



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CRDP Aquitaine

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

E3 – BIOCHIMIE – BIOLOGIE

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

SUJET

Les calculatrices de poche sont autorisées
conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999

Ce sujet comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.
Assurez-vous qu'il est complet dès qu'il vous est remis.

BTS QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

Session 2009

E3 – Biochimie - Biologie

LE SOJA, NOUVEL ALIMENT

Les oléagineux sont peu utilisés comme source de protéines, excepté en Extrême-Orient, où les graines de soja sont employées dans la préparation d'aliments traditionnels tels que le tofu, le miso ou la sauce de soja. L'annexe 1 présente le diagramme de fabrication de deux de ces produits. La richesse de ces végétaux en nutriments lipidiques et protéiques et leurs propriétés hypolipémiantes et hypocholestérolémiantes ouvrent des perspectives intéressantes en alimentation humaine. L'utilisation des techniques traditionnelles alliée à la mise au point de nouveaux procédés permettent une évolution notable de leur consommation dans les pays développés.

PARTIE BIOCHIMIE (36 points)

1. LA FRACTION LIPIDIQUE

L'extraction des lipides, essentiellement des lécithines et des triglycérides riches en acides gras $\omega 6$ et $\omega 3$, est réalisée par entraînement par un solvant organique adéquat (n-hexane).

1.1. La lécithine de soja utilisée comme additif alimentaire est un agent émulsifiant ; c'est en réalité un mélange de glycérophosphatides dans lequel la phosphatidylcholine (ou lécithine) ne représente que 40 % de la composition.

D'après les données présentées en annexe 2, écrire la formule de la phosphatidylcholine et justifier son utilisation en tant qu'agent émulsifiant.

1.2. Les acides gras $\omega 6$ et $\omega 3$ du soja sont des acides gras à 18 ou 20 atomes de carbone et à deux ou trois doubles liaisons.

Chez les végétaux, leur synthèse se fait à partir de l'acide oléique (C18:1 $\omega 9$).

Compléter le tableau présenté en annexe A (à rendre avec la copie).

Les acides gras marqués d'une astérisque dans cette annexe sont des acides gras indispensables. Définir ce terme.

2. LA FRACTION PROTIDIQUE

La farine délipidée est une source de protéines végétales ; il en dérive par ailleurs des fragments peptidiques présentant une propriété organoleptique particulière, le goût unami. Ainsi le peptide Gly-Glu-Ser, dont le goût unami est très prononcé, apparaît lors de l'hydrolyse enzymatique des protéines de soja.

2.1. Indiquer les enzymes catalysant cette transformation.

2.2. À l'aide de l'annexe 2, écrire la formule développée de ce peptide.

3. PRODUITS INDÉSIRABLES

Des produits, tels que le raffinose, sucre non métabolisable, doivent être éliminés.

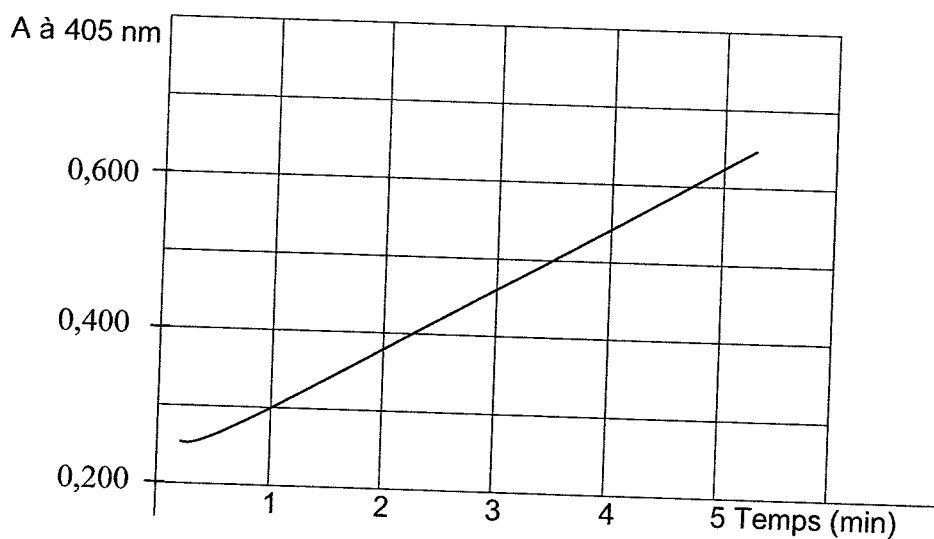
Le raffinose est l' α -D-galactopyranosyl (1-6) α -D-glucopyranosyl (1-2) β -D-fructofuranoside. Dans les procédés présentés en annexe 1, il est éliminé par lavage. Si on souhaite utiliser le lait de soja, le raffinose peut être dégradé par une α -galactosidase.

