

DST « énergie et cellule vivante »

2ème PARTIE – Exercice 2 (Enseignement de spécialité). 5 points. Énergie et cellule vivante.

La fabrication du vinaigre de cidre

Le vinaigre de cidre est obtenu à partir de jus de pomme.

En utilisant les informations des documents et les connaissances, expliquer les mécanismes métaboliques permettant la fabrication du vinaigre de cidre.

Document 1 : composition du jus de pomme, cidre et vinaigre pour 100 g de produit

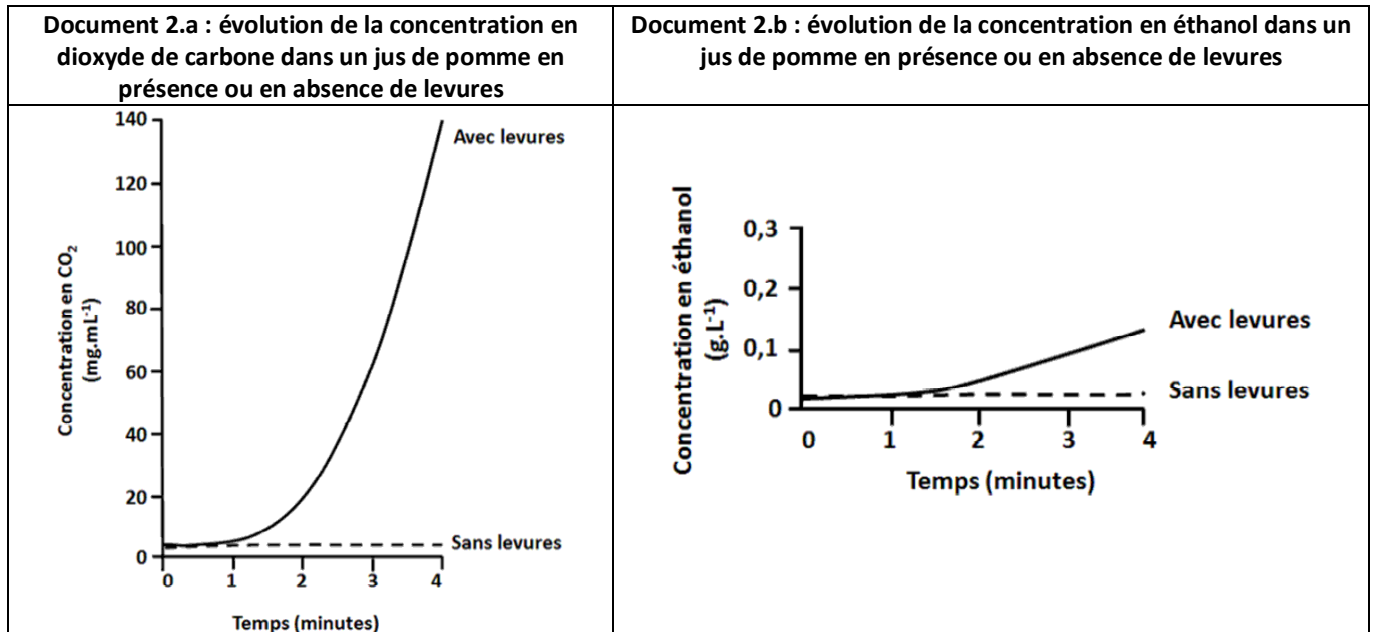
	Jus de pomme	Cidre	Vinaigre de cidre
Eau	87 g	87 g	87 g
Glucides dont glucose et fructose	11 g	2,3 g	0,7 g
Protéines	0,1 g	0,1 g	0,1 g
Lipides	0,1 g	0,1 g	0,1 g
Éthanol	0	3,2 g	0,06 g
Acide acétique ou éthanoïque	0	0	5g
Sodium	0,002 g	0,002 g	0,002 g

