(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 032 090***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **15 50872**

(51) Int Cl[8] : ***A 23 L 7/10*** *(2016.01), A 23 L 33/15, 33/16, 33/17, A 23 G 3/44, 3/48, 3/42, 1/42, A 61 K 36/00, A 61 P 37/00*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 04.02.15.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 05.08.16 Bulletin 16/31.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *PIERRE FABRE MEDICAMENT* — FR, *BISCUITS POULT Société par actions simplifiée* — FR et *ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES D'ALBI CARMAUX* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** LATGE CHRISTIAN JACQUES, RIPOLL CHRISTOPHE, DELQUIE FANNY, PANASSIE CAMILLE, ROUMEGOUS MELANIE, MICHRAFY ABDERRAHIM, SOURIOU DAVID et GALET LAURENCE.

(73) **Titulaire(s) :** PIERRE FABRE MEDICAMENT,BISCUITS POULT Société par actions simplifiée, ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES D'ALBI CARMAUX.

(74) **Mandataire(s) :** REGIMBEAU.

(54) MATRICE CEREALIERE COMPREMANT AU MOINS UN NUTRIMENT ET/OU UNE AUTRE SUBSTANCE FONCTIONNELLE.

(57) La présente invention a pour objet une matrice céréalière comprenant au moins un nutriment et/ou une ou plusieurs autres substances fonctionnelles, ladite matrice étant préparée par une technique de compression directe.

FR 3 032 090 - A1

MATRICE CEREALIERE COMPRENANT AU MOINS UN NUTRIMENT ET/OU UNE AUTRE SUBSTANCE FONCTIONNELLE

La présente invention a pour objet une matrice céréalière comprenant au moins un nutriment et/ou une autre substance fonctionnelle, mise au point en vue d'une fabrication en conditions industrielles.

La conservation des phyto-éléments, de certains nutriments dans des produits comme les compléments alimentaires céréaliers est très compliquée, en effet les processus de cuissons dégradent partiellement ou fortement ces composés.

La présente invention répond parfaitement à cette problématique grâce à la mise au point, via une technique de compression directe d'une base pulvérulente, d'une matrice céréalière à laquelle il aura été additionné un ou plusieurs nutriments et/ou une autre substance fonctionnelle qui peuvent répondre à des problématiques de santé.

Une alimentation saine est censée fournir une nutrition équilibrée répondant aux apports journaliers recommandés. Cependant en raison d'un mode de vie particulier ou pour d'autres raisons, une grande partie de la population ne se trouve pas dans cette situation idéale et des vitamines, des minéraux ou d'autres substances nutritionnelles peuvent manquer alors à l'organisme. L'alimentation moderne est de plus en plus médicalisée. Face à l'angoisse provoquée par la perte des repères traditionnels, les décisions alimentaires, qui s'articulaient autour de raisons d'ordre symbolique ou gastronomique, se prennent maintenant souvent aussi pour des raisons d'ordre médical. Si l'idée que l'alimentation puisse être un levier de la santé n'est pas nouvelle, 80% des consommateurs français pensent que la consommation d'aliments qualifiés « d'aliment santé » peut avoir un impact non négligeable sur leur santé. Afin de répondre à ce besoin croissant de la société et d'allier plaisir et bien-être, le développement de produits alimentaires fonctionnalisés est en nette progression dans les pays développés. Cette évolution est

accompagnée par le développement de normes pour la sécurité des produits. On distingue quatre catégories de produits développés sur le marché de la consommation.

- Les produits diététiques : ce sont des compléments alimentaires qui contiennent des ingrédients diététiques comme des vitamines et des enzymes ;
- Les aliments fonctionnels : qui contiennent des ingrédients qui ont des bienfaits physiologiques et nutritifs ;
- Les ADDFMS, Aliments Diététiques Destinés à des Fins Médicales Spéciales, font partie de la catégorie des DADAP (Denrées Alimentaires Destinées à une Alimentation Particulière). Ce sont des produits répondant aux besoins nutritionnels particuliers des personnes dont le processus d'assimilation ou le métabolisme est perturbé ;
- Les compléments alimentaires : produits isolés ou purifiés à partir d'aliments vendus sous forme médicamenteuse, et qui sont habituellement non associés aux aliments. Ces produits sont censés assurer un avantage physiologique pour une santé optimale.

Tous ces produits alimentaires fonctionnalisés peuvent donc s'avérer très utiles en évitant certaines carences.

Un complément alimentaire est une denrée alimentaire dont le but est de fournir un complément de nutriments ou de substances fonctionnelles ayant un effet nutritionnel ou physiologique manquant ou en quantité insuffisante dans le régime alimentaire normal d'un individu. Le produit alimentaire fonctionnel est une source concentrée qui est vendue de façon isolée. Les compléments alimentaires et les aliments fonctionnels sont constitués d'un mélange d'un ou plusieurs composés actifs tels que des extraits de plantes, des vitamines, minéraux ou autres substances, éventuellement additionnés d'excipients. Ils sont commercialisés sous forme de doses solides, pulvérulentes ou liquides, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons

munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité. Les compléments alimentaires et les aliments fonctionnels sont donc présentés comme des médicaments alors qu'une directive européenne de 2002 est très claire, les compléments alimentaires font partie des denrées alimentaires. Leur présentation sous une autre forme serait préférable car en effet, une majorité de la population rejette l'absorption de formes médicamenteuses. Les compléments alimentaires et les aliments fonctionnels sont utilisés dans des applications très divers comme la nutrition, la minceur, la digestion, la beauté, le cardiovasculaire, la ménopause, la mémoire, par exemple.

Par ailleurs, des produits alimentaires alliant plaisir gustatif et santé seraient considérés comme un vrai bénéfice, par exemple sous forme de produit de type produit céréalier pouvant être assimilable à un biscuit et présentant ainsi les caractéristiques organoleptiques typiques d'un tel produit telles que la croustillance et la saveur toastée et grillée par exemple.

C'est ainsi un but de la présente invention que de fournir un produit alimentaire présentant tout à la fois les bénéfices santé et nutritionnels des compléments alimentaires ainsi que les caractéristiques organoleptiques permettant au consommateur de plus les assimiler à des aliments plaisir qu'à un traitement thérapeutique ou profilaxique.

Dans le cas particulier des produits céréaliers que peuvent représenter les biscuits, cookies, céréales petit déjeuner, ou barres céréales par exemple, l'étape de cuisson indispensable à leur procédé de fabrication entraîne irrémédiablement la dégradation de la majeure partie des nutriments nutritionnels qui auraient pu être ajoutés à la préparation de base. Ainsi qu'il s'agisse de biscuits ou cookies traditionnels impliquant une cuisson dans un four aux environs de 200°C, de produits de type céréales « petit déjeuner » ou barres céréales impliquant une étape de cuisson-extrusion dans un cuiseur extrudeur double

ou simple fourreau à des températures de l'ordre de 180°C ; les traitements thermiques imposés au mélange initial dénature les ingrédients nutritionnels fonctionnels ajoutés. Certains extraits de plantes, comme certaines vitamines, et notamment la vitamine C sont détruites par la chaleur et ce dès 60°C ; à partir de 100°C certains sels minéraux ne sont plus assimilables par l'organisme. Lors de la fabrication de produits céréaliers, il n'est pas rare que l'étape de cuisson atteigne 200°C, l'ajout de toutes ces substances nutritives et/ou thérapeutiques est donc incompatible avec une technique classique de fabrication de produits céréaliers ou biscuitiers.

Cette étape de chauffage/cuisson, bien que délétère vis-à-vis de nombre de nutriments, est indispensable à plusieurs titres sur le plan organoleptiques. Il s'agit d'une part d'entraîner une dénaturation des protéines ainsi qu'une gélatinisation de l'amidon, les deux concourants à la création d'un réseau au sein du produit fini. En outre, les réactions de Maillard entre les protéines et les sucres réducteurs du mélange initial contribuent à conférer d'agréables arômes toastés, grillés ou caramélisés ainsi qu'une couleur brune, tous biens typiques des produits céréaliers cuits. La caramélisation des sucres donne enfin un gout agréable et contribue à la croustillance du produit fini. La cuisson permet en outre d'assécher le produit final qui présente, après cuisson et refroidissement, un taux d'humidité compatible avec sa conservation sur le long terme.

C'est pour répondre à ce besoin de produit alimentaire présentant des attributs organoleptiques de plaisir et y associant des vertus nutritionnelles avantageuses tout en conférant une facilité d'usage que les inventeurs ont mis au point la présente invention.

Ainsi, selon un premier mode de réalisation de l'invention, le produit final se présente sous la forme d'une matrice céréalière. Il s'agit d'une nouvelle génération d'aliment fonctionnel où la matrice céréalière est un support qui justifie voire améliore les actions pour l'organisme, c'est-à-dire qui

est un bon conducteur des actifs et permet une bonne assimilation dans l'organisme. Il est innovant dans le procédé de fabrication permettant ainsi d'apporter une forte concentration de nutriments, extraits de plantes, pré et probiotiques, d'enzymes digestives. Mais également qui apporte une touche de plaisir à la consommation par rapport aux compléments alimentaires classiques.

La réponse technologique innovante mise en œuvre par les inventeurs consiste à compacter/compresser après cuisson une poudre céréalière, obtenue par broyage d'un produit céréalier/biscuitier cuit, à laquelle il aura été additionné au moins un nutriment et/ou une substance fonctionnelle. Une matrice céréalière a ainsi été formulée pour obtenir la meilleure qualité organoleptique possible mais également être le meilleur support pour des nutriments et/ou substances fonctionnelles tels que des principes actifs naturels d'origine végétale par exemple.

Cette poudre céréalière est adaptée pour être compactée/compressée. La compression de la poudre permet sa densification et la formulation d'un compact possédant une tenue mécanique suffisante pour être manipulable et conférer un croquant et une croustillance similaire à ceux de biscuits ou cookies classiques. Ainsi, les inventeurs ont montré qu'une phase de compression d'une poudre céréalière cuite permettait d'intégrer au moins un nutriment et/ou une substance fonctionnelle, tels que par exemple des extraits végétaux, des vitamines et/ou des sels minéraux qui auraient été en partie dégradés lors de la cuisson ordinaire d'un produit céréalier.