- 3.1. Écrire la réaction de dégradation en précisant le nom des produits de la réaction (les formules chimiques sont attendues).
- 3.2. Une enzyme extraite d'*Aspergillus niger* est utilisée pour appliquer ce traitement au niveau industriel. Après extraction et purification partielle, le protocole est appliqué au dosage de l' α -galactosidase :

Orthonitrophényl α -galactoside à 0,1 mol.L ⁻¹	0,48 mL
Tampon acétate pH 7,6	2,00 mL
Incuber à 30 °C pendant 5 minutes.	
Extrait	0,02 mL

Dès l'adjonction de l'extrait, la variation de l'absorbance à 405 nm est suivie en fonction du temps.

L'enregistrement présenté ci-dessous est obtenu :



- 3.2.1. Donner le principe de cette technique.
- 3.2.2. Justifier l'incubation à 30°C et l'utilisation d'une solution tampon.
- 3.2.3. Déterminer graphiquement $\Delta A/\Delta t$.
- 3.2.4. La concentration catalytique cat c de l'extrait est donnée cat c = k . $\Delta A/\Delta t$ avec cat c en U.L⁻¹. Établir la formule littérale du facteur multiplicateur k. Déterminer sa valeur numérique.
- 3.2.5. Calculer la concentration catalytique cat c et exprimer le résultat en U.L⁻¹.
- 3.2.6. Sachant qu'un volume de 10 mL d'extrait a été obtenu à partir de 1,45 mg de biomasse sèche, exprimer l'activité de l'extrait en U par g de biomasse sèche.

Donnée : $\epsilon_{ONP} = 1800 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

PARTIE TOXICOLOGIE (19 points)

Les graines de soja contiennent en outre des isoflavones biologiquement actives : les phyto-œstrogènes qui présentent une analogie structurale avec les œstrogènes.

Les principales phyto-œstrogènes en quantité importante dans le soja sont la génistéine et la daidzéine présentées en annexe 3. L'équol est leur produit de métabolisation actif dans l'organisme.

Les extraits de soja, riches en ces substances, sont utilisés comme compléments alimentaires destinés aux troubles de la ménopause et à l'hypercholestérolémie.

Sur saisine de la DGCCRF*, l'AFSSA** a établi un rapport sur les allégations concernant ces troubles et sur les risques liés à la consommation de produits dérivés du soja pour le nourrisson et le jeune enfant. Quelques extraits de ces rapports sont cités en annexe 4.

1. À l'aide de l'annexe 4, décrire et nommer les étapes de la phase toxicocinétique des phyto-œstrogènes.
Préciser à quelle étape et de quelle manière se forment les glucuroconjugués.
Indiquer leur intérêt métabolique.
2. Donner les définitions de la NOAEL (DSE), de la DJT et justifier la valeur limite chez l'homme retenue par le groupe de travail.
3. Définir les termes « génotoxicité » et « cancérogénicité ».
4. Une forte proportion d'enfants nord-américains (30 %) est nourrie au lait de soja. Les concentrations en isoflavones à activité phyto-œstrogène dans ces préparations sont en moyenne de 40 mg.L^{-1} .
Sachant qu'un nourrisson de 4 mois consomme quotidiennement environ 1 L de lait de soja, calculer pour une masse corporelle moyenne de 5 kg la quantité ingérée d'isoflavones (exprimée par kg de masse corporelle).
Conclure.
5. Le soja contient d'autres substances aux effets indésirables, tels que les STI (Inhibiteur anti-Trypsine du Soja) et l'acide phytique (ester phosphorique d'un poly alcool cyclique).
Indiquer à quelle catégorie de toxiques appartiennent ces substances et préciser leur mode d'action.

