

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES
ET LES BIO-INDUSTRIES

E3 – BIOCHIMIE-BIOLOGIE

SESSION 2021

Durée : 4 heures
Coefficient : 5

Matériel autorisé :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.
(Circulaire n°2015-178 du 1^{er} octobre 2015).

Documents à rendre avec la copie :

Annexe A page 16/18
Annexe B page 16/18
Annexe C page 17/18
Annexe D page 17/18
Annexe E page 18/18

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 18 pages, numérotées de 1/18 à 18/18.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2021
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QBIOCH
	Page : 1/18

E3 – BIOCHIMIE-BIOLOGIE

MICROBIOTE DU TUBE DIGESTIF ET ALIMENTATION

Le tube digestif humain abrite de 10^{12} à 10^{14} microorganismes, soit deux à dix fois plus que le nombre de cellules qui constituent le corps humain. Cet ensemble de bactéries, virus, parasites et champignons non pathogènes constitue le microbiote digestif (ou flore digestive).

Sous l'influence de la diversification alimentaire, de la génétique, du niveau d'hygiène, des traitements médicaux reçus et de l'environnement, la composition de ce microbiote évolue qualitativement et quantitativement et influence l'état de santé de l'individu.

PARTIE MICROBIOLOGIE (37 points)

1. MICROBIOTE DU TUBE DIGESTIF

1.1. Ultrastructure des microorganismes du microbiote

La présence de microorganismes dans l'intestin a été établie il y a plus d'un siècle. Parmi eux se trouvent des bactéries et des levures.

L'annexe 1 présente une photographie de chacun de ces deux types de microorganismes.

1.1.1. Nommer précisément l'instrument utilisé pour réaliser ces observations. Justifier.

1.1.2. Indiquer à quels microorganismes correspondent les photographies A et B.

1.1.3. Compléter le tableau de l'annexe A comparant l'ultrastructure des levures et des bactéries en indiquant la présence (notée +) ou l'absence (notée -) des organites pour chacun des microorganismes. Indiquer dans le tableau leur type cellulaire.

1.1.4. L'annexe B présente la structure de la paroi de la bactérie observée dans l'annexe 1. Annoter le schéma.

1.1.5. Indiquer et justifier la couleur observée pour cette bactérie après coloration de Gram.

1.2. Propriétés du microbiote intestinal

L'annexe 2 présente la répartition des microbiotes dans l'organisme humain.

1.2.1. Analyser les variations du microbiote le long du tube digestif, en lien avec l'évolution des conditions physico-chimiques. Emettre une hypothèse sur le type respiratoire dominant des bactéries du colon.

1.2.2. En déduire le dispositif de culture à mettre en œuvre pour permettre le développement *in vitro* des bactéries du côlon.

1.3. Microbiote intestinal et flore bactérienne pathogène

Les bactéries commensales de l'intestin jouent un rôle protecteur, notamment contre les toxi-infections alimentaires.

1.3.1. Donner la signification de l'expression « bactéries commensales ».

1.3.2. Indiquer un exemple de genre bactérien pouvant provoquer une toxi-infection alimentaire.

1.3.3. Proposer une hypothèse expliquant le rôle protecteur du microbiote vis-à-vis des bactéries entéro-pathogènes.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2021
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 2/18

2. INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL, EN PARTICULIER SUR *E. COLI*

La composition qualitative et quantitative du microbiote est assez stable, mais la diversité et la nature de l'alimentation la modulent. Les macronutriments tels que les polysides (sucres), les graisses et les protéines consommés par l'hôte sont en partie dégradés par le microbiote intestinal. Certaines fibres alimentaires stimulent la croissance des bactéries de la flore intestinale. Elles participent ainsi directement à la stabilité et à la bonne santé du microbiote.

2.1. Influence des céréales sur le microbiote

Certaines céréales de l'alimentation peuvent contenir une mycotoxine, le déoxynivalenol (DON), produite par *Fusarium*. Cette toxine provoque l'augmentation de la production, par les bactéries de l'espèce *E. coli*, d'une substance toxique pour les cellules intestinales, la colibactine.

2.1.1. L'annexe 3 présente différentes moisissures. Identifier, parmi C, D ou E, celle correspondant au genre *Fusarium*. Justifier.

2.1.2. Dans des conditions expérimentales définies (température et A_w), la quantité de mycotoxine DON produite *in vitro* par *Fusarium* est directement proportionnelle au diamètre (d) des colonies obtenues sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar). Les résultats obtenus sont présentés en annexe 4.

Analyser ces résultats pour déterminer les conditions optimales de croissance de *Fusarium* et de production de la mycotoxine DON.

2.1.3. En déduire les conditions de stockage des céréales à respecter pour limiter la production de la mycotoxine DON.

2.2. Influence des produits carnés sur le microbiote

Les produits carnés peuvent contenir des antibiotiques en faible concentration qui se retrouvent dans l'intestin et favorisent l'apparition des phénomènes de résistance chez les bactéries du microbiote intestinal. Parmi elles, *E.coli* peut synthétiser une bêta-lactamase, enzyme hydrolysant le cycle bêta-lactame des bêta-lactamines. La recherche d'*E.coli* résistant aux bêta-lactamines dans les viandes est imposée par une décision européenne (décision 2013/652/UE) dans le cadre de la lutte contre la résistance aux antibiotiques des bactéries.

2.2.1. Indiquer quelle est la conséquence possible de la présence d'une telle bactérie pour les autres bactéries de l'intestin. Justifier en donnant un exemple de mécanisme mis en jeu.

2.2.2. La recherche d'*E.coli* résistant aux bêta-lactamines fait appel notamment le milieu Mac Conkey additionné de céfotaxime, antibiotique de la famille des bêta-lactamines.

2.2.2.1. La composition du milieu Mac Conkey est donnée en annexe C. Compléter le tableau de l'annexe C en indiquant le rôle de chacun des constituants de ce milieu.