L'utilisation d'une poudre obtenue à partir du broyage de biscuits ou de produits céréaliers cuits permet de conférer au produit final compressé les gouts, saveurs et arômes caractéristiques de ces produits tels que le grillé, le torréfié, le toasté.

La compression, en particulier la compression directe, de la poudre céréalière permet l'obtention de la matrice céréalière selon l'invention présentant des caractéristiques texturales,

gustatives et rhéologiques de type de celles d'un biscuit tel le croquant, le craquant, le croustillant.

Les allégations « fonctionnelles génériques » relevant de l'article 13, paragraphe 1, du règlement CE concernant les allégations nutritionnelles et de santé portent sur le rôle d'un nutriment ou d'une autre substance dans la croissance, le développement et les fonctions de l'organisme ; les fonctions psychologiques et comportementales ; l'amaigrissement et le contrôle du poids, la satiété ou la réduction de la valeur énergétique du régime alimentaire. Elles ne concernent pas le développement ou la santé infantile ou la réduction du risque de maladie.

Dans un premier mode de réalisation la présente invention concerne une matrice céréalière obtenue par compression directe d'un mélange comprenant de la poudre de biscuit et au moins un ingrédient choisi parmi les nutriments et les substances fonctionnelles.

Dans un mode de réalisation selon le premier mode de réalisation, la matrice céréalière est caractérisée en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit, au moins un nutriment et au moins une substance fonctionnelle.

Selon l'un des modes de réalisation précédent de l'invention, la matrice céréalière est caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les nutriments est choisi dans le groupe constitué par les vitamines, les minéraux, les oligo-éléments ou leurs mélanges.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention selon les premiers ou deuxième modes de réalisation, la Matrice céréalière est caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les substances fonctionnelles est choisi dans le groupe constitué par les phyto-éléments, les prébiotiques, les probiotiques, les enzymes digestives, les produits issus de fermentation, les peptides ou leurs mélanges.

L'invention concerne aussi une matrice céréalière selon l'un des modes de réalisation précédents caractérisée en ce que le taux la quantité d'eau du mélange pour compression directe est compris entre 2 et 5% en poids du mélange total.

Dans un mode de réalisation particulier de la matrice céréalière selon l'un des modes précédents, le mélange pour compression directe comprend en outre un agent liant.

Selon le mode de réalisation précédent, l'agent liant est choisi dans le groupe constitué par les polyols, l'amidon, le lactose, la cellulose.

De manière particulière, dans un mode de réalisation de la matrice céréalière selon l'invention, le liant est le sorbitol.

Selon un autre mode de réalisation de la présente invention, la matrice céréalière selon l'un des modes de réalisation précédents est caractérisée en ce que la granulométrie de la poudre de biscuit est comprise entre 100 et 5000 µm, particulièrement entre 200 et 4000 µm, plus particulièrement entre 800 et 2000 µm, voire plus particulièrement encore entre 200 et 700 µm.

Dans un mode de réalisation particulier de la présente invention, la matrice céréalière selon l'une des modes de réalisation précédents est caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les substances fonctionnelles est choisi parmi l'acérola, la goji et la mélisse et leurs mélanges.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, la matrice céréalière selon l'un des modes de réalisation précédents est caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les nutriments est choisi parmi le zinc, le magnésium, la vitamine B1, la vitamine B6 et leurs mélanges.

L'invention concerne aussi dans un autre mode de réalisation, une matrice céréalière selon l'un des modes de réalisation précédent caractérisée en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit, de la mélisse, de la vitamine B1, de la vitamine B6 et du magnésium.

C'est aussi un objet de la présente invention que de fournir une matrice céréalière selon l'un des modes de

réalisation précédent caractérisée en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit, de la mélisse, de la vitamine B1, de la vitamine B6 et du magnésium pour son utilisation dans le traitement des troubles du sommeil ou de l'anxiété.

La présente invention concerne aussi une matrice céréalière selon l'un des modes de réalisation précédents caractérisée en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit, de l'acérola, du goji, du zinc et optionnellement de l'extrait de levure.

Enfin, dans un mode de réalisation particulier, la présente invention concerne une matrice céréalière selon l'un des modes de réalisation précédent caractérisée en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit de l'acérola, du goji, du zinc et optionnellement de l'extrait de levure pour son utilisation dans le traitement des troubles de l'immunité ou pour le renforcement de l'immunité.

L'invention concerne enfin un Procédé de fabrication d'une matrice céréalière, en particulier une matrice céréalière selon l'un quelconques de modes de réalisation précédente, comprenant les étapes suivantes :

- fournir une poudre de biscuit,
- mélanger la poudre de biscuit avec au moins un ingrédient choisi parmi les nutriments et les substances fonctionnelles,
- procéder à une compression directe du mélange pulvérulent.

Au sens de la présente invention, on entend par nutriment des composés qui vont contribuer à la régulation du métabolisme. Un nutriment pourra être choisi dans le groupe comprenant les vitamines, les éléments minéraux tels que les sels minéraux, les oligo-éléments par exemple. Au sens de la présente invention, on entend par substance fonctionnelle ou élément nutritionnel, les phyto-éléments (extraits issus de plantes ou d'algues), les pré- et probiotiques, les enzymes, les produits issus de fermentations, les extraits de levure, les peptides, par exemple.

Selon un mode de l'invention, la matrice céréalière peut

comprendre au moins un nutriment choisi dans le groupe constitué par les vitamines, les éléments minéraux tels que les sels minéraux et les oligo-éléments.

Selon un mode de l'invention, la matrice céréalière peut aussi comprendre au moins une substance fonctionnelle choisie dans le groupe constitué par les phytoéléments, les prébiotiques, les probiotiques, les enzymes, les peptides et les produits issus de fermentation, ou leur mélange. Le phytoélément peut être choisi dans le groupe comprenant le goji, l'acérola, la mélisse, le jujube, le houblon, la camomille matricaire, le curcuma, le ginkgo, le ginseng, la rhodiola, l'argousier, l'astragale, l'échinacea, le sureau, le tilleul ou l'éleutherocoque, utilisés seuls ou en mélange. Dans un mode de réalisation préféré, le ou les phyto-éléments compris dans la matrice céréalière selon l'invention peut être choisi parmi le goji, la mélisse, l'acérola, utilisés seuls ou en mélange.

D'une façon encore préférée, le phytoélément compris dans la matrice céréalière selon l'invention est la mélisse.

D'une autre façon toute aussi préférée, le phytoélément compris dans la matrice céréalière selon l'invention comprend le goji et l'acérola ou leurs mélanges.

Le goji ou baie de goji est le nom commercial de la baie du lyciet commun (*Lycium barbarum*). Il se présente sous la forme d'une petite baie orange, allongée de saveur légèrement sucrée, il est souvent commercialisé sous forme séchée ou sous forme de jus. Relativement riche en vitamines, en minéraux et en oligoéléments, la baie est également une source relativement conséquente d'antioxydants avec une très importante proportion de caroténoïdes mais aussi avec quatre polysaccharides, considérés comme les composés actifs responsables des effets bénéfiques. Les baies de goji contiennent 18 sortes d'acides aminés. Elles contiennent les huit acides aminés essentiels, dont le tryptophane et l'isoleucine, 21 oligo-éléments, du zinc au fer en passant par le cuivre, le sélénium et le phosphore. Elles contiennent en quantité importante du bêta carotène, du calcium des protéines, des vitamines notamment B1, B2, B6, C et

E et des bêta sitostérols aux propriétés anti-inflammatoires. Le gogi permettrait de renforcer les défenses immunitaires, de faire baisser la pression artérielle, le taux de cholestérol et de sucre dans le sang, d'améliorer l'assimilation du calcium et de soulager le foie.

L'acérola (*Malpighia punicifolia*) est un arbre dont le fruit est appelé cerise de la Barbade ou cerise des Antilles car ressemblant beaucoup à la cerise. L'acérola est une source naturelle remarquable de vitamine C. le fruit de l'acérola est comestible, de goût acidulé. Sensible à la chaleur, leur conservation nécessite de grandes précautions. Le fruit de l'acérola contient 20 à 30 fois plus de vitamine C que l'orange. Il est également riche en vitamines B6, B1 et en vitamine A, ainsi qu'en flavonoïdes et en minéraux, comme le fer, le calcium, le phosphore, le potassium et magnésium. Ce fruit contient également des facteurs antioxydants, notamment des flavonoïdes et des anthocyanines. Les extraits d'acérola sont utilisés pour leurs propriétés tonifiantes, stimulantes et anti-infectieuses. Leur richesse en minéraux apporte des propriétés reminéralisantes. Leur concentration élevée en acide ascorbique ou vitamine C, vitamine E, flavonoïdes, anthocyanines et caroténoïdes procure à ces fruits les propriétés antioxydantes et stimulantes pour la production de collagène. Les fruits peuvent être consommés sous forme de jus. Ces fruits sont utilisés contre les diarrhées et les troubles hépatiques.

La mélisse officinale (*Melissa officinalis*) est une plante herbacée vivace de la famille des Lamiacées. On l'appelle aussi mélisse citronnelle. La mélisse a des petites feuilles ovales gaufrées et dentelées qui exhalent un parfum doux et citronné quand on les froisse. Les tiges et les feuilles sont utilisées comme tonique et stimulant léger. Le goût est astringent et l'arôme léger. L'alcool est obtenu par distillation de ses feuilles fraîches, c'est l'eau de mélisse, elle a des propriétés antispasmodiques. La mélisse peut aussi être consommée sous forme de tisane. Cette plante est naturellement mellifère. Elle est très appréciée depuis longtemps pour ses propriétés

digestives et infusée elle offre une tisane apaisante. De plus elle renferme une essence qui est un tonique nerveux. Les polyphénols de la mélisse sont antiviraux : contre l'herpès qui produit des vésicules blanchâtres, une infusion appliquée régulièrement sur les lésions élimine les éruptions en quelques jours et en réduit la fréquence d'apparition. Les principaux constituants des feuilles de mélisse sont l'huile essentielle contenant des aldéhydes monoterpéniques à odeur citronnée, des dérivés de l'acide hydroxycinnamique aussi appelés « tanins des lamiacées », dont le principal est l'acide rosmarinique, des dérivés hydroxycoumariniques comme l'esculétine, des flavonoïdes et des acides triterpéniques. La mélisse est le plus souvent utilisée pour ses vertus calmantes et relaxantes. De fait, elle régule l'influx nerveux, ce qui a une action bénéfique sur la tachycardie, mais réduit aussi les spasmes de l'estomac et du côlon, elle a également des propriétés antifongiques. En infusion, la mélisse a un effet légèrement sédatif, et favorise de plus la sudation, c'est pourquoi elle est souvent recommandée dans les cas d'insomnie.

