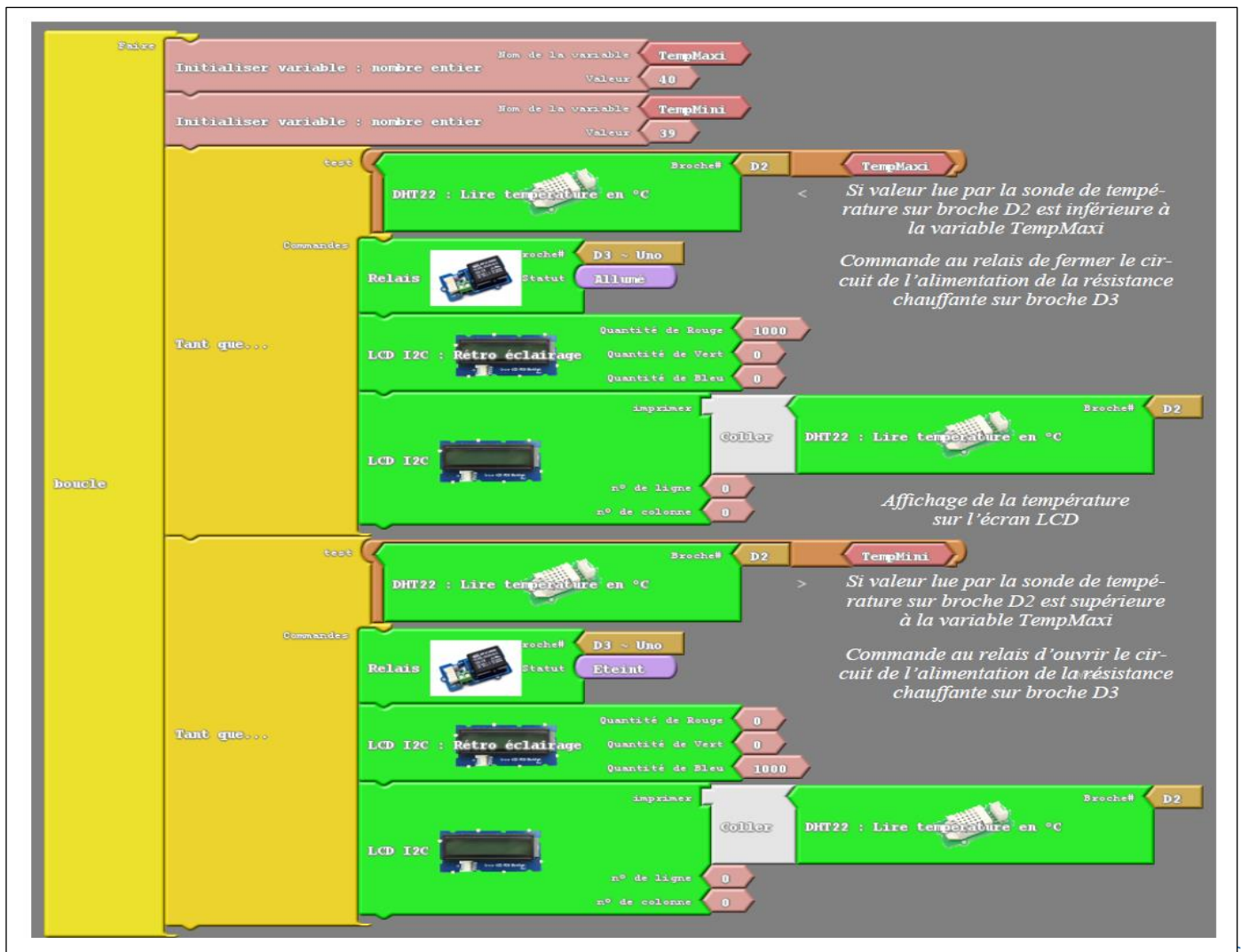
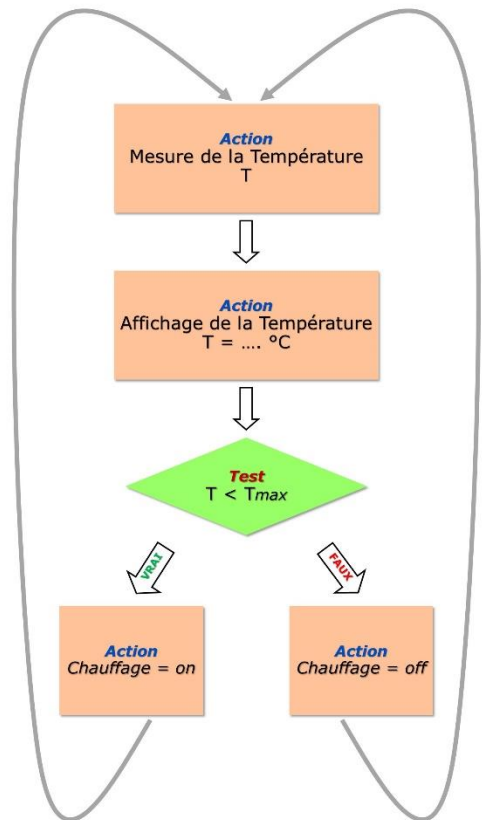
✓ **Phase 2 :**