2.2.2.2. Après ensemencement par un échantillon préparé à partir d'un prélèvement de viande, des colonies rouges sont observées sur le milieu Mac Conkey additionné de céfotaxime.

Compléter l'annexe D permettant d'interpréter ce résultat et conclure sur l'influence des produits carnés sur le microbiote.

L'augmentation du nombre de bactéries de l'espèce *Escherichia coli* du groupe phylogénique B2 est aujourd'hui avérée dans le microbiote intestinal des populations des pays industrialisés.

Ces bactéries produisent une substance toxique pour les cellules intestinales appelée colibactine. De nombreux travaux de recherche étudient l'impact sur les cellules intestinales de la colibactine seule ou en association avec d'autres substances toxiques présentes dans l'alimentation.

1. TOXICITÉ DE LA COLIBACTINE

La colibactine provoque des cassures double-brin de l'ADN des cellules intestinales avec lesquelles elle est en contact.

1.1. Qualifier le mode d'action de la colibactine. Justifier la réponse.

Afin de préciser les effets toxiques de la colibactine, cette substance est soumise au test de Ames. Le principe de ce test, ainsi que les résultats obtenus, sont regroupés dans l'annexe 5.

1.2. Analyser les résultats obtenus et conclure.

1.3. Le type de cellules utilisées dans le test de Ames constitue une de ses limites d'utilisation pour l'étude de l'action de la colibactine sur les cellules intestinales humaines.

Justifier cette affirmation.

1.4. Compte tenu des effets toxiques de la colibactine, indiquer quel pourrait être le risque d'une exposition prolongée du tube digestif à cette substance.

2. TOXICITÉ DU DÉOXYNIVALÉNOL

Le déoxynivalénol, ou DON, est un métabolite secondaire toxique produit par des moisissures (mycotoxine) du genre *Fusarium* contaminant fréquent dans les céréales. Les populations humaines y sont largement exposées en Europe et en Amérique du Nord par leur alimentation. L'annexe 6 regroupe les caractéristiques toxicologiques du DON.

2.1. Préciser les facteurs favorisant l'apparition des mycotoxines.

2.2. Donner la signification du sigle DL50 et le définir. Indiquer à quel type de toxicité la DL50 est associée.

La DJT (Dose Journalière Tolérable) est calculée à partir de la DSE (NOAEL), en appliquant la formule suivante :

$$DJT = \frac{DSE}{100}$$

2.3. Donner la signification et définir « DSE » ou « NOAEL ». Indiquer à quel type de toxicité est associé ce paramètre.

2.4. A partir de la DSE du DON chez la souris, déterminer la valeur de la DJT en $\mu\text{g.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$. Expliquer le facteur « 100 ».

2.5. Déterminer la quantité de DON qu'un individu de 60 kg peut ingérer quotidiennement avant d'atteindre la DJT. En déduire la quantité maximale de céréales qu'il peut consommer quotidiennement sans risque pour sa santé.

2.6. Conclure sur la pertinence de la valeur de la LMR pour la protection des consommateurs sachant que la consommation moyenne journalière de céréales est de 250 g.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries		Session 2021
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH	Page : 4/18

3. INTERACTIONS MICROBIOTE – MYCOTOXINE

Des chercheurs de l'INRA ont étudié chez l'animal les conséquences de la présence simultanée de DON et d'*Escherichia coli* produisant la colibactine, dans l'intestin. L'expérience réalisée et les résultats obtenus sont présentés dans l'annexe 7.

3.1. Expliquer le rôle des deux cultures réalisées en absence d'*E. coli*.

3.2. Analyser l'ensemble des expériences et conclure.

PARTIE BIOCHIMIE (41 points)

Le microbiote intestinal assure son propre métabolisme en puisant dans nos aliments, notamment parmi les fibres alimentaires. Dans le même temps, les microorganismes qui le composent jouent un rôle direct dans la digestion :

- ils assurent la fermentation des substrats et des résidus alimentaires non digestibles ;
- ils facilitent l'assimilation des nutriments grâce à un ensemble d'enzymes dont l'organisme n'est pas pourvu ;
- ils assurent l'hydrolyse de l'amidon et des fibres alimentaires ;
- ils participent à la synthèse de certaines vitamines (vitamine K, B12, B8) ;
- ils régulent plusieurs voies métaboliques : absorption des acides gras, du calcium, du magnésium...

1. RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'HYDROLYSE DE L'AMIDON ET DE LA CELLULOSE

Les microorganismes du microbiote intestinal participent à la digestion de plusieurs biomolécules issues de l'alimentation. L'annexe 8 présente un ensemble d'informations relatives aux glucides dans l'alimentation.

1.1. Citer des aliments riches en :

- amidon,
- cellulose,
- autres fibres.

1.2. L'ANSES présente dans l'annexe 8 une classification simplifiée des glucides. La critiquer. Proposer une classification scientifique des glucides.

1.3. Nommer un produit issu de l'hydrolyse de l'amidon.

1.4. Représenter en forme cyclique une molécule d' α -D-glucopyranose.

1.5. Proposer une hypothèse pour expliquer que les animaux axéniques, c'est-à-dire élevés sans microbiote, ont des besoins énergétiques de 20 à 30 % supérieurs à ceux d'un animal témoin qui possède son microbiote.

L'annexe 9 présente un extrait d'une étude statistique Oqali de 2016 portant sur les teneurs en nutriments par famille pour les barres céréalières aux fruits.

1.6. Identifier la classe de nutriment que seul le microbiote peut hydrolyser. En déterminer sa masse moyenne pour une barre céréalière de 125 g.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2021
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 5/18

2. RÔLE DU MICROBIOTE DANS LA FERMENTATION DES SUBSTRATS

Les microorganismes constituant le microbiote intestinal participent à la fermentation de plusieurs biomolécules issues de l'alimentation.

