



RÉGION ACADEMIQUE
MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE
MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION



Collège Edmond BAMBUCK

Présente



Fruit DoM: Une pulpe fiction

Encadrement : Laurent ROUQUIER (Physique Chimie)

Avec l'aimable participation du Dr Henry JOSEPH



AVERTISSEMENT

Ce projet a démarré en octobre 2019, pour une présentation à l'édition 2020. Sur certaines photos, des élèves apparaissent donc non masqués. Le concours 2020 ayant été annulé, il a été repris et amélioré avec une nouvelle équipe cette année.

Introduction

Connue pour ses plages ensoleillées, la Guadeloupe, cette île merveilleuse, est aussi le royaume de l'eau, qui y coule à profusion. Parmi ses premiers habitants, les indiens Caraïbes ne l'appelaient-ils pas Karukéra, l'île aux belles eaux ? Sous ce climat tropical, se développe une biodiversité extraordinaire...De délicieux fruits variés poussent à profusion.



À l'heure où l'on tente d'échapper aux pesticides et aux importations alimentaires en cultivant notre jardin, nous nous heurtons à une difficulté : nos arbres fruitiers produisent beaucoup, sur une courte période, induisant chaque année un énorme gaspillage : des tonnes et des tonnes de fruits périssent au pied des arbres, sans être consommés.



Nous, élèves du collège Edmond BAMBUCK du Gosier, nous nous sommes penchés sur le problème, avec notre équipe de choc :



Photo : notre équipe qui reçoit le Dr Henry JOSEPH le 4 février 2021

Quelle solution écologique pourrions-nous mettre au point pour éviter le gaspillage des fruits en Guadeloupe ?

Des solutions de conservations existent, comme la congélation. Cette dernière occasionne un problème de place pour le stockage et surtout une consommation d'énergie très importante, tout au long du temps de conservation, d'autant plus sous notre climat chaud ! Nous avons donc pensé à la déshydratation, utilisé notamment par notre partenaire, le Docteur Henry JOSEPH, dans son laboratoire Phytobôkaz pour conserver ses extraits de plantes. Dans une démarche soucieuse de préserver notre planète, nous souhaitions également que notre système soit autonome en énergie.

Partie 1 : La déshydratation permet-elle de conserver correctement les fruits ?

1) La déshydratation permet-elle de conserver les fruits, tout en préservant un volume de stockage raisonnable ?

Protocole 1 : La conservation du fruit



Nous avons placé une goyave fraîche et une goyave déshydratée au frigo et une goyave fraîche et une goyave déshydratée à l'air libre. Nous observons leur évolution au fil du temps.

Après 1 semaine :

A l'extérieur, dès la première semaine, la goyave fraîche a séché et moisi.

Au frigo, la goyave fraîche commence à s'altérer

Dans les deux cas, les goyaves déshydratées sont intactes.





Après 2 semaines :

Les goyaves fraîches continuent à s'altérer

Les goyaves déshydratées restent intactes

Après 1 mois :

Au frigo, les goyaves fraîches ont continué à s'altérer, les moisissures ont complètement colonisé la goyave fraîche restée à l'extérieur.

Dans les deux conditions, les goyaves déshydratées sont intactes.

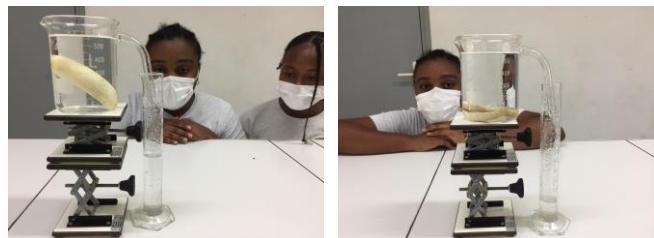


Conclusion expérimentale : La déshydratation permet bien de conserver les fruits, même en les laissant à l'air libre, durant de nombreuses semaines. La mise au frais, au frigo énergivore, n'est même pas indispensable.

Explication : Le pourrissement du fruit se fait sous l'action de moisissures et de bactéries. La déshydratation prive ces microorganismes d'eau. Ils ne peuvent ainsi se développer. Le fruit se conserve alors.