La programmation se fait en utilisant le module Ardublock. Les élèves devront assembler les « blocs » sélectionnés pour obtenir construire un programme répondant aux attentes.

✓ **Phase 3 :**

Test des yaourtières : suivi de la température et déclenchement des ventilateurs.

Le programme (disponible en [ressources](#)) élaboré par les élèves et téléversé par l'enseignant sur la carte Arduino est le suivant :



Protocole en SVT :

- Les élèves cherchent d'abord à répondre au problème suivant : Comment fabrique-t-on du yaourt ? : "Avec du lait"

On réalise alors une comparaison lait / yaourt sur la saveur et la consistance :

	Lait	Yaourt nature
Consistance	liquide	Plus solide
Présence de sucre	+	-
Présence d'acide	-	+

Remarque : L'absence de sucre dans le yaourt suppose que le sucre présent naturellement dans le lait a disparu et qu'un acide a été utilisé ou est apparu lors de la fabrication du yaourt.

- Puis on cherche à déterminer ce qu'il y a dans le yaourt :

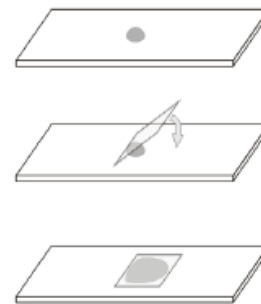
① TP observation au microscope du yaourt (protocole fiche éduscol cycle3)

Matériel et réactifs :

- Surnageant de yaourt
- Pipette Pasteur
- Lame
- Lamelle
- Bleu de méthylène
- Microscope optique

Mode opératoire :

1. Marquer le côté de la face supérieure de votre lame avec un petit point de blanc correcteur afin de repérer là où le surnageant de yaourt va être déposé.
2. Prélever une goutte de surnageant avec une pipette Pasteur et la déposer au centre de la lame qui doit être bien propre et sèche.
3. Prélever une goutte de colorant de bleu de méthylène et la déposer sur la goutte de surnageant.
4. Déposer une lamelle selon le schéma ci-dessus en évitant d'emprisonner des bulles d'air.
5. Observer au microscope optique, à forte luminosité, à l'objectif $\times 40$.



Remarque : l'observation sera de meilleure qualité à partir d'un grossissement $\times 600$

Divers protocoles permettent l'observation des bactéries lactiques et sont proposés sur Eduscol.

- Les élèves voient que le yaourt contient des micro-organismes qui sont des bactéries et en déduisent que peut-être faut-il en ajouter au lait pour fabriquer le yaourt.

② Protocole expérimental de la fabrication du yaourt

Matériel à disposition :

- Un yaourt nature.
- Lait demi-écrémé UHT tiède.
- Des ferments lactiques du commerce (contient les bactéries lactiques)
- Un scalpel.
- Du jus de citron (acide).
- Le surnageant du yaourt.
- Une "yaourtière" réalisée en technologie.
- 5 tubes à essai + bouchons.