D'autres plantes ou extraits de plantes peuvent être actifs sur les troubles du sommeil et compris dans une matrice céréalière selon l'invention, comme le jujube et le houblon. Le jujube ou datte chinoise est un petit fruit produit par le jujubier commun (*Ziziphus jujuba*). Les parties intéressantes du jujubier sur le plan diététique ou médicinal sont le fruit, la graine et dans une moindre mesure les feuilles et les racines. Le fruit du jujubier contient une ou deux graines ou noyaux. La graine contient plusieurs groupes de substances actives sur le fonctionnement du système nerveux central et principalement sur le sommeil, comme sa durée. Les composés les plus actifs : les jujubosides et des alcaloïdes (sanjoinine ou frangufoline, la nuciférine, la zizyphusine, et la cochlaurine) ont une action sédative. La sanjoinine A semble être la substance la plus intéressante pour son pouvoir sédatif et calmant.

Le houblon ou houblon grimpant (*Humulus lupulus*) est une plante herbacée vivace grimpante. Ce sont les fleurs des plants

femelles nommés également strobiles ou cônes qui sont recherchés pour leurs principes amers et aromatiques. Les strobiles de houblon sont préconisés pour combattre l'agitation, l'anxiété et les troubles du sommeil.

Deux plantes connues pour leur activité sur les désordres intestinaux sont particulièrement intéressantes dans le cadre de la présente invention, il s'agit de la camomille matricaire et du curcuma. Les matricaires sont des plantes annuelles appartenant à la famille des *Astéracées*. Très utilisée en infusion, la camomille matricaire grâce à sa concentration importante en mucilages est très efficace contre les troubles digestifs. En effet elle apaise les irritations des muqueuses gastriques et intestinales, elle est donc utile pour les douleurs abdominales, les indigestions, les inflammations du tube digestif, les gastrites, les spasmes ainsi que les règles douloureuses. Le curcuma est une plante herbacée rhizomateuse vivace du genre Curcuma de la famille des *Zingibéracées*. Le curcuma est reconnu pour ses propriétés antioxydantes, il aide l'organisme à lutter contre le stress et à maintenir l'efficacité des défenses naturelles. C'est probablement l'anti-inflammatoire naturel le plus puissant identifié à ce jour. Le principe actif du curcuma, la curcumine est un agent de chimio-prévention efficace, comme dans le cancer colorectal par exemple.

D'autres plantes présentent également un réel intérêt pour l'invention, on peut citer le Ginkgo, le Ginseng, la Rhodiola… Le Ginkgo (*Ginkgo biloba*) ou l'arbre aux quarante écus ou encore l'abricotier d'argent, est la seule espèce d'arbres représentante de la famille des *Ginkgoaceae*. Ses feuilles contiennent une variété de substances pharmacologiquement intéressante très importante, dont des flavonoïdes, des terpènes, des lactones sesquiterpènes, des ginkgolides et des bilobalides. La plupart des recherches portant sur les effets du ginkgo sont faites avec un extrait nommé EGb 761, qui contient 24% m/m de glycosides de flavones et 6% m/m de terpènes de lactone. Les effets du Ginko sur l'organisme sont nombreux,

parmi les effets observés, on peut noter une activité antioxydante, une augmentation du débit sanguin notamment cérébral, une potentialisation des neurotransmetteurs, et une modulation du métabolisme du glucose.

Le Ginseng (*Panax ginseng*) est une plante vivace qui appartient au genre *Panax* de la famille des *Araliaceae*. Environ 10 espèces de ginseng sont cultivées à travers le monde. Les espèces les plus connues sont *Panax ginseng C.A. Meyer* et *Panax quinquefolium*. C'est la racine qui est réputée pour ses propriétés pharmaceutiques. Le ginseng doit être cultivé pendant au moins 6 ans pour que le rhizome arrive à maturité et qu'il acquière toutes ses qualités. Le ginseng comporte des ginsénosides, des triterpénoïdes, dont le protopanaxadiol, la sapogénine triterpénique à squelette damarane. De multiples effets bénéfiques ont été mis en évidence expérimentalement, notamment des effets anti-inflammatoires et antioxydants grâce aux ginsénosides. Le ginseng pourrait augmenter la synthèse de NO par la paroi des vaisseaux, contribuant à un relâchement des fibres musculaires. Le ginseng est avant tout un stimulant du système nerveux, physique et intellectuel et accroît la résistance physique. Le ginseng est une plante adaptogène, c'est-à-dire une plante augmentant la capacité de notre corps à s'adapter aux différents stress, quelles que soient leurs origines.

Rhodiola rosea ou l'orpin rose est une espèce de plante de la famille des *Crassulaceae*. Rhodiola rosea est une plante médicinale par excellence pour tous les états de dépression profonds, de stress aigu et chronique et d'anxiété maladive en agissant sur plusieurs neurotransmetteurs et hormones dont la sérotonine et la dopamine. Rhodiola est classée comme adaptogène. Rhodiola rosea contient des composés qui contribueraient à ses effets, incluant la classe des rosavines : rosavines, rosarines et rosines. Certaines études ont suggéré que les composés les plus actifs seraient les rhodiolosides et le tyrosol, avec d'autres composés inactifs quand ils sont administrés seuls, mais montrant un effet de synergie lorsque la

rhodioloside, la rosavine, la rosarine et la rosine sont combinées.

L'argousier (*Hippophae rhamnoides L.*) est une espèce d'arbrisseau dioïque, épineux. Les fruits, acides et astringents sont comestibles sous forme de confiture, compote, gelée ou sorbet. Le jus d'argousier est très recommandé en phytothérapie grâce à sa forte teneur en vitamines A, C et E. Sa concentration en vitamine C est 5 fois supérieure à celle du kiwi et 30 fois supérieure à celle de l'orange. L'argousier a plusieurs applications médicinales, vermifuges, toniques, astringentes, anti-infectieuses et anti-sclérotiques, et notamment contre les brûlures et blessures cutanées.

Les astragales sont des plantes de la famille des *Fabacées* appartenant au genre *Astragalus*. La racine est utilisée en tisane ou soupe. La plante renforce l'énergie, augmente le nombre de cellules souches afin de combattre les infections, aide à la guérison des blessures, des infections respiratoires chroniques, des inflammations. Le TA-65 est un isolat extrait de la racine séchée, supposé avoir une action similaire à la télomérase.

L'échinacea est un genre de plante qui comprend 11 taxons, appartenant à la famille des *Astéracées*. Echinacea s'est vu attribuer la capacité de renforcer les défenses du système immunitaire. Suivant l'espèce utilisée, des breuvages médicinaux peuvent être préparés à partir de la tige, de la fleur ou bien de la racine. Les effets sont attribuables aux composés phénoliques, tels que les acides chicoriques et caftariques ou l'échinacoside, enfin d'autres éléments chimiques peuvent être importants, les alkamides et les polysaccharides.

Le sureau ou Sambucus nigra L. appartient à la famille des *Adoxaceae*. Les différents organes du sureau : écorces, racines, tiges, fleurs, feuilles et fruits sont utilisés traditionnellement dans des domaines aussi divers que la médecine, l'alimentation et la fabrication d'outils ou de jouets. Le sureau possède des vertus thérapeutiques, améliore l'élimination urinaire, facilite la digestion, présente des

effets anti-inflammatoires et sudorifiques. En tant que complément alimentaire, le sureau permettrait la réduction des effets de la grippe. En clinique, il a été montré actif dans l'irritation bucco-pharyngée.

Le tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos Scop.*) est un arbre de la famille des *Tiliaceae* ou des *Malvaceae*. Les miels de tilleul sont appréciés, les fleurs séchées sont utilisées en tisane seule ou en mélange. Les feuilles sont émollientes, les fleurs en infusion légère sont sédatives mais en infusion trop longue et forte, elles peuvent provoquer des insomnies. L'aubier est cholérétique, diurétique et antispasmodique.

L'éleutherocoque est une plante forestière appartenant à la famille des araliacées. Les parties utilisées de la plante sont la racine et plus rarement les feuilles. L'éleutherocoque améliore les performances sportives, traite l'herpès, réduit la fatigue et stimule le système immunitaire.

Les algues, une cinquantaine d'espèces d'algues comestibles sauvages ou cultivées sont utilisées pour l'alimentation humaine. Véritables « légumes de la mer », les algues sont composées de 70 à 90% d'eau, elles sont riches en minéraux (calcium, magnésium, fer) en oligo-éléments, en vitamines (A, C et E). Elles sont également riches en fibres et contiennent, contrairement aux plantes terrestres des protéines complètes avec tous les acides aminés essentiels. Des recherches préliminaires donnent à penser que certaines algues exercent une activité anticancéreuse, anti-inflammatoire et antioxydante. Leur richesse en fibres est favorable au transit intestinal. Au niveau réglementaire, les algues alimentaires sont considérées comme des nouveaux aliments. Depuis le 10/02/2014, 24 algues sont autorisées à la consommation en France (8 algues brunes, 11 algues rouges, 2 algues vertes et 3 micro-algues).

D'une façon préférée ces phyto-éléments sont utilisés sous forme de poudre additionnée à la poudre céréalière obtenue par broyage d'un produit céréalier/biscuitier cuit, en particulier un biscuit. Alternativement, le ou les phytoéléments peuvent

aussi être mis en œuvre sous la forme d'extrait liquide concentré qui n'affectera que peu le taux d'humidité de la poudre céréalière et n'impactera pas l'aptitude de la poudre céréalière à une compression directe en une matrice céréalière selon l'invention.