Protocole 2 : le volume de stockage

- On plonge une petite banane dans un vase à trop plein. On mesure le volume d'eau déplacé.
- On déshydrate la banane et on recommence l'expérience.



	Banane fraîche	Banane déshydratée	Différence
Volume	58 ml	22 ml	-62 %

Conclusion expérimentale : La déshydratation permet de réduire considérablement le volume de stockage des fruits.

2) La déshydratation permet-elle de conserver les bienfaits des fruits ?

Les fruits ont la réputation d'être bons pour la santé. Ainsi, « pour être en forme, il est recommandé de consommer 5 fruits et légumes par jour ».

Les fruits nous apportent des **glucides**, molécules indispensables pour produire l'**énergie** nécessaire au fonctionnement de nos cellules. Ils sont un apport en « sucres rapides » mais aussi en « sucres lents », qui permettent un apport en énergie sur une longue durée.

Les fruits sont une excellente source de **vitamines**, la plupart des vitamines du groupe B (sauf la B12), les vitamines antioxydantes C et E et le bêta-carotène. Ils contiennent aussi d'autres antioxydants, comme les polyphénols, caroténoïdes et flavonoïdes. Les antioxydants protègent l'organisme de nombreuses maladies.

Les vitamines sont extrêmement importantes pour notre corps qui en a besoin et ne sait pas les synthétiser. A ce titre, nos fruits tropicaux s'avèrent particulièrement intéressants. Pour exemple, la vitamine C participe à des centaines de processus dans l'organisme ! Elle permet notamment le renforcement du système immunitaire, active la cicatrisation des plaies, participe à la formation des globules rouges etc...

Fruits	Quantité de vitamine C pour 100g de fruit
Pomme	30 mg
Mandarine	50 mg
Mangue verte	128 mg
Piment	140 mg
Goyave	300 à 900 mg
Cerise pays	4700 mg

Quantité de Vitamine C contenue dans 100g de fruit (d'après entretien avec le Dr Henry JOSEPH)

La **cerise pays** apparaît comme ayant une teneur en vitamine C bien au-dessus de tous les autres fruits ! C'est le champion mondial !

Les fruits apportent également des **minéraux** : potassium, magnésium, manganèse, calcium ou fer.

Enfin, les fruits sont riches en **fibres**, très importantes pour le transit intestinal. Elles ont un effet coupe faim, intéressant lorsqu'on souhaite perdre du poids. Elles sont une source de nourriture pour notre microbiote, ces milliards de microorganismes qui vivent dans notre tube digestif et dont les multiples bénéfices ne cessent d'être découverts ces dernières années.

Nous avons tenté de vérifier si ces bénéfices des fruits étaient conservés lors de la déshydratation.

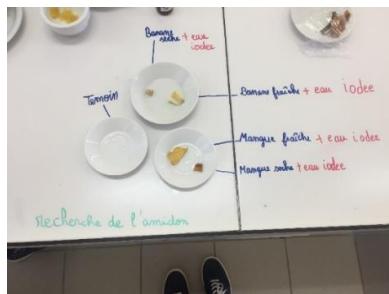
Protocoles : Pour chaque expérience, nous avons à chaque fois réalisé

- Un témoin avec le réactif et de l'eau

- Un test avec de la banane fraîche
- Un test avec de la banane déshydratée
- Un test avec de la mangue fraîche
- Un test avec de la mangue déshydratée