D'après <http://informationsnutritionnelles.fr>

Document 2 : étude expérimentale de la transformation du jus de pomme

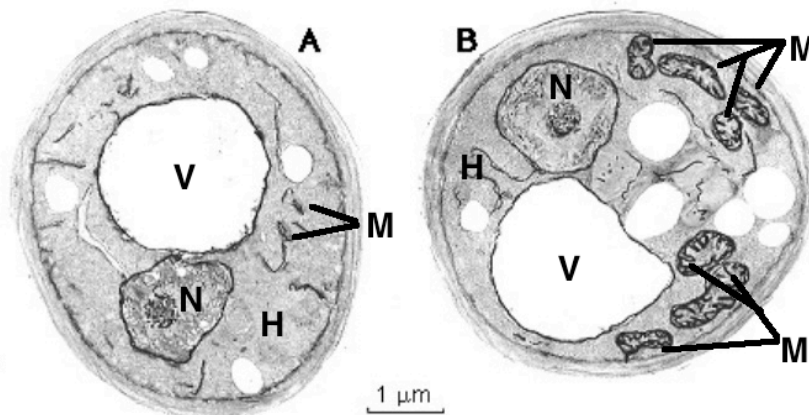
À l'aide d'un montage ExAO, on mesure les variations de différents paramètres dans un mélange de jus de pomme en présence ou non de levures du genre *Saccharomyces cerevisiae*.

La concentration en O₂ est nulle lors de la transformation du jus de pomme en cidre.



Document 3 : le métabolisme des levures

Levures *Saccharomyces cerevisiae* observées au microscope électronique (à gauche : en anaérobiose ; à droite : en aérobiose)



H : hyaloplasme ; N : noyau ; M : mitochondrie ; V : vacuole *D'après <http://mtkfr.accesmad.org>*

Document 4 : la fabrication du vinaigre de cidre

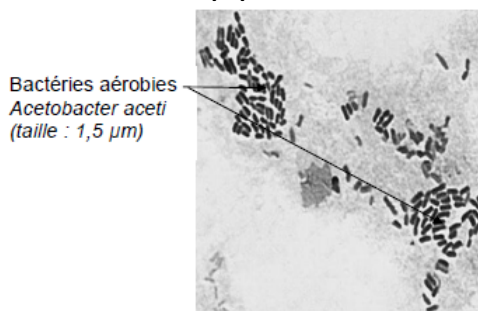
Ce vinaigre est obtenu à partir de cidre laissé au contact de l'air et sur lequel se développe un voile à consistance gélatineuse appelé « mère du vinaigre » (exemple de l'image de droite).



Crédit photo :

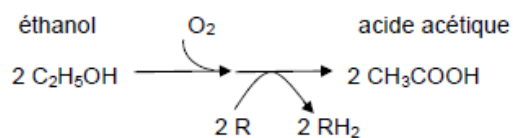
<http://cornufrancis.free.fr/infos/julie/vinaigre/vinaigre.pdf>

4a : observation microscopique de la « mère du vinaigre »



D'après <http://www.jeulin.fr/bacteries-du-vinaigre.html>

4b : la fermentation acétique, une voie métabolique de la bactérie *Acetobacter aceti*



D'après <http://www.web-sciences.com>

Correction

Problématique : **on cherche à expliquer quel(s) métabolismes aboutissent au vinaigre de cidre.**

- Le **document 1** nous donne des infos comparatives sur le jus de pomme, le cidre et le vinaigre de cidre.
- Le vinaigre de cidre est fabriqué à partir du jus de pomme, avec le cidre comme étape intermédiaire.
- Le jus de pomme est riche en eau, contient 11g de glucides (dont fructose et glucose), très peu de protéines et lipides, pas d'éthanol (qui est un alcool), ni d'acide acétique et enfin très peu de sodium.
- Le cidre contient autant d'eau, beaucoup moins de glucose et fructose (cinq fois moins), toujours aussi peu de protéines et lipides, 3,2g d'éthanol, pas d'acide acétique et toujours aussi peu de sodium.
- On constate la disparition de glucides et l'apparition d'éthanol, sûrement suite à une fermentation alcoolique.
- Le vinaigre de cidre contient toujours la même quantité d'eau, encore moins de glucides (trois fois moins que le cidre), toujours autant de lipides et protéines, presque plus d'éthanol (cinq fois moins que le cidre), mais beaucoup d'acide acétique (5g). Le sodium reste aussi peu présent.
- Il semble que dans un deuxième temps les glucides soient encore utilisés, de même que l'éthanol, mais cela fait apparaître de l'acide acétique.