La quantité de nutriment et/ou de substance fonctionnelle - préférentiellement sous forme de poudre - comprise dans la matrice céréalière selon l'invention pourra être comprise entre 1 et 10 % en poids, particulièrement entre 2 et 8%, plus particulièrement encore entre 3 et 7%, plus particulièrement encore entre 5 et 7%, par rapport au poids total de la matrice céréalière.

D'autres éléments que les phyto-éléments peuvent être compris dans la matrice céréalière, et sont considérées comme substances fonctionnelles selon la présente invention, comme par exemple les phytoéléments, les prébiotiques, les probiotiques, des enzymes digestives, des peptides, les produits issus de fermentations par exemple.

Dans un mode de réalisation particulier, la matrice céréalière selon l'invention comprend en outre au moins une substance fonctionnelle. Cette substance fonctionnelle peut être choisie dans le groupe comprenant les phytoéléments, les prébiotiques, les probiotiques, des enzymes digestives, des peptides, des produits issus de fermentations utilisés seuls ou en mélange.

Dans un mode de réalisation particulier, la matrice céréalière selon l'invention comprend au moins un nutriment choisi dans le groupe comprenant les vitamines, les éléments minéraux tels que les sels minéraux, les oligo-éléments et au moins une substance fonctionnelle choisie dans le groupe comprenant les prébiotiques, les probiotiques, des enzymes digestives, des peptides, des produits issus de fermentations.

Les prébiotiques échappent à la digestion dans l'intestin grêle et sont des substrats potentiels pour l'hydrolyse et la fermentation par les bactéries intestinales. On peut citer les oligosaccharides, les fructo-oligosaccharides, les oligo-

fructoses, les polysaccharides ou l'inuline.

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante, exercent des effets positifs sur la santé, au-delà des effets nutritionnels traditionnels. Parmi les bactéries et les levures, on peut citer *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*, *lactobacillus plantarum* et *Saccharomyces-boulardii*.

Les peptides peuvent comprendre des hydrolysats de protéines de lait, de soja, de lactoserum par exemple. On peut citer plus particulièrement le produit Lactium®, qui est un hydrolysat de protéine de lait et qui possède des propriétés relaxantes permettant de réduire et de réguler les troubles liés au stress. On peut encore citer l'alpha-casozépine est un peptide constitué de 10 acides aminés, issu de l'hydrolyse trypsique de la caséine bovine. Il possède des propriétés anxiolytiques.

Selon un mode de l'invention, la matrice céréalière selon l'invention peur comprendre un ou plusieurs nutriments, choisis dans le groupe comprenant les vitamines, les sels minéraux et les oligo-éléments, ou leur mélanges.

Les vitamines sont des substances organiques, sans valeur énergétique propre, qui sont nécessaires à l'organisme et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante. Elles doivent donc être fournies par l'alimentation. Treize substances répondent à cette définition, on distingue 9 vitamines hydrosolubles : B1, B2, B5, B6, PP ou B3, B9, B12, C, H ou B8 et quatre vitamine liposolubles : A, D, E et K1. La vitamine A (rétinol ou caroténoïdes), la vitamine E et la vitamine C sont les 3 vitamines majeures antioxydantes. La vitamine A est présente uniquement dans les aliments d'origine animale. Néanmoins, certains végétaux contiennent des provitamines A, c'est à dire des substances que l'organisme est capable de transformer en vitamine A. Elle est indispensable à la vision et à la croissance des bronches, des intestins ou encore de la

peau. La vitamine A intervient également dans les mécanismes immunitaires. Les substances antioxydantes s'opposent aux effets des radicaux libres en modérant leurs dommages, restaurant les lésions subies par les cellules, éliminant les déchets, entravant le phénomène d'oxydation. Lorsque les radicaux libres sont en excès dans l'organisme, ils peuvent favoriser le vieillissement cellulaire. Ces vitamines antioxydantes ont la capacité de contrôler la production des radicaux libres issus du métabolisme de l'oxygène, et dont la surproduction est responsable de très nombreux troubles, notamment au niveau cardio-vasculaire, immunité, cancer, cutané, vieillissement accéléré, maladies neurodégénératives, etc. En particulier, la vitamine c est un antioxydant bien connu, soluble dans l'eau. Les humains dépendent de sources externes de vitamine C pour satisfaire leurs besoins en vitamine C. Ainsi, l'acide ascorbique, l'ascorbate de sodium, ou leur mélange sont une source de vitamine C. La vitamine C est nécessaire à la synthèse des vaisseaux sanguins et des muscles. Elle favorise l'absorption du fer présent dans les aliments et intervient dans plusieurs mécanismes hormonaux. Elle joue également un rôle dans l'élimination des substances toxiques. Une déficience en vitamine C peut diminuer la résistance aux infections. La vitamine E est également un antioxydant bien connu. La vitamine E peut opérer en synergie avec la vitamine C afin de protéger la fonction cellulaire vitale contre les oxydants normaux. L'acétate d'alpha-tocophéryle, l'acétate de triméthyl-tocophéryle et/ou le succinate de vitamine E sont des sources de vitamine E. Cette dernière a un effet protecteur particulièrement important vis-vis des cellules de l'organisme. Elle joue un rôle important dans les mécanismes de la procréation et intervient dans la synthèse des globules rouges.

La vitamine D est désignée comme une vitamine liposoluble, bien que ce soit avant tout une hormone synthétisée dans l'organisme humain à partir d'un dérivé du cholestérol sous l'action des rayonnements UVB de la lumière. Elle existe sous 2 formes, D2 (ergocalciférol) ou D3 (cholécalciférol). Ces 2

molécules sont des 9,10-sécostéroïdes. La vitamine D intervient dans l'absorption du calcium et du phosphore par les intestins, ainsi que dans leur réabsorption par les reins, c'est une véritable hormone. D'autre part, elle influence plus de 200 gènes, ce qui explique son importance non soupçonnée jusque récemment dans de nombreuses maladies dont l'arthrite, les troubles de la peau apparentés au psoriasis, le diabète, certains cancers et même la démence.

Les vitamines B forment un groupe de vitamines hydrosolubles qui jouent un rôle important dans le métabolisme des cellules, parmi lesquelles on peut trouver :

- la vitamine B1 ou thiamine, qui est le cofacteur du complexe pyruvate décarboxylase ;
- La vitamine B2 ou riboflavine qui est le précurseur de la flavine adénine dinucléotide ;
- La vitamine B3 (PP) ou nicotinamide qui est le précurseur du nicotinamide adénine dinucléotide ;
- La vitamine B5 ou acide panthothénique qui est le précurseur et constituant du coenzyme A ;
- La vitamine B6 ou pyridoxine qui est le coenzyme des réactions liées au métabolisme des acides aminés et des protéines ;
- La vitamine B8 (H) ou biotine qui est le coenzyme des réactions de métabolisme des acides gras, des glucides et des acides aminés ;
- La vitamine B9 ou acide folique et la vitamine B12 ou cyanocobalamine qui sont des cofacteurs avec la S-adénosylméthionine.

Les vitamines B fonctionnent souvent ensemble au bénéfice de la santé du corps. Elles augmentent le métabolisme, aident à maintenir une peau saine et des muscles en bonne santé, améliorent le système immunitaire, améliorent le système nerveux et retardent les troubles cognitifs de la maladie d'Alzheimer, promeuvent la croissance des cellules ainsi que leur divisions, elles combattent les symptômes causés par un excès de stress.

Il est généralement admis qu'une alimentation diversifiée

apporte les vitamines nécessaires. Il peut ne plus en être de même en cas de mauvaise alimentation, de traitement médicamenteux ou de maladies diminuant l'absorption ou augmentant les besoins pouvant aller jusqu'aux carences vitaminiques.

Dans un mode de réalisation particulier, la matrice céréalière selon l'invention comprend au moins une vitamine choisie dans le groupe constitué par les vitamines B1, B6 et C et leurs mélanges. De manière encore plus particulière, il s'agira des vitamines B1 et B6.

Les sels minéraux et les oligoéléments sont normalement fournis en quantité suffisante par une alimentation variée et équilibrée. Ils sont indispensables à notre santé.

Les minéraux compris dans la matrice céréalière selon l'invention pourront être choisis parmi le fer, le zinc, le sélénium, le chrome, le manganèse, le molybdène et leurs mélanges. Les sels minéraux sont des substances provenant de roches qui entrent dans la composition des organismes et qui sont présents dans l'alimentation animale et végétale. Ils se présentent sous forme ionique, on distingue les éléments minéraux majeurs, comme le calcium, le fer, le magnésium, le phosphore, le potassium, le sodium, le soufre et les oligo-éléments comme l'aluminium, l'arsenic, le bore, le chlore, le chrome, le cobalt, le cuivre, le fluor, l'iode, le manganèse, le molybdène, le nickel, le plomb, le silicium, le sélénium, le vanadium, le zinc.

Dans un mode particulier, le minéral sera choisi dans le groupe comprenant le zinc, le magnésium et leurs mélanges.

Le fer est l'un des sels minéraux essentiels au bon fonctionnement de l'organisme. Il a un rôle fondamental dans la constitution de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges, dans la constitution de la myoglobine contenue dans les muscles et dans celle de nombreuses enzymes indispensables au fonctionnement de l'organisme. Sa carence est fréquente dans le monde entier, elle se traduit par une anémie, accompagnée d'une réduction de la capacité physique et intellectuelle, d'une

diminution de la résistance aux infections.

Le zinc joue un rôle antioxydant en tant que cofacteur des enzymes qui participent directement à la défense contre les oxydants. Il contribue donc au fonctionnement normal du système immunitaire. L'oxyde de zinc, le gluconate de zinc, le citrate de zinc, l'acétate de zinc, le chlorure de zinc, le lactate de zinc ou le sulfate de zinc peuvent être utilisés seuls ou en mélange dans la matrice céréalière selon la présente invention.

Le sélénium joue aussi un rôle antioxydant en tant que cofacteur des enzymes, notamment la glutathione peroxydase, qui participe directement à la défense contre les oxydants.

Le chrome est un oligo-élément qui intervient dans le métabolisme des glucides, il favorise l'action de l'insuline. Il intervient aussi dans le métabolisme des lipides et dans celui du cholestérol, il contribue à diminuer sa concentration. Le chrome joue aussi son rôle dans le métabolisme des acides nucléiques.