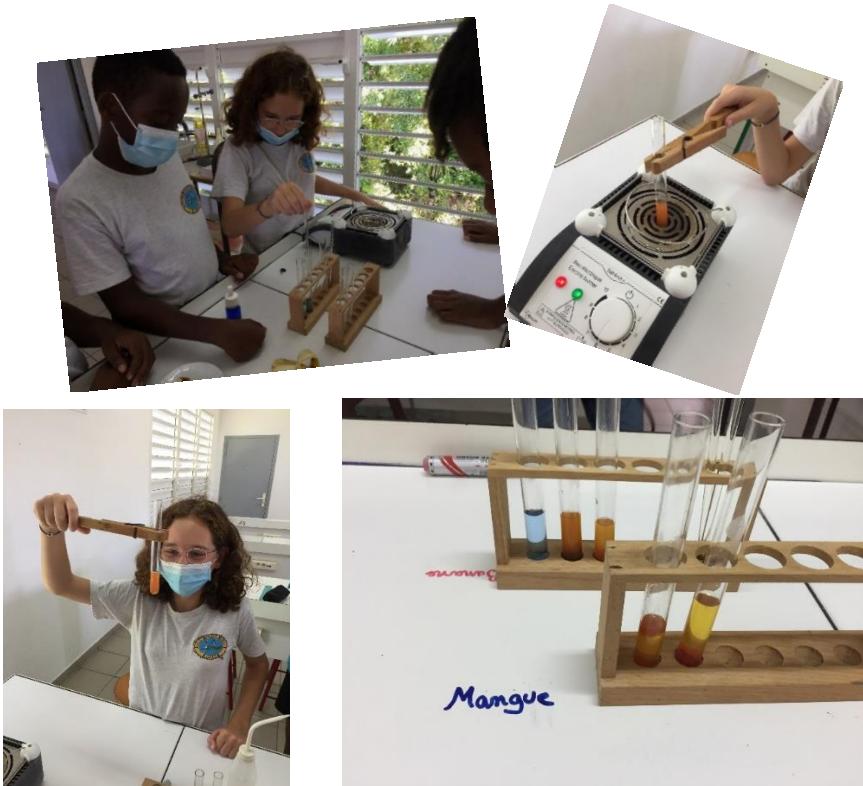
a) Conservation des glucides

Nous avons d'abord cherché à montrer que les fruits déshydratés conservaient l'**amidon**, le « sucre lent » contenu dans certains fruits.



En présence d'amidon, l'eau iodée brune devient violète foncée. On constate que la banane fraîche contient de l'amidon, et que c'est aussi le cas de la banane déshydratée. La réaction est moins évidente dans la mangue qui en contient manifestement beaucoup moins.

Pour les sucres rapides, on utilise la liqueur de Fehling. En présence de sucre simple (rapide), la liqueur de Fehling bleue fait un précipité rouge brique lorsqu'on la chauffe.



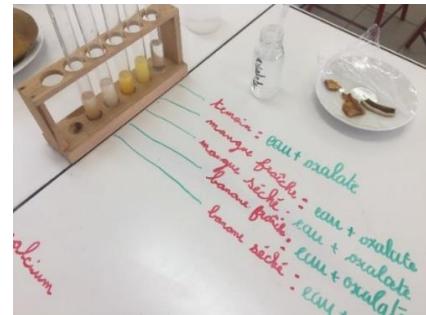
On constate la présence de sucres simples dans les fruits déshydratés, tout autant que dans les fruits frais.

b) Conservation des sels minéraux

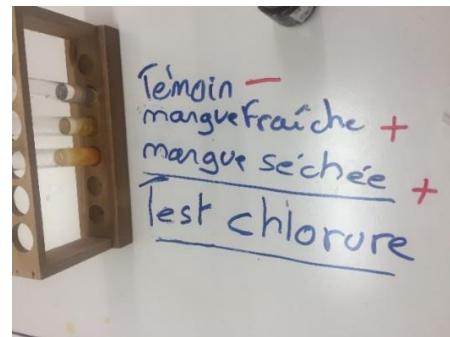
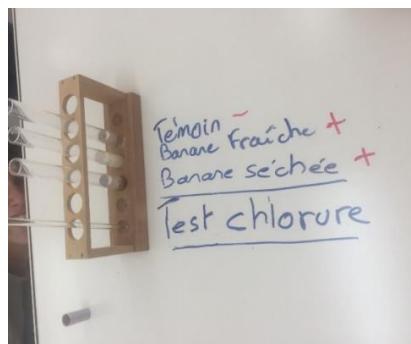
- Le Calcium

En présence de calcium, l'oxalate d'ammonium incolore fait un précipité blanc.