* Direction Générale de la Concurrence de la Consommation et de la Répression des Fraudes

** Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

PARTIE MICROBIOLOGIE (45 points)

La sauce de soja est produite par la transformation du soja et du blé en présence de chlorure de sodium. Les différentes étapes de cette transformation sont détaillées dans l'annexe 1. Différents micro-organismes (moisissure, levure et bactérie) interviennent dans cette transformation. La moisissure a un rôle important dans l'amylolyse et la protéolyse du substrat. Une double fermentation lactique et alcoolique est provoquée par la levure et la bactérie. Chacune des étapes de cette fabrication est analysée.

1. ÉTAPE 1 : FABRICATION DU KOJI

- 1.1. *Aspergillus* est un champignon microscopique. Il s'agit d'une moisissure appartenant aux Septomycètes.
 - 1.1.1. Définir les termes soulignés.
 - 1.1.2. Donner un exemple d'une moisissure n'appartenant pas aux Septomycètes.
- 1.2. Réaliser un schéma légendé d'un *Aspergillus*.
- 1.3. Schématiser les différentes étapes du développement asexué de ce champignon (de la spore à l'appareil fructifère caractéristique du genre).
- 1.4. Le blé apporte de nombreux glucides au mélange. Préciser le(s) rôle(s) de ces glucides pour *Aspergillus*.
Nommer les grandes voies métaboliques de dégradation de ces glucides par la moisissure.
- 1.5. Le soja est très riche en protéines. Préciser comment *Aspergillus* dégrade ces molécules et le(s) rôle(s) qu'elles peuvent avoir pour lui.

2. ÉTAPE 2 : FABRICATION DU MOROMI

- 2.1. Le levain ajouté au koji contient une levure et une bactérie. Préciser à quels types cellulaires appartiennent respectivement ces deux cellules et justifier la réponse.
- 2.2. Les micro-organismes se développant lors de cette deuxième étape ont un pH optimal de 5,5 et une température optimale de 28°C. Qualifier ces micro-organismes.
- 2.3. NaCl ajouté à 18% intervient en tant qu'exhausteur de goût mais également en tant que conservateur.
 - 2.3.1. Donner la définition d'un conservateur alimentaire.
 - 2.3.2. Expliquer comment une concentration en NaCl de 18% peut jouer le rôle de conservateur alimentaire.
 - 2.3.3. Préciser le nom des micro-organismes capables de se développer en sa présence à de telles concentrations.
 - 2.3.4. D'après l'annexe 1, proposer une hypothèse quant à la capacité d'*Aspergillus* à se développer dans le moromi. Justifier la réponse.
- 2.4. L'ajout du levain (levure, bactérie) permet un abaissement du pH du moromi. Expliquer ce phénomène en écrivant les réactions bilan de la fermentation homolactique et de la fermentation alcoolique à partir d'une molécule de glucose (les formules chimiques ne sont pas attendues).

3. ÉTAPE 3 : FABRICATION DE LA SAUCE DE SOJA

- 3.1. La pasteurisation est réalisée entre 70 et 80°C.
Tracer la courbe d'inactivation d'une population microbienne par la chaleur.
- 3.2. Préciser la nature des micro-organismes éliminés par la pasteurisation. En déduire l'effet produit sur les micro-organismes utilisés lors de la fabrication de la sauce de soja. Expliquer.
- 3.3. La sauce de soja peut être conservée à température ambiante pendant plusieurs mois. Expliquer ce qui dans cet aliment empêche le développement microbien.

4. FERMENTATION INDUSTRIELLE

Les différentes étapes de fermentation du soja sont réalisées en batch, dans des fermenteurs de 100 L.