Le manganèse est un oligo-élément indispensable à l'efficacité de la vitamine B1. Il intervient aussi dans certaines métalloprotéines telles que la superoxyde dismutase. Il agit comme cofacteur de nombreuses enzymes. C'est aussi un métal essentiel pour la synthèse d'enzymes participant à la lutte contre le stress oxydant et qui préviennent des dommages causés par les radicaux libres.

Le molybdène intervient à de nombreux niveaux en tant que constituant de certaines enzymes, notamment la xanthine oxydase. Il joue un rôle dans la croissance osseuse et la structure de dents. Il a une action favorable sur le métabolisme du fer. Le molybdène participe aussi à la détoxication de l'organisme et il intervient dans la synthèse de l'acide urique.

Le magnésium possède de multiples rôles biologiques. Il sert à la formation des os et des dents avec le calcium et le phosphore. Il a une action sur la transmission de l'influx nerveux, il favorise la plasticité cérébrale et évite le déclin de la mémoire. Il contribue donc au fonctionnement normal du système nerveux. Il contribue également aux mécanismes de

défenses immunitaires. Dans la présente invention, le magnésium se trouve préférentiellement sous forme d'oxyde de magnésium.

Les sels minéraux préférentiellement incorporés dans la matrice céréalière selon l'invention sont le zinc et/ou le magnésium.

Selon un mode de l'invention, la matrice céréalière comprend au moins un nutriment et/ou au moins une autre substance fonctionnelle. Selon un mode préféré de l'invention, la matrice céréalière comprend au moins un nutriment et au moins une autre substance fonctionnelle. Selon un mode préféré de l'invention, la matrice céréalière comprend comme substance fonctionnelle un phyto-élément. Selon un mode tout aussi préféré de l'invention, la matrice céréalière cuite comprend comme substance fonctionnelle un phyto-élément et des extraits de levures.

Dans un mode de réalisation particulier, la matrice céréalière selon l'invention comprend au moins un nutriment choisi dans le groupe comprenant les vitamines B1 et B6, du magnésium, et de la mélisse et leur mélange.

Cette composition étant particulièrement adaptée pour lutter contre le stress, les troubles de l'anxiété et/ou améliorer le sommeil.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention tout aussi préféré, la matrice céréalière comprend comme nutriment le zinc et comme substances fonctionnelles de l'acérola, du gogi et optionnellement des extraits de levure. Cette composition étant particulièrement adaptée pour renforcer le système immunitaire et dans le traitement des troubles de l'immunité ou pour le renforcement de l'immunité.

Un objet de l'invention concerne une matrice céréalière comprenant au moins un nutriment et/ou une substance fonctionnelle obtenue par un procédé de compression directe.

On entend au sens de la présente invention par « matrice céréalière » un produit se présentant sous la forme d'une plaque, plaquette ou tablette de géométrie de type parallélépipède rectangle ou carré, voire ovoïde par exemple,

constitué d'ingrédients granulaires ou pulvérulents agglomérés/compressés comprenant des protéines, des hydrates de carbones simples et complexes, de la matière grasse ainsi qu'optionnellement des matières laitières, et du sel par exemple.

Selon la présente invention, la poudre de biscuit, ou poudre céréalière cuite, permet d'obtenir un produit final sous forme d'une tablette ressemblant à un biscuit, par un procédé de compression directe.

La poudre de biscuit utilisable en compression directe pour l'obtention d'une matrice céréalière selon l'invention est une poudre issue du broyage de biscuits réalisés selon des techniques traditionnelles de biscuiterie et boulangerie. Il s'agit typiquement de biscuits réalisés à partir d'une pâte comprenant farine, sucre et matière grasse, éventuellement complétée avec des ovoproduits et/ou des produits laitiers ainsi que des agents de levage.

Les différents ingrédients de la pâte à biscuit peuvent être pétris selon les techniques traditionnelle afin d'obtenir un pâton qui pourra être mis à reposer avec laminage ou formage.

Le laminage consiste à aplatir le pâton en un feuillet qui est mise en forme par découpage ou par emporte-piéceage.

Les formes de biscuits crues sont ensuite cuites dans un four à une température comprise entre 180 et 300°C, particulièrement entre 220 et 260°C pendant des durées variables selon l'épaisseur et la composition du pâton.

L'étape de cuisson permet les diverses réactions de réticulation des protéines, la gélatinisation de l'amidon, la caramélisation des sucres, les réactions de Maillard, l'aération et la levée de la pâte ainsi que l'évaporation de l'eau jusqu'à un taux d'humidité des biscuits cuits, après ressuage, compris entre 1.5 et 5% en poids, particulièrement entre 2 et 4 % en poids.

Les biscuits peuvent être ensuite broyés sur toute type d'appareillage permettant une réduction en une poudre dont la granulométrie permet la compression directe en une matrice

céréalière selon l'invention dans laquelle nutriment et/ou ingrédients fonctionnels auront été ajoutés et conserveront ainsi toutes leur qualités du fait de l'absence de traitement thermique susceptibles de les dénaturer.

La poudre ainsi obtenue présentant une granulométrie comprise entre 200 µm et 5000 µm, particulièrement entre 200 et 4000 µm , plus particulièrement entre 800 et 2000 µm, voire plus particulièrement encore entre 200 et 700 µm et contenant le ou les nutriments et ingrédients fonctionnels pourra être soumise à une étape de compression directe.

Cette compression directe pourra être réalisée à l'aide de machines disponibles dans l'industrie et utilisable pour la fabrication de comprimés pharmaceutique ou de tablettes pour lave-vaisselle par exemple. On connait ainsi les machines alternatives ou les machines rotatives. Les machines alternatives sont mécaniquement construites sur le modèle du marteau-pilon. L'ensemble de distribution de la poudre est mobile, ce qui est fixe, c'est l'ensemble poinçons-matrice. Les comprimeuses rotatives sont mécaniquement construites sur un modèle où la compression est plus douce puisqu'elle se fait aussi bien par le poinçon supérieur que par le poinçon inférieur. Le système de distribution du grain, c'est-à-dire le sabot, est fixe. Ce qui est mobile, c'est l'ensemble matrices et jeux de poinçons qui se déplace horizontalement. Leur cadence est beaucoup plus élevée que celle des comprimeuses alternatives.

Les pressions mises en œuvre lors de la compression de poudres céréalières, ou poudre de biscuit, afin d'obtenir la matrice céréalière selon l'invention, peuvent être comprises entre 50 et 300 MPa, particulièrement entre 70 et 200 MPa, plus particulièrement entre 90 et 150 MPa.

Les matrices céréalières selon la présente invention présentent ainsi une apparence approchant de celle de biscuits bien que plus lisse du fait de la compression ainsi qu'une résistance à la rupture compatible tant avec leur consommation par des consommateurs qu'avec leur manutention aux fins

d'emballage et de transport. Il convient en effet que la résistance à la rupture soit suffisante pour éviter au produit selon l'invention de s'émietter au moindre choc ou à la moindre manipulation mais il faut aussi que le produit ne soit pas trop dur afin d'être croqué et consommé aisément.

Ainsi, la résistance à la rupture d'une matrice céréalière selon l'invention, de dimensions 4 cm de long, 3,5 cm de large et 5 mm d'épaisseur pourra être comprise entre 0,05 et 1 MPa, particulièrement entre 0,1 et 1 MPa, plus particulièrement entre 0,15 et 0,8 MPa, telle que mesurée par un test de rupture diamétrale en compression uniaxiale sur une machine de mesure de texture Instron. Alternativement un essai pourra aussi consiste à faire subir à la matrice céréalière comprimée une pression croissante jusqu'à écrasement à l'aide d'un Duromètre constitué de deux mâchoires se faisant face, l'une se déplaçant vers l'autre qui est fixe ; et l'on pourra mesurer la valeur correspondant à la rupture

Contrairement aux gâteaux, les biscuits ont généralement une texture plus croquante, sablée ou croustillante. Les biscuits existent sous une très grande variété de composition et de forme : secs, sucrés, salés, sablés, feuilletés, fermentés, moelleux, fourrés, des centaines de produits existent.

On peut citer le biscuit cuiller, le boudoir, le cookie, la crêpe dentelle, le financier, le florentin, la galette, la galette bretonne, le palet, le sablé, la gaufre, la gaufrette, la langue de chat, le palmier, le biscuit « goûter », le petit beurre, la tuile, le biscuit « pâtissier », le spéculos, la meringue, le macaron, le rocher, etc.

La farine est le principal ingrédient de la biscuiterie, et notamment la farine de blé tendre qui est l'ingrédient de presque toutes les recettes. La qualité de la farine joue un rôle pour les formulations peu hydratées ou pauvres en matières grasses. Les matières grasses donnent la texture de la pâte, elles influent sur les couleurs et les saveurs. Les œufs apportent la légèreté ainsi qu'une teinte dorée aux recettes. Le sucre contribue au goût et à l'arôme mais également à la texture

et le lait permet de lier la pâte, il peut également influer sur la friabilité ou le fondant des biscuits. Enfin d'autres ingrédients peuvent également être présents comme le chocolat, la vanille, les fruits qui peuvent être secs, confits, en confiture, des épices, sans oublier l'eau.

On peut différencier les farines blanches, des farines complètes qui conservent l'intégralité du grain avec son et germe.

Si la farine de blé est la farine la plus utilisée, on peut également citer la farine de seigle, la farine d'orge, la farine de grand épeautre, la farine de petit épeautre, la farine d'avoine, la farine de maïs, la farine de kamut, la farine de riz, la farine de châtaigne, la farine de manioc, la farine de soja, la farine de pois chiche, la farine de lentille, la farine de pois cassé, la farine de sarrasin, la farine de coco, la farine de chanvre, la farine de quinoa, la farine de millet, la farine de tapioca, la farine de sorgho, la farine d'amarante, la farine de lupins.

La farine préférentiellement contenue dans les biscuits destinés à fournir la poudre pour compression directe de la matrice céréalière selon l'invention est la farine de blé.