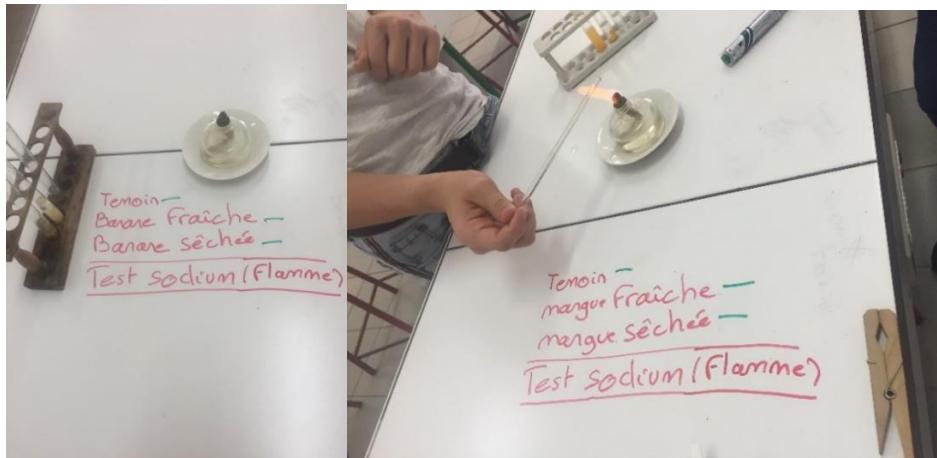
Les fruits déshydratés, tout comme les fruits frais contiennent du calcium



- Les chlorures



- Le sodium

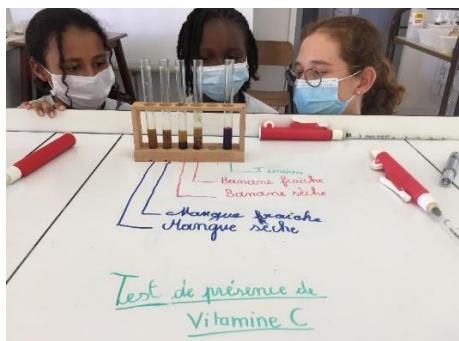


On constate que lorsque les éléments minéraux sont présents dans les fruits frais, ils sont conservés dans les fruits déshydratés.

c) Conservation des vitamines

Les vitamines sont fragiles. Certaines, comme la vitamine C sont thermosensibles, c'est-à-dire, qu'elles sont détruites par la chaleur. Cependant, elles sont conservées, si la température ne dépasse pas 60°C, ce qui est le cas, avec notre déshydrateur. Nous avons donc voulu vérifier que la déshydratation n'altérait pas la

vitamine C. Pour cela, nous avons utilisé le permanganate de potassium, normalement violet, mais qui se décolore en présence de vitamine C.



On constate que le permanganate de potassium est effectivement décoloré avec les fruits frais, comme avec les fruits déshydratés : les fruits déshydratés conservent donc bien leur vitamine C.

d) Conservation des fibres

Nous n'avons pas réussi à mettre au point un protocole satisfaisant pour mettre en évidence la conservation des fibres. Il est cependant admis, dans la littérature, que les fruits déshydratés sont, justement, très riches en fibres.

Conclusion pour la conservation :

La déshydratation est donc une méthode peu connue, mais très efficace pour conserver les fruits. Elle permet de diminuer le volume de stockage et surtout, conserve les bienfaits des fruits, aussi bien au niveau énergétique qu'au niveau des fibres, des éléments minéraux et des précieuses vitamines.

Partie2 : Comment construire un déshydrateur respectueux de l'environnement ?

1) De quelle couleur devrait-on faire notre déshydrateur pour qu'il chauffe suffisamment ?

Hypothèse :

Les couleurs sombres chauffent plus vite au Soleil, nous devrons donc fabriquer notre déshydrateur en couleur foncée pour que les fruits bénéficient de plus de chaleur.

Fabrication de la maquette :



Pour fabriquer notre maquette, nous avons récupéré deux descentes de gouttières en PVC, l'une étant blanche, l'autre gris foncé.
Les 2 tubes ont été coupés à la même longueur puis placés sur une planche.



Protocole :

- Remplir 2 bouteilles d'eau de 50 cl
- Mesurer, à l'aide d'un thermomètre analogique, la température de l'eau dans chaque bouteille
- Placer les bouteilles d'eau dans 2 tubes en PVC (blanc et gris)
- Placer l'ensemble au Soleil pendant 5 h (de 7h à 12h)
- Mesurer la température dans les 2 bouteilles.

Résultats :

A partir des résultats obtenus, nous calculons les différences de température.