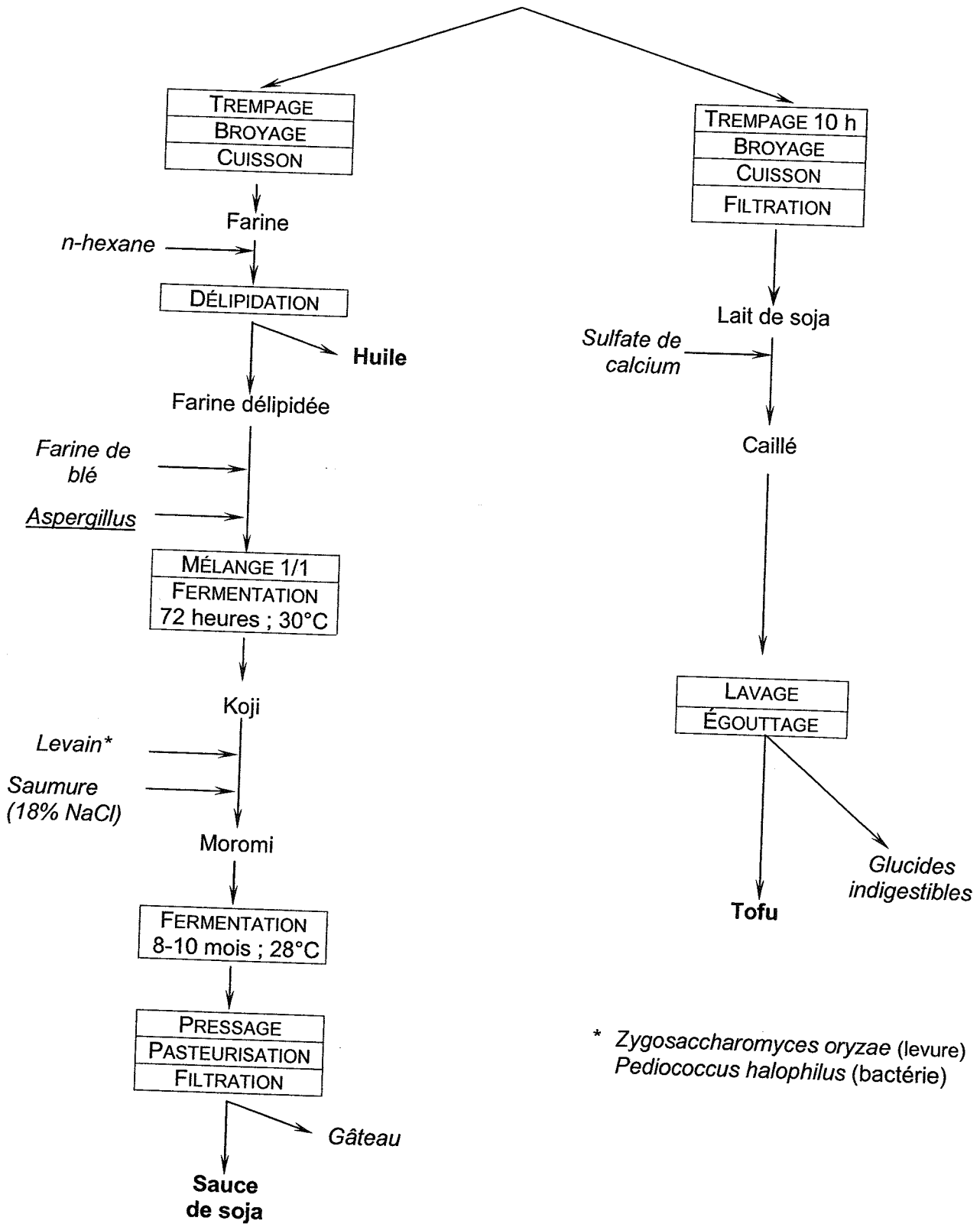
- 4.1. Définir un batch.
- 4.2. Comparer un batch et une culture en continu.
- 4.3. Expliquer pourquoi la culture en continu n'est pas adaptée à la fabrication de la sauce de soja.

ANNEXE 1

FABRICATION DE LA SAUCE DE SOJA

FABRICATION DU TOFU

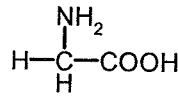
Graines de soja



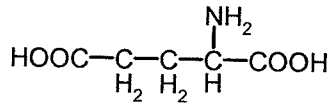
* *Zygosaccharomyces oryzae* (levure)
Pediococcus halophilus (bactérie)

ANNEXE 2

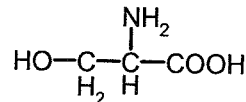
Glycine (gly)



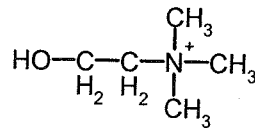
Acide glutamique (glu)



Sérine (ser)