Si la farine est obtenue par broyage d'une céréale ou légumineuse, la fécule correspond à l'amidon extrait du végétal. Parmi les fécules, on peut citer la fécule de maïs, la fécule de pomme de terre, la fécule de tapioca. On ne peut pas remplacer totalement la farine par la fécule dans les biscuits mais on peut substituer une partie de la farine par de la fécule pour les rendre plus moelleux et légers.

Les matières grasses sont le deuxième constituant de la plupart des formules biscuitières, les corps gras utilisés sont le plus souvent d'origine végétale, on trouve l'huile de coprah, l'huile de palme, l'huile de colza, l'huile de tournesol, l'huile de soja, l'huile d'arachide, l'huile d'olive, on trouve également les margarines qui sont des émulsions de matières grasses végétales avec de l'eau ou du lait. Le beurre peut également être utilisé mais plus rarement en raison de son coût.

La matière grasse préférentiellement incorporée dans la les formules biscuitières dans le cadre de la présente invention est l'huile de palme.

Le sucre est le troisième élément de la formule. Le saccharose ajouté à l'état cristallin est le sucre le plus utilisé, l'isomalt, les sirops de glucose, mélange de glucose, de maltose et des dextrines résultant de l'hydrolyse de l'amidon. D'autres produits sucrants tels que le miel, le dextrose (ou glucose) et les sirops de fructose (mélange de glucose et de fructose obtenu par isomérisation du glucose), le sorbitol, le maltitol, le sucre vanillé, le sucre vanilliné, le sucre d'érable, le sucre pétillant sont également employés. Les sucres peuvent être présentés sous différentes types. On trouve le sucre complet qui est un sucre non raffiné, totalement pourvu de sa mélasse, cristallisé puis déshydraté. Le sucre blanc, doit contenir plus de 99,8% de saccharose cristallisé, c'est celui qu'on appelle couramment sucre cristal ou semoule, le sucre de betterave est naturellement blanc, tandis que le sucre de canne présente naturellement une coloration qui va du blond au brun. Le sucre mi-blanc doit contenir plus de 99,6% de saccharose. La cassonade est un sucre cristallisé issu du jus de canne contenant environ 95% de saccharose. Le sucre glace est un sucre en poudre ou sucre impalpable constitué de cristaux de sucre blanc moulus en une poudre très fine. Le sucre en morceaux est obtenu par moulage sous pression de cristaux de sucre réhumidifiés avec de la vapeur d'eau. Le sucre candi est obtenu par cristallisation lente d'un sirop. Le sucre roux est soit du sucre brut issu de la canne, soit du sucre de betterave ayant subi au moins 2 cycles de cuisson, soit du sucre blanc coloré avec du caramel. Le sucre blond est issu de l'agriculture biologique, c'est un sucre non raffiné dont on a enlevé une partie de la mélasse puis cristallisé et séché. La vergeoise est un sucre moelleux provenant d'un sirop de betterave recuit. Le sucre perlé correspond à un état précis du sucre de betterave aggloméré résistant à la chaleur. Le sucre gélifiant est un

sucre cristallisé additionné d'un gélifiant (pectine, carraghénane, etc.) et d'acide citrique. Enfin le sucre inverti est une solution aqueuse de saccharose partiellement invertie par hydrolyse.

Le sucre préférentiellement contenu dans la matrice céréalière selon l'invention peut être un mélange de sucres constitué de sucre glace, de sucre roux et de sirop de sorbitol.

Les œufs en fonction de proportions apportent plus ou moins de texture. Ils sont disponibles sous différentes formes, liquide ou en poudre. Les propriétés fonctionnelles de certaines molécules présentes dans les œufs varient selon qu'ils sont entiers ou non. Pour l'œuf entier, on trouve une fonction aromatique, colorante, coagulante anti-cristallisante. Pour le jaune une fonction émulsifiante est recherchée et pour le blanc une fonction moussante.

Le cacao, extrait du fruit appelé cabosse du cacaoyer peut être utilisé sous différentes formes. On appelle masse de cacao ou pâte de cacao ou liqueur de cacao, les fèves de cacao décortiquées, torréfiées et broyées au moyen d'un procédé mécanique et non privées d'une partie quelconque de leur matière grasse. On dénomme beurre de cacao, la matière grasse obtenue par pression hydraulique de la pâte issue des fèves décortiquées et dégermées. Et on appelle cacao en poudre ou cacao, les tourteaux de cacao, matières de la masse de cacao dégraissée, obtenus par pressage hydraulique, transformés en poudre par pulvérisation mécanique, c'est principalement sous cette forme que le cacao est utilisé dans la fabrication des biscuits utilisés dans le cadre de la présente invention.

Le caramel, fait de sucre ayant perdu son eau de cristallisation, peut être ajouté pour décorer ou parfumer les biscuits. Le caramel résulte de la fonte de cristaux de sucre. Selon la température et l'avancement de la cuisson, on distingue différents types de caramel.

La vanille peut également être incorporée dans les recettes biscuitières selon l'invention. La vanille est une épice constituée par le fruit de certaines orchidées lianescentes

tropicales. Ce produit se présente sous forme de bâtonnets noirs et luisants communément appelés « gousse de vanille ». La vanille naturelle développe un parfum complexe formé de plusieurs centaines de composés aromatiques différents. Parmi ceux-ci, c'est la molécule de vanilline qui forme et caractérise de manière dominante l'arôme de la vanille.

Les fruits secs, qui sont des fruits dont la teneur en matières sèches est élevée, moins de 5% d'eau contre 30% à 50% pour les fruits frais, peuvent également être ajoutés dans la fabrication des biscuits. Ce sont les amandes, les noisettes, les noisettes chiliennes, les noix, les noix de coco, les noix de pécan, les noix de cajou, les noix du Brésil, les noix de macadamia, les pignons de pin, les pistaches, les cacahuètes. Ces fruits sont décortiqués, émondés sous forme de lamelles, de grains ou de poudres. Les fruits séchés qui sont des fruits frais ayant subi une déshydratation peuvent également être présents dans les formules biscuitières selon l'invention. On peut citer, l'abricot, les agrumes (sous forme d'écorce), l'ananas, la banane, la canneberge, la cerise, la datte, la figue, le gingembre (qui est une racine), le kiwi, la mangue, le melon, la papaye, la pêche, la prune, le pruneau, la myrtille, la poire, la pomme, le raisin, les raisins de Corinthe, la tomate.

Des émulsifiants peuvent être ajoutés, on peut citer la lécithine en poudre ou fluide, le monostéarate de glycérol, les sucro-esters, les mono-di glycérides et les esters de monoglycéride.

Des agents texturants, gélifiants, épaississants, liants peuvent également être ajoutés, on parle d'additifs, selon la dernière réglementation en vigueur pour les produits de boulangerie, on trouve, les additifs du groupe 1, du groupe 2 (colorants quantum satis), du groupe 3 (colorants avec limite maximale combinée) et les additifs suivant : E160b (rocou, bixine, norbixine), E160d (licopène), E220-228 (sulfites), E338-452 (acide phosphorique, phosphates, diphosphates, triphosphates et polyphosphates), E392 (extraits de romarin), E405 (alginate

de propane-1.2-diol), E432-436 (polysorbates), E473-474 (sucroesters d'acides gras, sucroglycérides), E475 (esters polyglycériques d'acides gras), E477 'esters de propane-1.2diol d'acides gras), E481-482 (stéaroyl-2-lactylates), E483 (tartrate de stéaryle), E491-495 (esters de sorbitane).

Des agents antioxydants peuvent également être incorporés, les principaux antioxydants naturels sont le bêta-carotène, l'acide ascorbique, les tocophérols, les polyphénols, le lycopène. Ceux-ci incluent les flavonoïdes, les tanins, les anthocyanes et les acides phénoliques. Un antioxydant préférentiellement incorporé dans la matrice céréalière selon l'invention est l'extrait de romarin.

Des poudres à lever (acides et bases) et sels peuvent également être ajoutés, comme l'acide ascorbique, l'acide citrique, l'acide tartrique, la crème de tartre, le chlorure de calcium, le lactate de calcium, le chlorure de sodium, le phosphate monocalcique, le bicarbonate de sodium, le bicarbonate d'ammonium.

Le procédé général pour obtenir une matrice céréalière selon l'invention consiste en une succession d'étapes :

- une préparation de la pâte biscuitière ;
- le moulage de la pâte en rotative ;
- une cuisson de la pâte ;
- un broyage des produits obtenus ;
- le mélange de la poudre céréalière avec le ou les nutriments et/ou une ou plusieurs autres substances fonctionnelles et possiblement l'ajout d'adjuvants de compression alimentaires;
- la compression ;
- la mise en conditionnement.

La préparation de la pâte est classique, avec les ingrédients déjà mentionnés. L'exemple 1 divulgue une recette de base de poudre de produit céréalier compactable. L'exemple 2 montre l'intérêt de certains ingrédients sur la compaction.

Le moulage de la pâte se fait en rotative ou par laminage. La rotative est choisie pour des pâtes sablées facilement émiettables, pour obtenir des produits finis type tartelettes et

nappés. Les rotatives ont la particularité d'avoir un cylindre avec des formats dans lesquels la pâte sous pression va se loger pour former le dessin du format. L'avantage d'une rotative, c'est que l'on peut donc écrire sur le produit céréalier, faire un dessin sur le dessus et lui donner la forme qu'on veut. La mise en forme de la pâte se fait dans des moules en creux montés sur le cylindre. Le laminage est choisi pour des pâtes laminées, des pâtes liées qui peuvent s'étaler, pour obtenir des produits finis types fourrés ou crackers. La pâte est laminée entre des rouleaux de plus en plus étroits, puis la pâte est découpée avec un cylindre.

La courbe de cuisson des biscuits permet de jouer sur le taux d'humidité au cœur du produit et in fine sur le taux d'humidité de la poudre. En parallèle, l'obtention d'une coloration suffisante des extrémités ou de la surface du produit pour apporter goût et couleur est souhaitée. Pour cela, il est également possible d'optimiser la forme de l'empreinte, la formulation (ingrédients colorants) et la courbe de cuisson.