Jour de la semaine	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Tube blanc	-0.9°C	+8.8°C	+5.3°C	+3.6°C	+1.5°C
Tube gris	+0.3°C	+13.4°C	+8.8°C	+7.1°C	+4.5°C

En moyenne, la température de l'eau dans le tube gris est supérieure de 3.06°C par rapport à celle du tube blanc.

Explications du phénomène :

La couleur des objets est liée aux lumières que ces objets absorbent ou pas.

Le blanc est composé de tout le spectre lumineux : la couleur blanche réemet donc tous les rayons.

L'énergie lumineuse absorbée par un objet de couleur va être convertie en énergie thermique.

Le blanc, réémettant tous les rayons, chauffe donc moins au Soleil que le noir qui les absorbe tous.



Conclusion : Afin que les fruits contenus dans le déshydrateur, reçoivent le plus de chaleur possible, nous devons le fabriquer en noir.

2) Quels matériaux devrait-on utiliser pour fabriquer notre déshydrateur afin d'obtenir une température suffisante pour sécher nos fruits ?

Hypothèse :

Le métal, utilisé notamment pour la fabrication des poêles, est un très bon conducteur de chaleur.

Construire notre déshydrateur en métal nous permettra d'obtenir la température la plus élevée.



Fabrication de la maquette :

Dans cette expérience, nous allons tester 3 matériaux : métal, bois et PVC transparent.

Pour cela, nous avons réalisé une maquette comprenant 4 compartiments séparés par des cloisons en bois (sur une planche en bois).

Trois compartiments sont recouverts des différents matériaux testés. La 4^{ème} zone sera notre témoin et laissée à l'air libre.

Protocole :

- Mesurer, à l'aide d'un thermomètre analogique, la température dans chaque compartiment.
- Placer l'ensemble au Soleil pendant 5 h (de 7h à 12h)
- Mesurer la température dans les 4 compartiments toutes les heures.



Résultats :

	7h	8h	9h	10h	11h	12h
Bois	28.4	27.4	28.5	33.2	41.9	42.6
Métal	28.6	29.2	29.8	41.2	43.6	48.7
Plexiglass	28.9	30.2	30.8	56.6	58.7	59.4
Témoin	27.8	28.5	32.6	38.7	44.6	47.2



D'après nos mesures, on peut constater :

- Le compartiment recouvert de **bois** met plus de temps à chauffer et reste toujours le plus froid.
- Le compartiment recouvert de **métal** chauffe relativement vite et permet d'obtenir une température supérieure à celle mesurée à l'air libre.
- Le compartiment recouvert de **plexiglas** est le plus chaud quelques soient les conditions.
- Le compartiment **témoin** (à l'air libre) est presque aussi chaud que celui recouvert de métal lorsque le dispositif est au Soleil mais la température varie rapidement en cas de passages nuageux.

Explications du phénomène :

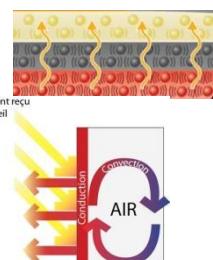
La chaleur peut se transmettre de 3 façons : par convection, par conduction et par rayonnement.

Le phénomène de **convection** aura lieu à l'intérieur de notre déshydrateur.

Le phénomène de **conduction** thermique est un transfert à l'échelle microscopique de l'agitation moléculaire « de proche en proche ».

Le Soleil nous envoie de l'énergie lumineuse sous forme de **rayonnement**.

Dans notre expérience, ce dernier phénomène est prépondérant puisque le plexiglas est le compartiment le plus chaud.



Conclusion : Contrairement à ce que nous pensions, le plexiglas nous permettrait d'obtenir une température plus élevée. Cependant, en dépassant 55°C, certaines vitamines seraient détruites.

Le métal est donc le matériau le plus adapté à nos besoins

3) Est-il nécessaire d'installer un système de ventilation dans notre déshydrateur ?

Hypothèse :

En permettant un renouvellement de l'air (ventilation), notre déshydrateur sera plus performant.

Fabrication de la maquette :

A partir d'une descente de gouttière, nous avons fabriqué 2 cheminées de même taille.

A la base de l'une d'elles, nous avons percé de nombreux trous afin de permettre à l'air d'y circuler.