2.1. La fermentation

2.1.1. A l'aide des documents de l'annexe 10, caractériser une fermentation en précisant :

- la condition physico-chimique indispensable à sa mise en place,
- un exemple de substrat utilisé,
- deux exemples de produits pouvant être obtenus,
- le rôle de la fermentation pour une cellule,
- la conséquence principale de la fermentation pour une cellule.

2.1.2. Proposer une hypothèse pour expliquer que le microbiote est souvent impliqué dans des réactions cataboliques de type fermentaire.

2.1.3. Indiquer, pour le cas des microorganismes du microbiote, dans quel compartiment cellulaire se réalisent les réactions de fermentation.

2.2. L'ATP

2.2.1. Donner le sens du sigle ATP.

2.2.2. Indiquer pourquoi ce composé est considéré comme fondamental pour une cellule.

2.2.3. Nommer le mécanisme qui permet la synthèse de ce composé durant la glycolyse.

2.2.4. La définition du processus biologique de fermentation selon le site *Futura-Sciences* donnée en annexe 10 indique que la fermentation n'utilise ni chaîne de transport d'électrons, ni phosphorylation oxydative. Justifier cette affirmation.

3. RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'ASSIMILATION DES NUTRIMENTS

Le microbiote intestinal joue un rôle majeur notamment dans la digestion. En effet, il permet la dégradation de résidus alimentaires grâce à un ensemble d'enzymes dont l'organisme n'est pas pourvu.

3.1. La production des acides gras à courte chaîne

Le microbiote produit notamment des acides gras à courte chaîne. L'annexe 11 présente un dossier de l'ANSES sur les lipides.

3.1.1. Représenter un acide gras saturé à courte chaîne par une formule semi-développée.

3.1.2. Indiquer l'impact que pourraient avoir, selon l'ANSES, les acides gras saturés à courte chaîne sur la santé.

3.1.3. Les acides gras à courte chaîne sont issus de la fermentation par le microbiote des fibres alimentaires, lesquelles sont des résidus alimentaires non digestibles. Indiquer pourquoi ces fibres sont qualifiées de « non-digestibles » chez les êtres humains.

L'annexe 12 montre la concentration d'acides gras à courtes chaînes produits par des bactéries du microbiote intestinal pendant neuf jours de culture sur différents substrats.

3.1.4. Analyser les représentations graphiques des documents 12a et 12b de l'annexe 12. Identifier le substrat qui permet en neuf jours de culture la plus grande production de propionate et celui qui permet la plus grande production de butyrate.

3.1.5. Déterminer la concentration massique d'acides gras à courtes chaînes produits par *Roseburia intestinalis*, bactérie du microbiote intestinal, au bout de 6 jours de culture sur du maïs.

3.2. La dégradation de la cellulose

L'annexe 13 présente une enzyme impliquée dans la dégradation de la cellulose.

3.2.1. Définir le terme « enzyme ».

3.2.2. Nommer l'enzyme impliquée et indiquer à quelle classe cette enzyme appartient.

3.2.3. Cette enzyme est une molécule composée de 402 résidus d'acides aminés. Représenter un acide aminé en formule semi-développée.

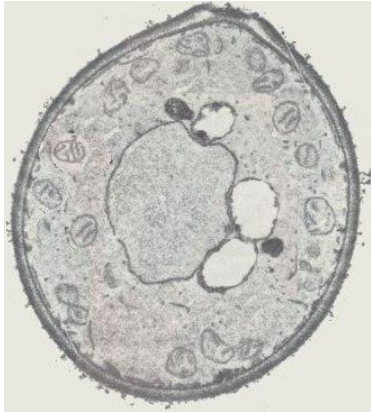
3.2.4. Repérer et nommer sur l'annexe E deux éléments de structure secondaire.

3.2.5. La cellulase de *Prevotella*, bactérie du microbiote intestinal, a un pH optimal de l'ordre de 7,8 et une température optimale de l'ordre de 37 °C. Représenter le graphique qui a permis de déterminer la valeur du pH optimal d'activité. Justifier la cohérence de la valeur de ces paramètres.