Concernant le procédé de fabrication de biscuits, une certaine vitesse de moulage permet d'avoir un espacement précis entre les produits, ce qui influence le flux dans le four et donc la cuisson. Dans les cas industriels, on peut trouver des fours à chariot rotatif pour des productions à petite échelle, mais dans la majorité des cas, il s'agit de fours tunnels, avec tapis de support défilant, c'est le cas dans la présente invention. Selon les fours, différentes technologies peuvent être utilisées. On distingue les fours à convection (mouvement d'air chaud), les fours à conduction (transfert par contact, via le support). Le transfert de chaleur par rayonnement intervient majoritairement dans les fours à chaleur directe, où la flamme se situe dans la même enceinte que le produit. Il intervient partiellement dans tous les autres cas, les parois des fours renvoyant toujours de l'énergie au produit. Des fours utilisant un mélange de ces différentes technologies existent aussi et sont de plus en plus utilisées. Les fours tunnels sont par défaut toujours mixtes, car le défilement du support donne

toujours un minimum d'effet de convection, en plus du rayonnement et de la conduction. On considère qu'il y a généralement trois phases dans la cuisson d'une matrice céréalière selon l'invention. Ces trois phases permettent :

- la levée du produit, et la création de sa structure donc de sa forme ;
- la cuisson dans le sens de l'évaporation de l'eau et de la transformation physico-chimique ;
- la fin de l'évaporation de l'eau et la coloration du produit.

Les courbes de cuisson vont donc être établies en se basant sur les objectifs à atteindre sur ces trois phases.

L'étape du broyage intervient après la fabrication des biscuits. Alternativement, il peut aussi être possible de fournir de biscuits achetés dans le commerce à partir du moment où la poudre fabriquée à partir de ceux-ci permet la compression directe sous la forme d'une matrice céréalière selon la présente invention.

Il est possible à ce stade de fabrication des matrices céréalières selon l'invention d'ajouter des liants à la poudre avant la compression. L'exemple 5 montre que le fait d'ajouter des liants comme le sorbitol ou de la cellulose améliore la compression Leur rôle est de lier entre elles les particules qui ne peuvent l'être sous la seule action de la pression. Ils permettent la formation d'une structure organisée qui favorise la cohésion des particules entre elles. Leur présence permet de réduire la force de compression. Ils sont utilisés soit à l'état sec, ou en solution.

Parmi les agents liant, on peut citer le sorbitol, les amidons modifiés ou non, le lactose, la cellulose, la cellulose microcristalline silicifiée ou non, des fibres de blé, des fibres d'avoine, des fibres de bambous, etc.

Selon un mode particulier de l'invention, un liant est ajouté avant la compression. Le liant préféré pour cette invention est le sorbitol.

L'incorporation du ou des nutriments et/ou d'une ou plusieurs autres substances fonctionnelles dans la matrice

céréalière se fait à l'aide d'une opération de mélange. Plusieurs types de mélangeurs peuvent être utilisés : mélangeurs tri-axes, mélangeur planétaire, mélangeur Turbula®. Les propriétés de mélange comme l'homogénéité et la fluidité, dépendent des paramètres de procédé comme la manière d'incorporation des ingrédients et la vitesse de mélangeage. Selon les matrices céréalières et les substances incorporées, plusieurs formulations ont été caractérisées.

La compression de la matrice céréalière est l'étape suivante du procédé selon la présente invention.

La compression de la poudre de biscuit permet sa densification et la formation d'une matrice compacte possédant une tenue mécanique suffisante pour être manipulable mais également d'obtenir une texture agréable à la dégustation.

Le mélange de poudres matrice céréalière et nutriment et/ou avec une ou plusieurs autres substances fonctionnelle est destiné à être comprimé. Le comportement mécanique de la formulation et son aptitude à la compression ont été caractérisés à l'aide d'une presse uniaxiale instrumentée.

Les principales étapes du procédé de compression sont le remplissage de la matrice, la compression proprement dite ou charge, la décharge ou retrait du poinçon puis l'éjection.

Le remplissage de la matrice se fait généralement de manière automatique et nécessite une bonne fluidité de la poudre. La poudre est coulée dans la matrice et un sabot vient araser la poudre. L'écoulement de la poudre est assuré par l'effet conjugué de la gravité et de la vibration du sabot. Il faut toutefois éviter les poudres cohésives qui s'écoulent mal et s'assurer des propriétés d'écoulement pour réussir l'étape de la production industrielle avec des cadences élevées.

L'étape de compression permet de densifier la poudre par pressions appliquées par les poinçons. Le processus de compression se traduit en différentes phases : phase de désaération et de réarrangement des particules, phase de déformation des particules pour augmenter les points de contacts qui donnent de la résistance au compact, phase de décharge où le

compact subit un rebond élastique (qui peut être souvent source de clivage selon les propriétés des poudres) et enfin, une phase d'éjection qui consiste à extraire le compact de l'outil.

Selon la taille granulométrique des particules et la quantité d'air présente dans le volume poreux, le processus de compaction peut être complexe. En particulier, l'évacuation de la phase gazeuse est nécessaire avant la compaction qui apporte de la cohésion. Plusieurs cycles de compression peuvent être alors envisagés pour la réussite du procédé de compactage comme la désaération suivie de la compression suivie du maintien de la charge, puis une décharge élastique et l'éjection.

La compressibilité est l'aptitude de la poudre à diminuer de volume sous l'effet de la pression. La compactibilité est l'aptitude de la poudre à former un compact de cohésion suffisante par densification.

La pression appliquée pour obtenir des matrices céréalières selon l'invention pourra être comprise entre 50 et 150 MPa, particulièrement entre 60 et 120 MPa, plus particulièrement encore entre 75 et 100 MPa, encore plus particulièrement aux environs de 90 MPa.

Toutes les poudres ne sont pas compactables et nécessitent parfois l'ajout de liants solides. L'étude de la compactibilité des poudres de biscuit, ou poudres céréalières cuites, ou des mélanges « poudres céréalières et nutriment et/ou autre substance fonctionnelle » a fait l'objet de plusieurs formulations avec des ajouts de liants permettant l'optimisation des propriétés fonctionnelles (résistance, caractère croquant, textures, goût…) aux matrices céréalières compressées.

En milieu de production, la qualité de la matrice céréalière compactée est jugée au premier abord sur son apparence et la présence ou non de fissures. Cette matrice céréalière doit avoir une solidité suffisante qui assure d'une part des manipulations ultérieures, comme l'emballage, le stockage, le transport et d'autre part des propriétés d'usages. Dans ces conditions, le produit doit avoir des propriétés mécaniques évitant la fragmentation ou la friabilité. Plusieurs

tests sur les paramètres du procédé (force de compression, densité du compact, vitesse de compression,…), sur la formulation avec l'ajout de liants et texturants ont permis de comprendre l'impact de ces paramètres sur la fabrication de la matrice céréalière.

Pour réaliser ces tests, une méthodologie d'analyse de données basée sur les mesures obtenues à l'aide d'une presse instrumentée ont permis de suivre le développement de la contrainte compressive pendant la compression. En particulier, la transmission des contraintes axiales et radiales dans le lit de poudre, le frottement poudre-outil,…. Le choix de liants pour les formulations « poudres matrices céréalières » a été guidé par ces analyses. Ces mesures de contraintes dans le lit de poudres sont complétées par des mesures de densités dans le compact et à la fin de la compression. D'autres propriétés comme le retour élastique pendant la décharge et l'éjection du compact sont aussi analysées.

La résistance mécanique des matrices céréalières compressées est une propriété qui quantifie la résistance entre les ponts solides formés par les particules. Cette propriété permet de mesurer la tenue mécanique du compact et sa capacité à être manipulé, transporté ou apprécié lors de la consommation (caractère croquant et tendre en même temps). Elle est le résultat du procédé de compression directe et de la formulation (choix des ingrédients et des liants éventuels). La caractérisation de la résistance mécanique est faite par des essais de rupture diamétrale.

Le comportement des poudres dépend généralement des paramètres du procédé de compression comme la pression maximale, la vitesse de compression mais également de la forme du poinçon, plat, concave ou toute autre forme, ou le rapport hauteur sur diamètre du compact. Une caractérisation des propriétés des matrices céréalières compressées en fonction de ces différents paramètres est donc importante. Cette étape aide à apprécier les effets éventuels sur les matrices céréalières compressées lorsqu'on passe du laboratoire à la production où les cadences

sont élevées. Elle permet aussi d'anticiper la forme du poinçon de la production, car le design du produit doit être optimisé en fonction de l'aptitude de la poudre à la compression.

Les exemples suivants illustrent l'invention sans en limiter la portée.

Exemple 1 : composition d'une poudre de matrice céréalière pouvant être compactée

Une pâte à biscuit est fabriquée à l'aide des ingrédients suivants :

- farine de blé : 55-70%
- sucre glace 5-15%
- sucre roux 5-15%
- sirop de sorbitol 5-10%
- palme : 5-7%
- caramel liquide 0-3%
- sel 0,5-0,7%
- antioxydant jusqu'à 0,02%

Le pâton est formé sous la forme de biscuits qui sont cuits à une température comprise en 220°C et 260°C pendant 7 minutes.

L'humidité des biscuits refroidis est de l'ordre de 3%.

Les recettes de l'étude ont été utilisées pour élaborer des matrices céréalières compactées en conditions industrielles. Les matrices céréalières de section d'environ 1100 mm^2sont mis en forme à l'aide d'une presse alternative pouvant appliquer une force maximale de 80 kN, soit une contrainte de compression de 75 MPa. La masse des matrices céréalières d'une forme de feuille ovoïde, de dimension 40 mm et 35 mm est de 7,5 g. la densité des matrices céréalières compressées formés est estimée à 78,5%.

La résistance des échantillons après compression : 0,46 ± 0,06 MPa.

La même recette avec seulement du sucre glace est aussi valable et donne des résultats similaires, la résistance des échantillons après compression : 0,46 ± 0,04 MPa.

Exemple 2 : Ingrédient favorisant la compression

Une recette de pâte biscuitière contenant 8 ingrédients a été compactée avec succès mais du fait du nombre élevé d'ingrédients il était difficile d'étudier l'effet de chacun d'entre eux sur la compaction. L'objectif de cette étape était de simplifier au mieux la recette « fourrés » et d'ajouter un à un des ingrédients supplémentaires pouvant aider à la compaction afin de distinguer l'effet de chacun.