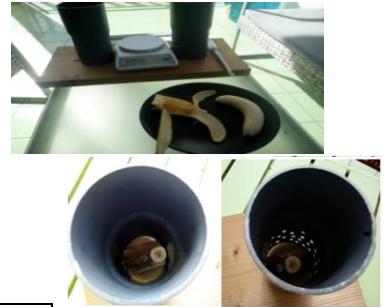
La sortie de chaque tube sera bouchée par du film plastique.



Protocole :

- Peser 2 morceaux de banane de masse égale (masse à t=0)
- Déposer dans chacun des tubes un morceau.

- Boucher ensuite les tubes à l'aide de film plastique.
- Effectuer une nouvelle pesée à t=4h puis t=8h.



Résultats :

Nous avons effectué des mesures sur 6 jours.

Ci-dessous les résultats de J3 :

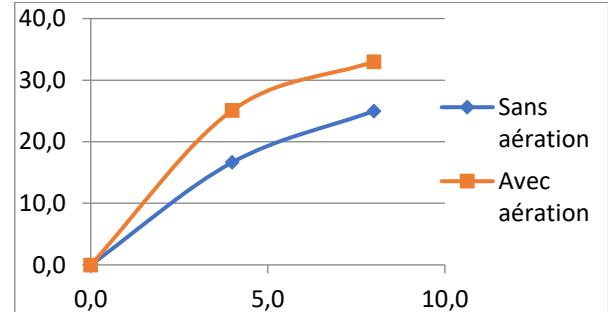
	tube troué		tube sans trou		météo
	Masse (g)	%masse perdue	Masse (g)	%masse perdu	
t=0	12,0	0,0	12,0	0,0	
t=4h	9,7	19,2	10,1	15,8	pluie
t=8h	8,3	30,8	9,0	25,0	beau temps

Moyenne des résultats :

	%masse perdue (avec troué)	%masse perdue (sans trou)
t=0	0,0	0,0
t=4h	25,1	16,7
t=8h	33,0	25,0

Pourcentage de masse perdue en fonction du temps (avec et sans aération)

Observation : La ventilation permet au fruit de sécher plus rapidement.



Explications du phénomène :

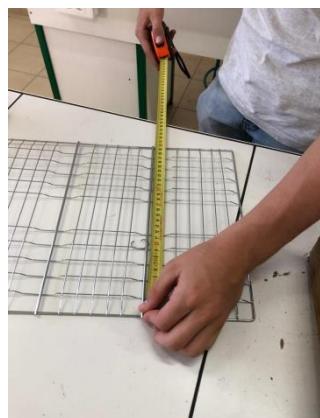
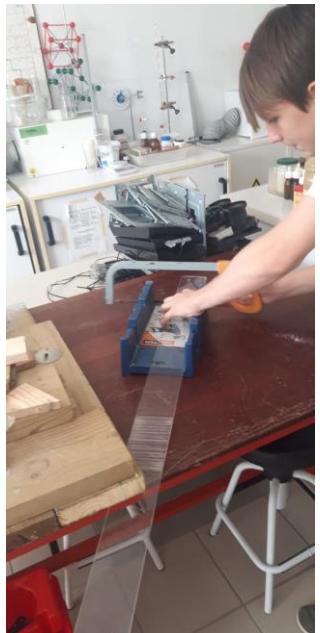
En Guadeloupe, nous avons un climat chaud et humide toute l'année. En fait le taux d'humidité est d'environ 80% toute l'année.

Le pourcentage d'humidité exprime le rapport entre la masse de vapeur d'eau présente par mètre cube d'air et la masse de saturation de la vapeur d'eau.

L'air de Guadeloupe étant déjà humide, l'air du déshydrateur va vite se retrouver saturé en vapeur d'eau lors de la déshydratation des fruits.

Conclusion : Avec le climat humide que nous avons en Guadeloupe, il est indispensable d'avoir un système de ventilation efficace dans notre déshydrateur.

Fabrication de notre déshydrateur



Partie3 : Tests de performance et amélioration du prototype

1) Notre prototype déhydrate-t-il correctement les fruits ?

Pour tester l'efficacité de notre déshydrateur, nous avons décidé de déshydrater une prune cythère. Ce fruit, riche en eau (environ 80%), est présent en grande quantité sur notre territoire.