ANNEXE 1

ULTRASTRUCTURE D'UNE BACTÉRIE ET D'UNE LEVURE

A



3 μm

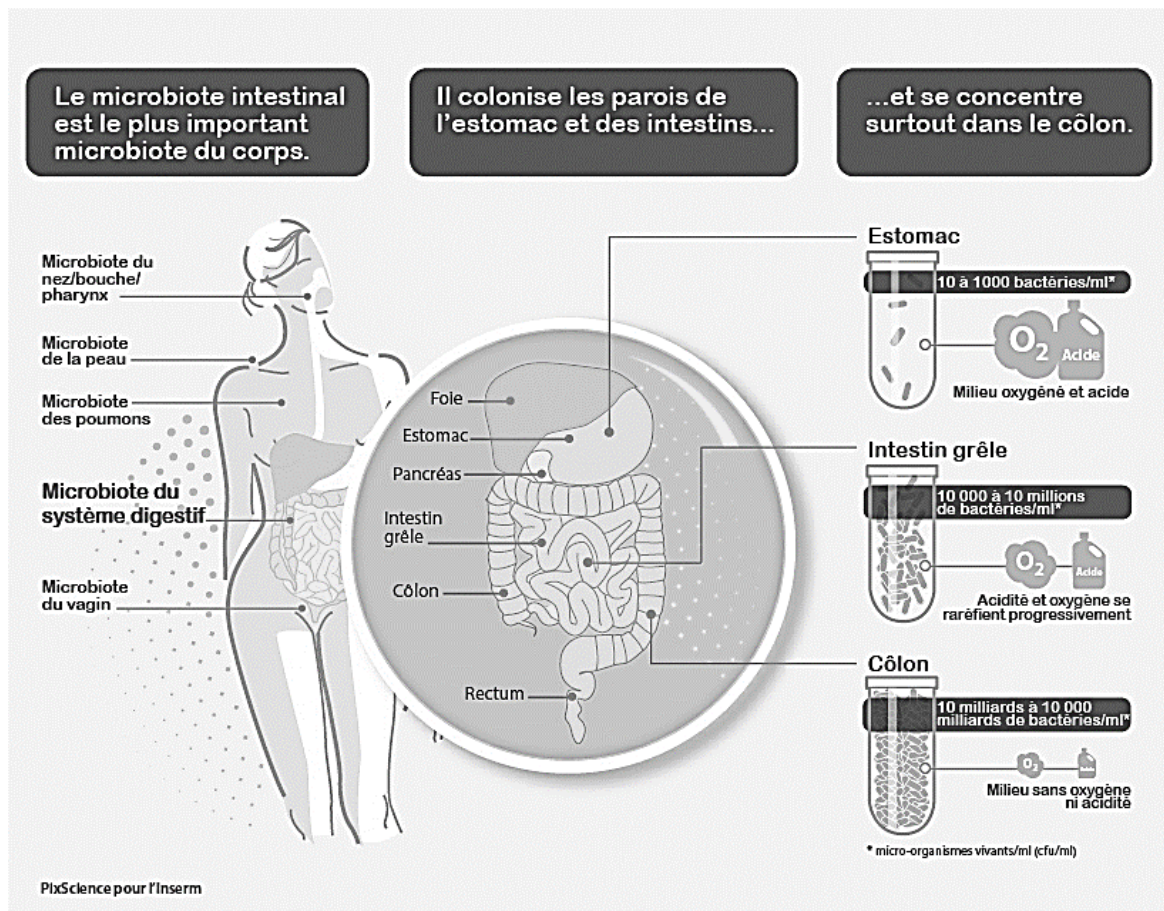
B



1 μm

ANNEXE 2

RÉPARTITION DES MICROBIOTES DANS L'ORGANISME HUMAIN



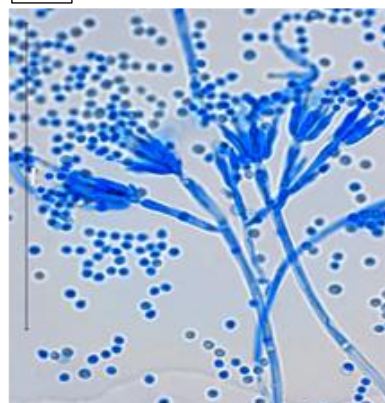
ANNEXE 3

OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES DE MOISSISSURES

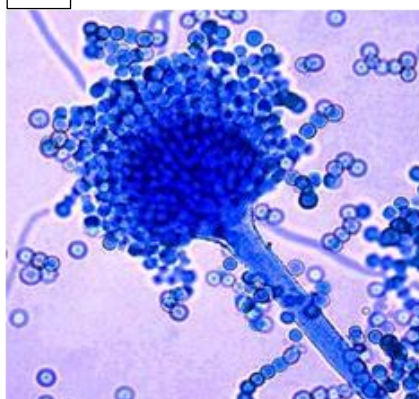
C



D

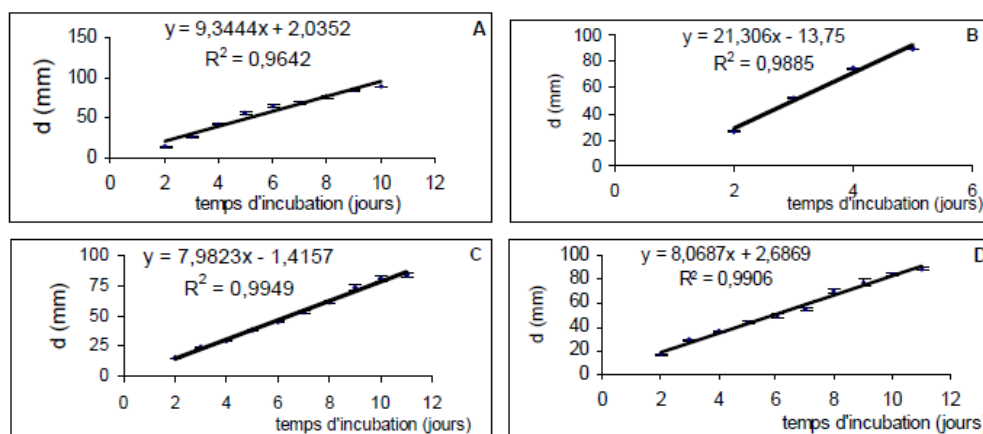


E



ANNEXE 4

CONDITIONS DE PRODUCTION DE LA MYCOTOXINE DON PAR *FUSARIUM*



Conditions de culture :