Le **document 2** montre les variations des concentrations en CO₂ et éthanol dans un milieu avec et sans levures sur jus de pomme. On nous indique par ailleurs que la concentration en O₂ est nulle lors de la transformation du jus de pomme en cidre.

- Sans levures : pas d'évolution de la concentration en CO₂, qui reste très faible.
- Avec levures : forte hausse de la concentration en CO₂ au cours du tps (passant de 0 à 140 mg.mL⁻¹ en 4 min.
- C'est donc le métabolisme des levures qui rejette du CO₂. Elles utilisent les substrats présents dans le jus de pomme (glucose et fructose).
- En parallèle, dans les mêmes conditions que dans le document 2a, on étudie la concentration en éthanol.
- Sans levures : pas d'évolution de la concentration en éthanol.
- Avec levures : la concentration en éthanol augmente au cours du temps (0 à 0,15 g.L⁻¹)
- C'est donc le métabolisme des levures qui rejette de l'éthanol, en utilisant le glucose et le fructose).
- Vu les rejets, les levures doivent pratiquer la fermentation alcoolique (confirmé par le fait que cela se déroule en absence d'O₂ : les cellules de levures ne peuvent donc respirer).
- A noter, mais la problématique n'y fait pas référence, que le CO₂ libéré par les levures permet l'apparition des bulles pétillantes dans le cidre.

Le **document 3** nous informe que les levures en anaérobiose et en aérobie possèdent les mêmes structures et organites : seule la taille des mitochondries diffère (minuscules en l'absence d'O₂, grosses avec crêtes bien développées en présence d'O₂). Cela montre que les réactions métaboliques ne se déroulent pas dans les mêmes compartiments. En l'absence d'O₂, donc dans les conditions pour faire du cidre, le métabolisme des levures se déroule dans le hyaloplasme (contrairement à la respiration en milieu oxygéné, dans les mitochondries).

- Le **document 4** nous présente la « mère du vinaigre », substance gélatineuse qui se développe sur du cidre laissé au contact de l'air (donc de O₂).
- Cette « mère du vinaigre » contient de nombreuses bactéries de l'espèce *Acetobacter aceti*.
- Ces bactéries font une fermentation particulière (puisque en milieu oxygéné) : la fermentation acétique.
- Elles utilisent l'éthanol (initialement synthétisé par les levures) comme substrat énergétique, et synthétisent de l'acide acétique (par oxydation) qui s'accumule dans le cidre, le transformant en vinaigre. Sont couplés à cette transformation la réduction d'O₂ et de R.

Notions de cours (déjà indiquées en cours de démarche) :

- La fermentation permet une vie sans O₂ (cas de la fermentation alcoolique des levures).
- La fermentation consiste en une oxydation incomplète du glucose.
- La fermentation se déroule dans le hyaloplasme.

Conclusion. Ainsi, à partir du jus de pomme, les microorganismes interviennent en deux étapes pour fabriquer du vinaigre de cidre :

- Les levures utilisent les glucides du jus de pomme en absence d'O₂ pour fermenter (fermentation alcoolique) permettant de faire du cidre (synthèse d'éthanol)
- Ensuite, des bactéries utilisent l'éthanol produit, en milieu oxygéné, pour faire de la fermentation acétique, permettant l'élaboration du vinaigre (présence d'acide acétique).

Qualité de la démarche	Éléments scientifiques tirés des docs et des connaissances	
Démarche cohérente qui permet de répondre à la problématique	Suffisants dans les deux domaines.	5
	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	4
Démarche maladroite et réponse partielle à la problématique	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	3
	Moyen dans l'un des domaines et insuffisant dans l'autre.	2
Aucune démarche ou démarche incohérente	Insuffisant dans les deux domaines.	1
	Rien	0