Remarque : Les bactéries ayant été observées dans le surnageant du yaourt, il conviendra d'envisager la fabrication du yaourt à partir du surnageant seul mélangé au lait ou du yaourt + le lait

N° tube	Ingrédients	Température	Résultat
1	Lait	45°C	
2	Lait + jus de citron	45°C	
3	Lait + yaourt	45°C	
4	Lait + une pointe de ferment lactique	45°C	
5	Lait + surnageant du yaourt	45°C	

Expériences diverses proposées
 (Chaque groupe teste une température différente : 25, 30, 35, 40, 45°C)

Remarque 1 : Pour des raisons pratiques et dans le but d'obtenir des résultats utilisables, il a été imposé aux élèves de bloquer la durée de l'expérience sur 5 heures.

Remarque 2 : Les expériences présentées ici sont celles proposées par les élèves. Ce n'est donc qu'un exemple et d'autres expériences peuvent être envisagées selon les classes.



③ Résultats

- L'odeur et la consistance sont "appréciés" en prélevant un peu du contenu du tube avec un scalpel.
- Du yaourt n'est réellement apparu que dans les incubateurs à 40 ou 45°C.



N° tube	Ingrédients	Température	Résultat
1	Lait	45°C	Lait
2	Lait + jus de citron	45°C	Consistance du yaourt avec liquide surnageant mais cela n'a pas l'odeur du yaourt
3	Lait + yaourt	45°C	Yaourt ferme
4	Lait + une pointe de ferment lactique	45°C	Yaourt ferme
5	Lait + surnageant du yaourt	45°C	Consistance proche du yaourt mais moins ferme

4 Interprétation des résultats et conclusion

- Les élèves doivent individuellement au vu des résultats des différents groupes écrire un texte qui expliquera ce qui s'est passé dans les tubes où du yaourt est apparu.

Aide majeure 1 : interpréter les résultats

Dans les expériences à 45°C, les bactéries ont permis la transformation du lait en yaourt ☐ vrai ☐ faux

Dans les expériences à 30°C, les bactéries ont permis la transformation du lait en yaourt ☐ vrai ☐ faux

Aide uniquement si le jus de citron a été utilisé par les élèves (aide majeure 4 également)

Aide majeure 2 : interpréter les résultats

Le lait devient plus consistant grâce

<

 au jus de citron qui est acide
 aux bactéries

 $\xrightarrow{\text{donc}}$ il faut l'acide
 $\xrightarrow{\text{donc}}$ les bactéries rejettent de l'acide

Aide majeure 3 : interpréter les résultats



Pour des élèves en difficulté face à ce genre d'exercice, un document vidéo extrait de "c'est pas sorcier" ou "E=M6" par exemple est proposé via un QR code ou l'application "Aurasma".

Voir tutoriels sur le site académique : [Aurasma](#) - [QR code](#)

Aide majeure 4 : rédiger la conclusion

Avec des bactéries lactiques mélangées à du celui-ci est devenu du..... à  35°C
45°C

Cela signifie que ce sont les qui ont transformé le lait en yaourt.

J'ai vu avec le jus de citron que le lait devient
plus solide et je sais que les bactéries rejettent  du jus de citron acide
de l'acide lactique

J'en déduis donc que c'estrejeté par les bactéries qui a transformé le lait en yaourt

Aide mineure 1 : interpréter les résultats

Compare les résultats à 35°C et à 45°C.

Aide mineure 2 : interpréter les résultats

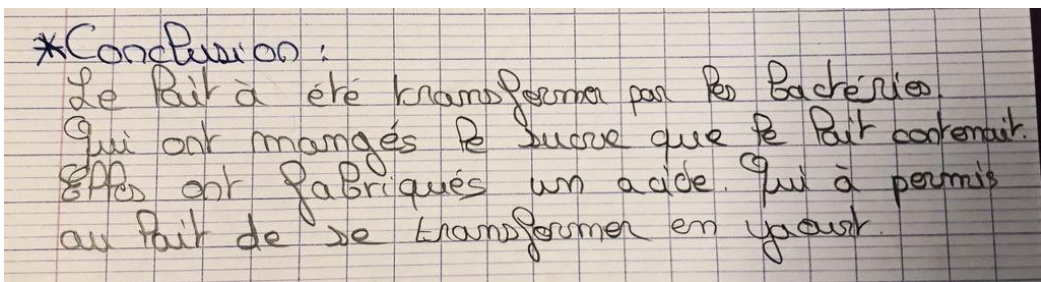
Compare les consistances obtenues lorsqu'il y a le jus de citron et lorsqu'il y a les bactéries.