A : T = 25 °C, Aw = 0,93

B : T = 25 °C, Aw = 0,99

C : T = 30 °C, Aw = 0,93

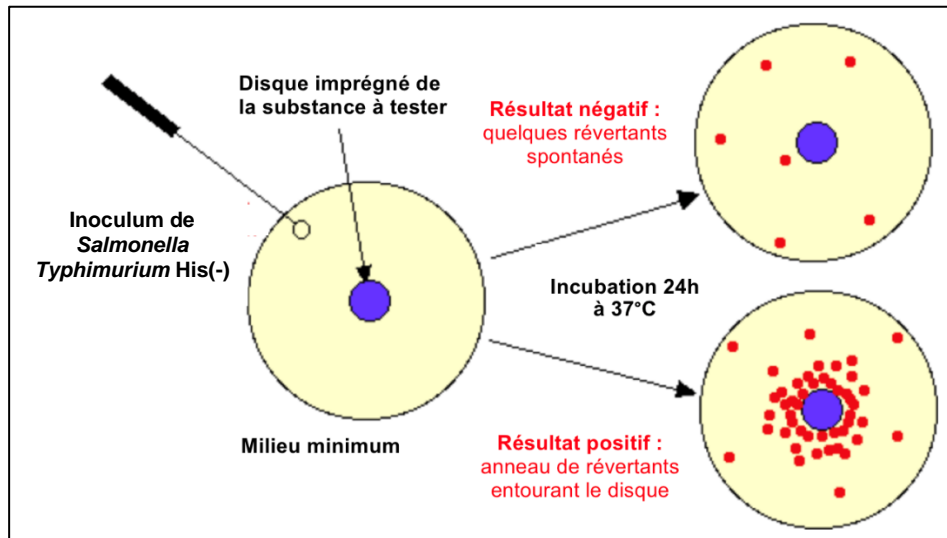
D : T = 30 °C, Aw = 0,99

ANNEXE 5

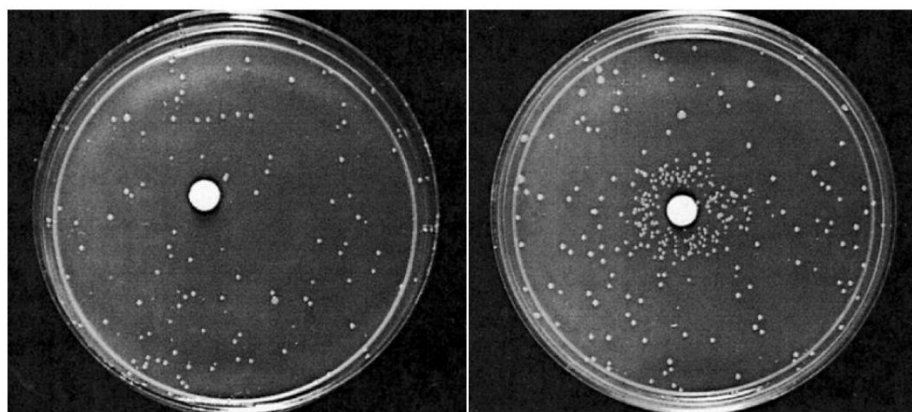
TEST DE AMES RÉALISÉ SUR LA COLIBACTINE

Principe :

Le test de Ames, ou mutatest, permet de déterminer le potentiel mutagène d'un composé chimique. Il utilise des souches bactériennes de *Salmonella Typhimurium* portant des mutations dans les gènes nécessaires à la synthèse de l'histidine (His). Celles-ci sont donc auxotrophes pour l'histidine (His -) et requièrent par conséquent un apport d'histidine pour se développer. Le test permet donc d'évaluer la facilité que possède une substance à induire une réversion de la souche auxotrophe. Dans le cas d'une substance mutagène, on observe ainsi l'apparition de souches prototrophes, ne nécessitant plus d'histidine pour croître mais se contentant d'un milieu minimum.



Résultats :



Disque imprégné d'eau physiologique

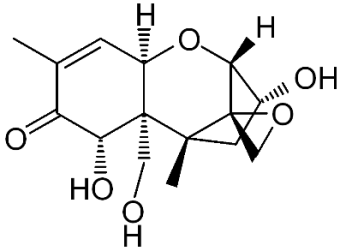
Disque imprégné de colibactine

ANNEXE 6

CARACTÉRISTIQUES BIOCHIMIQUES ET TOXICOLOGIQUES DU DÉOXYNIVALÉNOL (DON)

Nom chimique : 12,13-epoxy-3,7,15-trihydroxy-trichothec-9-en-8-one

Formule développée :



Formule brute : $C_{15}H_{20}O_6$
Masse molaire : $296,4 \text{ g.mol}^{-1}$
Limite maximale de résidus (LMR) pour les céréales (règlement CE 1881/2006) : $0,75 \text{ mg.kg}^{-1}$
DL 50 per os chez la souris : 46 mg.kg^{-1}
DSE chez la souris : $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$

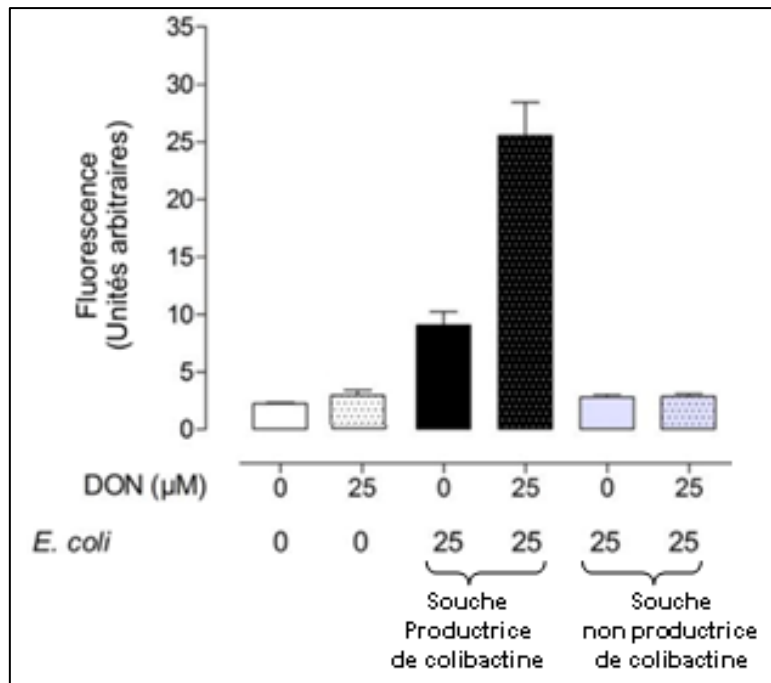
ANNEXE 7

ÉTUDE DES INTERACTIONS MICROBIOTE - MYCOTOXINE

Expérience :

Des cellules intestinales de rat ont été cultivées en absence ou en présence de $25 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de DON et infectées ou non durant 4 heures soit par une souche d'*E. Coli* productrice de colibactine, soit par des souches d'*E. coli* non productrices de colibactine (taux d'infection : 1 bactérie pour 25 cellules intestinales). Les cassures double-brin de l'ADN sont ensuite quantifiées par fluorescence.