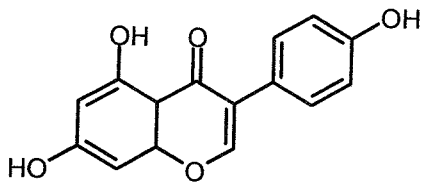


Choline

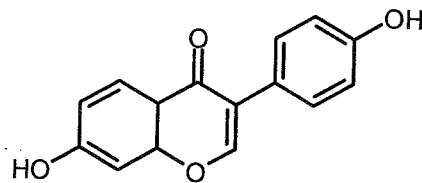


ANNEXE 3

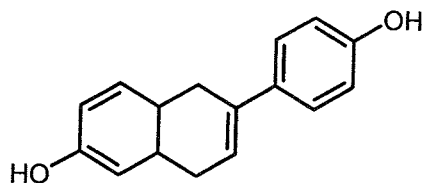
STRUCTURE CHIMIQUE DE QUELQUES PHYTO-OESTROGÈNES ET D'UN OESTROGÈNE



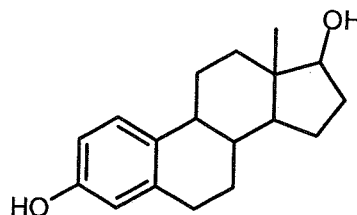
génistéine



daidzéine



équol
(produit de métabolisation)



17 β oestradiol

ANNEXE 4

RAPPORT AFSSA (EXTRAITS)

"Sécurité et bénéfices des phyto-œstrogènes apportés par l'alimentation" (2 mars 2005)

La biodisponibilité des phyto-œstrogènes a été étudiée. Les phyto-œstrogènes sont majoritairement présents dans les plantes sous forme de glucosides, or ils doivent être déglycosidés pour être absorbés dans l'organisme, on aboutit alors à des composés aglycones. Les phyto-œstrogènes passent donc dans le foie sous forme aglycone où ils subissent des étapes de détoxification par les enzymes hépatiques. Sécrétés dans la vésicule biliaire, ils peuvent revenir dans le côlon selon un cycle entéro-hépatique similaire à celui des œstrogènes. Ils sont ensuite éliminés par les urines et les fécès, où on peut les retrouver majoritairement sous forme de glucuroconjugués, et en faible proportion sous forme d'aglycones. Ce circuit, entre ingestion et apparition dans la circulation sanguine, dure environ 6 à 8 heures. Lors de leur passage dans l'organisme, les phyto-œstrogènes sont métabolisés en composés actifs (ex : équol) ou non (ex: O-DMA). Dans le cas d'une ingestion répétée, on observe l'existence d'un plateau cinétique qui indique la possibilité du maintien d'une certaine dose d'isoflavones dans le plasma et donc l'exposition des cellules. Enfin, il existe actuellement une hypothèse selon laquelle les Asiatiques pourraient avoir un métabolisme de ces substances différent de celui des Occidentaux, peut-être lié à une exposition ancestrale, et qui conduirait à des taux circulants plus faibles. (...)

La sécurité d'emploi des phyto-œstrogènes a été étudiée en se référant à la méthodologie d'évaluation de la sécurité codifiée dans le domaine du médicament : chez l'animal et selon certaines conditions (...). L'effet toxicologique majeur observé chez l'animal est une perte de poids et d'appétence. La toxicité par administration répétée pendant une durée suffisante conduit à établir une NOAEL de 120 mg/kg de poids corporel par jour. Les études de génotoxicité ont montré *in vitro* l'existence de mutations sur modèle murin. Les études de carcinogénicité font ressortir un risque concernant les tumeurs hormono-dépendantes et, lors d'une exposition pendant la gestation des animaux, des adénomes dans la descendance qui rappellent ce qui est observé aujourd'hui chez l'humain avec le DES (Diéthylstilbestrol). Les effets observés sur le développement et la maturation des organes sexuels sont les plus importants : on observe des altérations lors d'une exposition *in utero* ou néonatale. Enfin, les études chez l'animal montrent l'existence d'une interaction avec les hormones thyroïdiennes. (...)

Le groupe de travail a retenu comme limite chez l'Homme, la valeur de 1 mg d'isoflavones aglycone par kg de poids corporel et par jour. (...)

Examen ou concours :

Série* :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note :





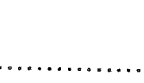
20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ANNEXE A

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Nom	Formule	Enzyme
Acide oléique C18:1 ω 9 	
Acide linoléique* C18:2 ω 6 	Désaturase
Acide γ linoléique C18:3 ω 6 	Désaturase
Acide dihomo γ linoléique C20:3 ω 6 	Élongase
Acide arachidonique* C20:4 ω 6 	Désaturase