Protocole :

- Peser 2 morceaux de prune cythère mûre
- Les placer dans le déshydrateur
- Au bout de 72h, effectuer une nouvelle pesée



Résultats :

masse initiale	masse d'eau	masse finale	masse perdue	% eau évaporée
16,7g	13,4g	12,8g	3,9g	29,2
16,6g	13,3g	13,3g	3,3g	24,8

Observations :

Au bout de 3 jours, les morceaux de fruit n'étaient pas correctement déshydratés. Le fruit était encore juteux et très bon.



Amélioration du protocole :

Nous avons tenté d'augmenter le temps de séchage mais des moucherons et une dégradation du fruit sont apparus avant la fin de la déshydratation.

Conclusion : Nous devons augmenter la performance de notre prototype afin que notre déshydrateur soit fonctionnel.



2) Notre modification permet-elle d'obtenir une température plus élevée à l'intérieur du déshydrateur ?

Hypothèse :

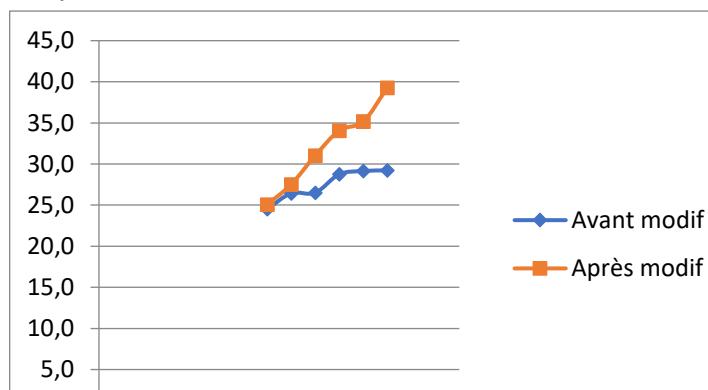
En laissant rentrer de l'énergie lumineuse à l'intérieur du déshydrateur, la température interne de celui-ci est plus élevée.

Protocole :

- A l'aide d'un thermomètre analogique, mesurer la température à l'intérieur du déshydrateur
- Renouveler la mesure toutes les heures (de 7h à 12h)
- Après modification du déshydrateur, refaire l'expérience

Résultats : Les résultats présentés sont les moyennes des mesures effectuées sur une semaine.

	Avant modif	Après modif
7h	24,5°C	25,1°C
8h	26,4°C	27,5°C
9h	26,5°C	31,0°C
10h	28,8°C	34,1°C
11h	29,2°C	35,2°C
12h	29,2°C	39,3°C



Conclusion : Notre modification a permis d'augmenter la température à l'intérieur de notre déshydrateur (jusqu'à 10°C en moyenne à midi)

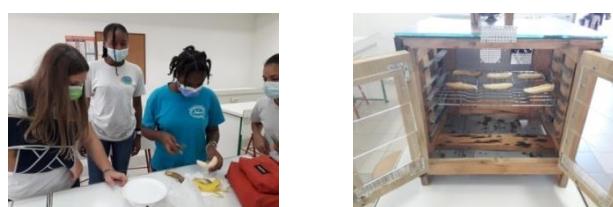
3) Notre modification permet-elle de déshydrater les fruits plus rapidement ?

Hypothèse :

La température de notre déshydrateur étant plus élevée, notre fruit va sécher plus vite.

Protocole :

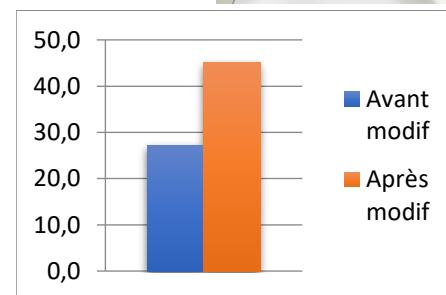
- Peser un morceau de banane
- Le placer 24h dans notre déshydrateur
- Peser de nouveau le morceau de banane
- Calculer le pourcentage de masse perdue



Résultats :

Les résultats présentés dans ce tableau sont les moyennes des mesures effectuées sur une semaine.

	Masse à t=0	Masse à t=24h	Masse perdue (%)
Avant modif	24,3g	17,7g	27,2
Après modif	25,9g	14,1g	45,1



Conclusion : Notre déshydrateur modifié permet de déshydrater les fruits plus rapidement.