Résultats :



Source : Payros D, Dobrindt U, Martin P, Secher T, Bracarense APFL, Boury M, Laffitte J, Pinton P, Oswald E, Oswald IP. 2017. *mBio* 8:e00007-17. <http://presse.inra.fr/Communiqués-de-presse>

ANNEXE 8

EXTRAIT D'UN DOSSIER DE L'ANSES

Mis à jour le 21/02/2018

[...] Parmi les glucides, on distingue les sucres (ou « glucides simples »), qui présentent souvent une saveur sucrée (glucose, fructose, galactose, maltose, lactose, saccharose), et les amidons (ou « glucides complexes »), indispensables par leur apport énergétique, digérés dans l'intestin et majoritairement absorbés sous forme de glucose.

Les principaux sucres présents dans les aliments

Les principaux sucres que l'on retrouve dans les aliments consommés au quotidien sont le glucose, le fructose, le saccharose et le lactose.

Le glucose est présent dans la plupart des produits végétaux au goût sucré (fruits, miel, certains légumes) mais aussi à l'état libre dans les fluides biologiques (notamment le sang).

Le fructose est très répandu dans la nature, dans les fruits en particulier et dans beaucoup de légumes. Il est présent dans l'inuline de racines ou les tubercules de certaines plantes (artichaut, oignon, chicorée, topinambour).

Le saccharose (le « sucre de table » dans le langage courant) se compose d'une unité de glucose liée à une unité de fructose. Le saccharose est le sucre de référence pour définir le pouvoir sucrant des sucres, polyols et édulcorants intenses.

Le lactose et le galactose sont des sucres naturellement présents dans les produits laitiers.

Les sucres sont également présents dans les aliments sous d'autres appellations, telles que le sucre inverti, les sirops de glucose et de fructose, les jus concentrés et les sirops de fruits, les moûts, le miel, etc.

Quels effets du sucre sur la santé ?

L'Anses, dans son rapport [Actualisation des repères du PNNS : établissement de recommandations d'apport de sucres](#) de 2016, souligne que les sucres, plus particulièrement sous forme liquide (sodas, nectars, jus de fruits à base de concentrés, jus de fruits frais, smoothies, etc.) contribuent à la prise de poids.

Le travail de l'Agence montre que la consommation de sucres au-delà de certaines quantités présente des risques pour la santé par des effets directs sur la prise de poids, l'augmentation de la triglycéridémie (taux de lipides dans le sang) et de l'uricémie (taux d'urée dans le sang), ainsi que par des effets indirects sur le diabète de type 2 et certains cancers, maladies qui constituent actuellement des enjeux de santé publique majeurs.

L'excès de sucre peut entraîner surpoids, obésité et maladies qui y sont associées, comme le diabète de type 2, des maladies cardiovasculaires et certains cancers.

Concernant les risques sur la santé bucco-dentaire, l'Agence rappelle que la relation entre la consommation de sucres et la carie dentaire est aujourd'hui démontrée. Cette relation a amené l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à [recommander d'éventuellement réduire l'apport en sucres à moins de 5% de la ration énergétique totale](#).

Les données disponibles analysées par l'Anses ne permettent pas de distinguer les effets sur la santé des sucres naturellement présents dans les aliments de ceux des sucres ajoutés.

Face à ces constats, l'Agence recommande aux adultes de ne pas consommer plus de 100 g de sucres totaux par jour (hors lactose et galactose) et pas plus d'une boisson sucrée (en privilégiant les jus de fruit). [...]

ANNEXE 9

EXTRAIT D'UNE ÉTUDE STATISTIQUE OQALI DE 2016 PORTANT SUR LES TENEURS EN NUTRIMENTS POUR LES BARRES CÉRÉALIÈRES AUX FRUITS

Famille	Nutriment	Nombre d'observations	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	Unité
Barres céréalières aux fruits	Acides gras saturés	54	0,3	8,7	1,7	1,7	g/100g
	Fibres alimentaires	37	1,4	8,8	4,3	1,3	g/100g
	Glucides	54	61	84	73,6	4,1	g/100g
	Matières grasses	54	3,2	15	6,3	2,4	g/100g
	Protéines	54	4	7,7	5,5	0,6	g/100g
	Sel	54	0,05	0,93	0,45	0,15	g/100g
	Sucres	54	19	37	28,2	3,5	g/100g
	Valeur énergétique	54	355	408	380	10	kcal/100g

Source : <https://www.oqali.fr/publications-oqali/etudes-sectorielles>

ANNEXE 10

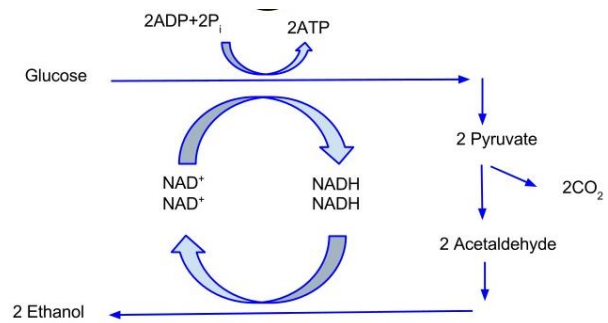
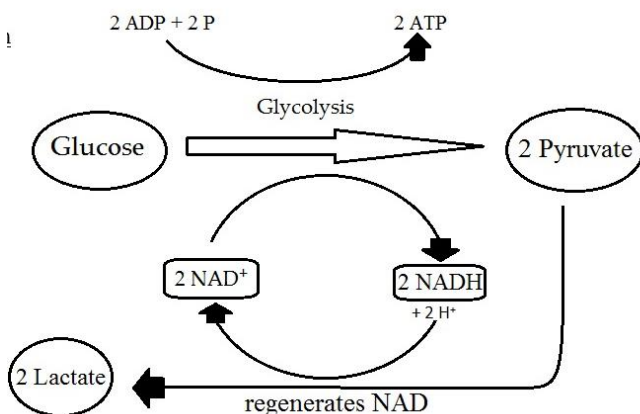
PROCESSUS BIOLOGIQUE DE LA FERMENTATION

Définition

En biologie, la fermentation est définie comme un catabolisme anaérobie des nutriments organiques qui n'utilise ni chaîne de transport d'électron ni phosphorylation oxydative.