Aide mineure 3 : rédiger la conclusion

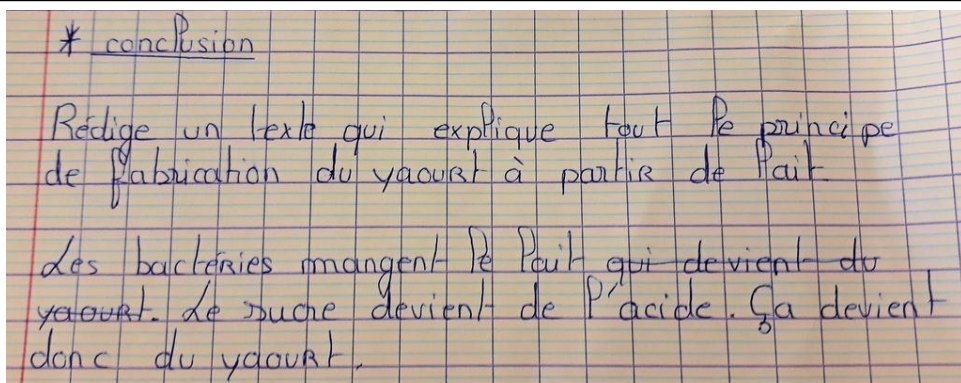
Détermine le rôle que peut avoir l'acide dans le changement de consistance du lait et prend en compte l'origine de cet acide.

Dans ta conclusion n'oublie pas les conditions indispensables au développement des bactéries

Quelques conclusions d'élèves :



***Conclusion :**
Le lait a été transformé par les bactéries.
Qui ont mangés le sucre que le lait contenait.
Elles ont fabriqués un acide. Qui a permis
au lait de se transformer en yaourt.



*** conclusion**
Rédige un texte qui explique tout le principe
de fabrication du yaourt à partir de lait.
Les bactéries mangent le lait qui devient du
yaourt. Le sucre devient de l'acide. Ça devient
donc du yaourt.

Conclusion:

Pour faire le yaourt il faut du lait, du ferment lactique, une température de 45°C , durée de 5h. Les bactéries ont le rôle de manger le sucre et rejeter de l'acide car l'acide a le rôle de solidifier le lait.

* interprétation des résultats:

- Quelles sont les conditions expérimentales permettant la fabrication du yaourt?

Pour faire du yaourt il faut une température de 35°C si elle est à 40°C le yaourt est trop ferme donc celle à 35°C ni trop ferme ni trop dur.
Pour faire du yaourt il faut du lait, des bactéries, la température à 45°C .

* Conclusion

du lait
bactérie

Il faut mettre les bactéries dans le lait. il faut mettre le lait à 45°C pendant 5 heures.

les bactéries ont mangé le sucre et ont rejeté de l'acide qui a durci le lait.

Ressources :

- [Capture d'écran du programme en blocs](#), réalisé par les élèves. Il permet de programmer les cartes Arduino avec pour instruction d'atteindre une température définie et de la conserver. L'utilisateur de la "yaourtière" devra manuellement l'éteindre au bout du temps désiré.

- Tutoriel vidéo déposé sur le réseau et mis à disposition des élèves pour les aider à programmer les cartes. Pour des raisons de limitation d'espace de stockage sur le serveur académique, la vidéo est décomposée en deux parties : [part1](#) et [part2](#)

Remarque : dans le chapitre programmation en Physique-Chimie, le programme présenté inclut une prise en charge d'un écran LCD qui indique la température.