(Source : <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-fermentation-6817/>)

Exemples de fermentations



(Source : <https://biologydictionary.net/fermentation/#prettyPhoto/1/>)

ANNEXE 11

EXTRAIT D'UN DOSSIER DE L'ANSES RELATIF AUX LIPIDES DANS L'ALIMENTATION

Mis à jour le 24/01/2017

[...] Communément appelés « graisses », les lipides constituent, avec les protéines et les glucides, une des trois grandes familles de macronutriments, c'est-à-dire l'un des constituants des aliments qui contribuent à l'apport énergétique. [...]

Classification des acides gras

Il existe différentes façons de classer les acides gras. Du point de vue biochimique, on distingue :

- les acides gras saturés (AGS), qui ne possèdent aucune double liaison ;
- les acides gras monoinsaturés (AGMI) qui possèdent une seule double liaison ;
- et les acides gras polyinsaturés (AGPI) qui possèdent plusieurs doubles liaisons.

Du point de vue physiologique, on distingue :

- les acides gras indispensables et conditionnellement indispensables qui constituent les acides gras essentiels ;
- les acides gras indispensables nécessaires au développement et au bon fonctionnement du corps humain, mais que notre corps ne sait pas fabriquer ;
- les acides gras conditionnellement indispensables, essentiels pour la croissance normale et les fonctions physiologiques des cellules mais qui peuvent être fabriqués à partir de leur précurseur s'il est apporté par l'alimentation. Ils sont donc rigoureusement requis si leur précurseur indispensable est absent ;
- les acides gras non indispensables ou bien non essentiels.

L'ensemble des acides gras indispensables et conditionnellement indispensables constituent les acides gras essentiels. Les autres acides gras sont dits non essentiels. [...]

Parmi les acides gras non essentiels, on trouve notamment l'acide oléique (acide gras monoinsaturé majoritaire dans notre alimentation), et les acides gras saturés (AGS). Les acides gras saturés sont notamment constitués d'acides laurique, myristique et palmitique qui, en excès, sont athérogènes. D'autres AGS, notamment ceux à chaînes courtes et moyennes n'ont pas cet effet et pourraient même avoir des effets positifs sur la santé.

Les aliments riches en lipides

Les lipides alimentaires sont apportés à la fois par les produits animaux (poissons, oeufs, fromages, charcuterie, viande) et les produits végétaux (graines et fruits oléagineux, huiles). Il ne faut pas oublier que certains produits transformés (viennoiseries, barres chocolatées, etc.) en contiennent beaucoup, même s'ils ne sont pas visibles. [...]

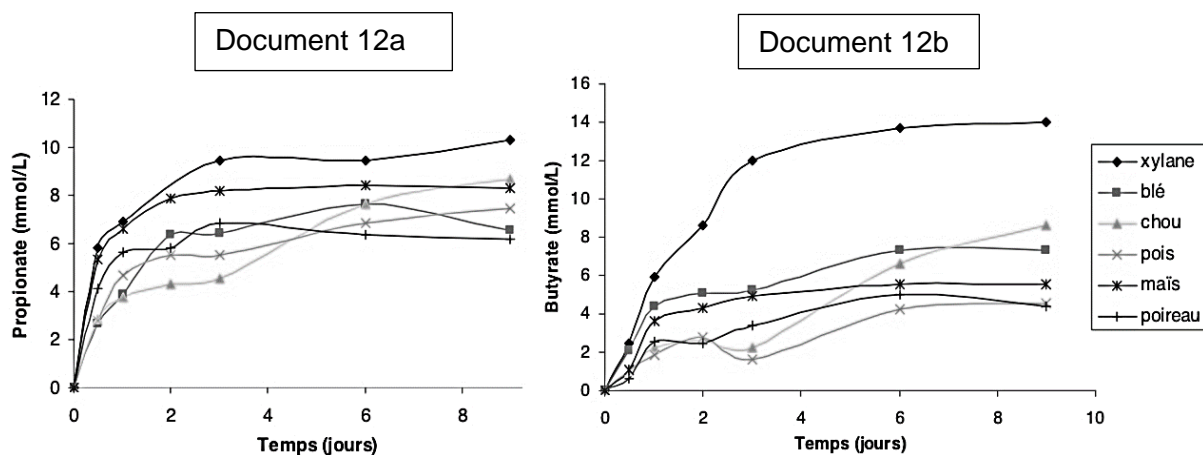
Recommandations en lipides totaux

Comme pour tout nutriment, des apports excessifs en lipides peuvent être néfastes pour la santé. La part recommandée des lipides dans l'apport énergétique est de 35 à 40 %. Cette fourchette permet d'assurer la couverture des besoins en acides gras essentiels et indispensables et prend en compte la prévention des pathologies. [...]

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2021
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 14/18

ANNEXE 12

PRINCIPAUX ACIDES GRAS À COURTES CHAÎNES PRODUITS PAR DES BACTÉRIES DU MICROBIOTE INTESTINAL



Seuls les acides gras à courte chaîne majoritairement produits sont présentés sur cette figure :

- le propionate ($M = 73,08 \text{ g.mol}^{-1}$) pour *Bacillus xylanisolvens*,
- le butyrate ($M = 87,11 \text{ g.mol}^{-1}$) pour *Roseburia intestinalis*.

(Source <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00719726/document>)

ANNEXE 13

INFORMATIONS SUR L'ENZYME EC 3.2.1.4 EXTRAITES DE LA BANQUE DE DONNÉES EC→PDB

EBI EC-PDB

EC 1... EC 2... **EC 3...** EC 4... EC 5... EC 6...

EC 3.2.1.4 Cellulase. 265 PDB entries

Enzymes

- EC 3...- Hydrolases. [27,222 PDB entries]
 - EC 3.2.- Glycosylases. [5,374 PDB entries]
 - EC 3.2.1.- Glycosidases, i.e. enzymes hydrolyzing O- and S-glycosyl compound [4,734 PDB entries]
 - EC 3.2.1.4 Cellulase.** [265 PDB entries] **8PDBe**

1a39

Reaction: Endohydrolysis of (1->4)-beta-D-glucosidic linkages in cellulose, lichenin and cereal beta-D-glucans.

Other name(s): Avicelase. Beta-1,4-endoglucan hydrolase. Beta-1,4-glucanase. Carboxymethyl cellulase. Celludextrinase. Endo-1,4-beta-D-glucanase. Endo-1,4-beta-D-glucanohydrolase. Endo-1,4-beta-glucanase. Endoglucanase.

Comments: Will also hydrolyze 1,4-linkages in beta-D-glucans also containing 1,3-linkages.

(Source : <https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/databases/cgi-bin/enzymes/GetPage.pl>)

ANNEXE A

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

ULTRASTRUCTURE COMPARÉE DES MICROORGANISMES A ET B

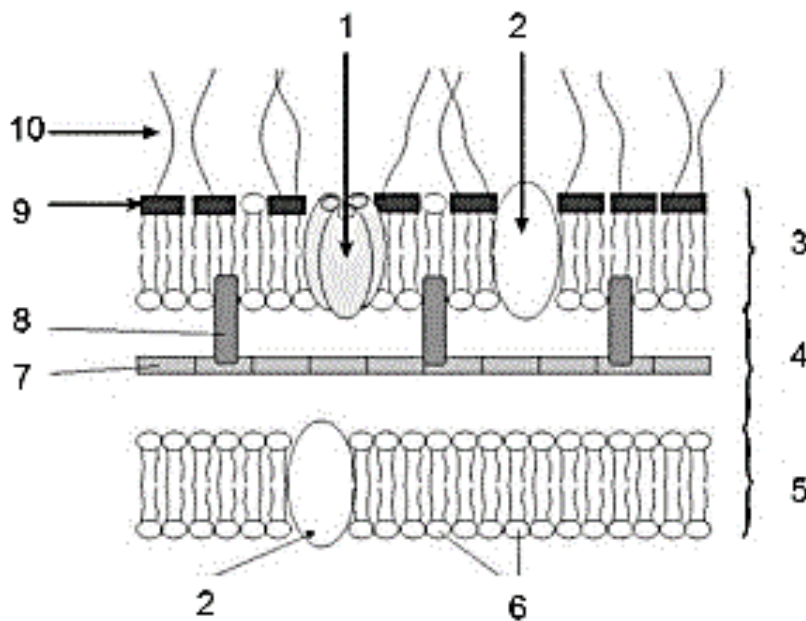
ORGANITES	LEVURE	BACTÉRIE
NOYAU		
PAROI		
MITOCHONDRIES		
RIBOSOMES		

TYPE CELLULAIRE		
-----------------	--	--

ANNEXE B

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

PAROI BACTÉRIENNE



Source : <http://www.microbiologie-medicale.fr>

ANNEXE C

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE COMPOSITION DE LA GÉLOSE MAC CONKEY

COMPOSITION	CONCENTRATION (g/L)	RÔLES DES CONSTITUANTS
Peptones	20,0	
Lactose	10,0	
Sels biliaires	1,5	
Chlorure de sodium	5,0	
Rouge neutre	0,03	
Crystal violet	0,001	
Agar	13,5	
pH 7,1 ± 0,2 à 25 °C		

ANNEXE D

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE RÉSULTAT DE L'ENSEMENCEMENT D'UNE GÉLOSE MAC CONKEY + CÉFOTAXIME AVEC UN ÉCHANTILLON DE VIANDE

LECTURE	INTERPRÉTATION ET CONCLUSION
PRÉSENCE DE CULTURE	
COLONIES ROUGES	

Données : zones de virage du rouge neutre

pH < 6,8 : rouge

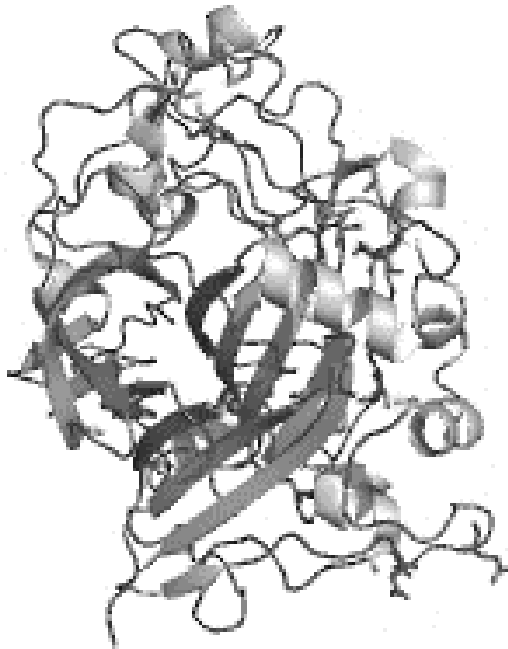
6,8 < pH < 8 : jaune orange

pH > 8 : jaune

ANNEXE E

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

STRUCTURE D'UNE ENZYME IMPLIQUÉE DANS LA DÉGRADATION DE LA CELLULOSE



(Source : <https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/databases/cgi-bin/pdbsum/getpage.pl?pdbcode=1a39&template=protein.html&o=rescons&l=1&chain=a&c=999&r=wiring>)

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2021
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 18/18