Ainsi 6 essais ont été réalisés :

1/ recette biscuit classique plutôt pauvre en matière grasse (8 ingrédients), témoin ; farine, sirop de glucose, sucre glace, palme, sel, poudres à lever (3 différentes) ;

2/ même type de recette mais simplifiée (4 ingrédients), farine, sucre glace, palme et sel ;

3/ recette de l'essai 2 avec sucre cristal et non glace ;

4/ recette de l'essai 2 avec du lactosérum en plus ;

5/ recette de l'essai 2 avec du sorbitol en plus ;

6/ recette de l'essai 2 avec du cacao en plus.

Les différents ingrédients ont été choisis pour les raisons suivantes : deux types de sucre, glace et cristal ont été testés car leur granulométrie est différente, le sucre glace étant plus fin que le cristal, il y a une possible influence sur la granulométrie finale de la poudre. Le lactose est un excipient très utilisé en pharmacie pour les comprimés. Le sorbitol est également très utilisé en pharmacie, il est présenté en sirop ou en poudre. Le cacao semble intéressant à tester en raison de sa composition et de ses propriétés naturellement antioxydantes.

Résultats des forces de rupture diamétrale

Recettes	Force de rupture (MPa)	Commentaires
1	0,25	Il semble que certains ingrédients retirés de la recette (le sirop de sucre et/ou les poudres à lever) aient un effet bénéfique pour la compaction
2	0,16	
3	0,10	Il semble que le cristal gêne la compaction puisque le résultat est moins bon que la recette 2 avec le sucre glace mais cependant acceptable
4	0,15	Résultat quasi équivalent à la recette 2 donc le lactose n'apport rien à la compaction dans la proportion testée
5	0,30	Le sorbitol est très bon pour la compaction car la force de rupture est élevée. Cela permet de confirmer que l'effet sur la compaction entre les recettes 1 et 2 provient du sirop de glucose, qui, comme le sorbitol, est un ingrédient à pouvoir humectant.
6	0,23	Le cacao est aussi bénéfique à la compaction car la force de rupture est plus élevée que la recette 2

Ces forces de rupture diamétrale traduisent la qualité des matrices céréalières selon l'invention. Il est conclu que la meilleure recette est celle contenant du sorbitol, le cacao est également un ingrédient particulièrement intéressant. En effet en plus du rôle de liant, le cacao apporte une saveur bien particulière et typique au croquant.

L'effet du cacao a par ailleurs été évalué avec la recette de l'exemple 1. La recette sans cacao permet d'obtenir une résistance de 0,26 MPa (poinçon diamètre 11,3mm et une force de compression directe mise en œuvre de 90 MPa). La recette avec cacao (7-8%) montre une résistance supérieure, de 0,37 MPa (poinçon diamètre 11,3mm et une force de compression directe mise en œuvre de 90 MPa).

Selon un mode particulier de l'invention, du cacao est ajouté avant la compression.

D'autres sirops de sucre ont été testés à la même teneur que le sorbitol, comme du sirop de glucose, du sirop de fructose ainsi que du sirop de sucre inverti. Ces sucres donnent aussi des résultats corrects après compression.

Enfin, l'ajout d'amidon de blé permet aussi d'avoir une meilleure résistance :

- recette de l'exemple 1 (sans amidon de blé), la résistance est de 0,26 MPa (poinçon diamètre 11,3mm et une force de compression directe mise en œuvre de 90 MPa),
- recette de l'exemple 1 avec amidon de blé, la résistance est alors de 0,29 (poinçon diamètre 11,3mm et une force de compression directe mise en œuvre de 90 MPa).

Exemple 3 : Effet de la cuisson sur la compression

Deux cuissons différentes ont été testées pour évaluer leur effet sur la compression.

La recette simplifiée est la même que dans l'exemple 1. La force de rupture est évaluée de la même façon que dans l'exemple 1.

Recettes	Humidité (%)	Force de rupture (MPa)
Recette simplifiée avec sorbitol avec cuisson à une température comprise entre 220 et 260 °C (pendant 6 minutes)	3,9	0,30
Recette simplifiée avec sorbitol avec cuisson à une température comprise entre 230 et 315 °C (pendant 6 minutes)	1,9	0,18

On peut voir clairement l'effet de la cuisson sur la compaction car pour un produit avec une humidité deux fois plus élevée, la force de rupture l'est quasiment aussi.

Les inventeurs ont découvert que pour avoir une poudre de biscuit cohésive à la compression, une humidité entre 3 et 4% au sein de la poudre de biscuit est particulièrement adaptée. Une valeur inférieure tend à diminuer la dureté du croquant tandis qu'une valeur supérieure donne un croquant humide en bouche. Ainsi l'humidité favorise la densification des matrices céréalières compressées d'où une meilleure dureté après mise en compression.

La coloration du biscuit est par conséquent un paramètre à prendre en compte lors de la cuisson pour atteindre cette humidité. En effet pour avoir une telle humidité, il faut moins cuire, soit moins puissamment soit moins longtemps et de ce fait on obtient un biscuit blanc qui n'est pas attractif.

Exemple 4 : Effet du broyage sur la compression

Le broyeur utilisé dans cet exemple est un microcut (MCH20K) qui est basé sur un système de découpe hélicoïdal. Les biscuits sont acheminés à l'aide d'une vis sans fin au système de découpe. A cette étape il y a déjà un pré-broyage. Le système est composé d'une couronne, le stator et d'une tête de découpe le rotor. La tête de découpe tourne et racle les biscuits sur la couronne. L'espace entre les branches de la couronne définie la finesse du broyage. Deux types de couronnes ont été testés, une couronne de 0,7 mm et une couronne de 3 mm. La taille des couronnes définit la taille des particules de la poudre de biscuit. Or pour une même recette, des particules plus grosses et plus hétérogènes favorisent la cohésion des poudres et apporte du croquant en bouche.

Répartition de la taille des grains selon le type de broyage, les mesures sont effectuées par granulométrie laser.

Recette	Dx10 (µm)	Dx50 (µm)	Dx90 (µm)
Base avec cacao broyée à 0,7 mm	37	237	666
Base avec cacao broyée à 3 mm	120	1050	2300

La recette de base est la même que dans l'exemple 1. La force de rupture est évaluée de la même façon que dans l'exemple 2.

Dx10 : 10% des particules sont de tailles égale ou inférieure,

Dx50 : 50% des particules sont de tailles égale ou inférieure,

Dx90 : 90% des particules sont de tailles égale ou inférieure.

Influence de la taille des grains sur la dureté des matrices céréalières compressées :

Taille des grains T	Résistance en (MPa) pour compression à 270 MPa à 11,3 mm
T ≥ 630 µM	0,18 ± 0,06
163 µm < T < 630 µm	0,12 ± 0,07
100 µm < T ≤ 163 µm	0,07 ± 0,05
T ≤ 100 µm	0,02 ± 0,05

Il apparait clairement que les grains les plus gros permettent une meilleure compression.

Ainsi, la résistance de la recette de base (exemple 1) avec du cacao, broyée à 0,7 mm est de 0,37 ± 0,02 MPa (poinçon de 11,3 mm de diamètre et mis en forme à 270 MPa), la même recette toujours avec du cacao mais broyée à 3 mm a une résistance de 0,66 ± 0,06 MPa (poinçon de 11,3 mm de diamètre et mis en forme à 270 MPa.

La taille du broyage a donc une influence sur la résistance de la matrice céréalière compressée.

Exemple 5 : Mélange de liants à la poudre céréalière avant la compression

La recette de base est la même que dans l'exemple 1. La force de rupture est évaluée de la même façon que dans l'exemple 1.

Recette	Humidité (%)	Résistance en (MPa) pour compression à 90 MPa à 20 mm
Base avec sirop de sucre inverti	4,1	0,16
Base avec ajout de 10% sorbitol 1	3,8	0,27
Base avec ajout de 10% sorbitol 2	4,1	0,41

La différence entre les sorbitols 1 et 2 est la granulométrie.

Sorbitol 1 :

minimum 15% < 0,1 mm / 30-55% > 0,2 mm / 1%> 0,425 mm ;

Sorbitol 2 :

20% < 0,315 mm / 75% <0,1 mm.

L'ajout de sorbitol en poudre avant la compression, en mélange avec la poudre céréalière apporte de très bons résultats.

Recette	Résistance en (MPa) pour compression à 90 MPa à 20 mm
Base	0,42
Base avec ajout de 5% de cellulose microcristalline	0,61
Base avec ajout de 5% de cellulose microcristalline silicifiée	0,67

Il apparaît clairement que l'ajout de cellulose favorise la dureté des produits obtenus.

Exemple 6 : Compression des poudres

Les tests de compression sont réalisés en compression uniaxiale sur une presse Instron® instrumentée permettant la mesure d'une force de compression et du déplacement du poinçon en fonction du temps. La résistance mécanique des matrices céréalières compressées est évaluée (en MPa) par un test de rupture diamétrale sur des matrices céréalières compressées obtenus avec la contrainte de compression maximale. Un exemple de relation entre la résistance mécanique de matrices céréalières compressées en fonction de la force de compression appliquée est représenté sur la Figure 1.

Deux matrices de compression de dimensions différentes sont utilisées. Une matrice de volume de 2 cm^3 et de section 1 cm^2 (diamètre de 11,3 mm) permettant la compression d'environ 500 mg de mélange de poudre et une matrice de volume de 18 cm^3 et de section 3,1 cm^2 (diamètre de 20 mm) permettant la compression d'environ 2000 mg de mélange de poudre.

La corrélation de la résistance mécanique en fonction de la densité du compact montre que la connaissance de la densité du compact permet de déduire sa résistance, indépendamment de l'outil de compression. Un exemple de l'influence de la taille des matrices céréalières compressées sur la densité et la résistance mécanique, est représenté en Figure 2.

En figure 2 A est représentée la densité des matrices compressées de mélange M-T en fonction de la contrainte de compression et du diamètre de la matrice.

En figure 2 B est représentée la résistance des matrices compressées de mélange M-T en fonction de leur densité relative.

Des essais de compression réalisés dans ces conditions montrent que l'incorporation de phyto-éléments dans la poudre biscuitière peut améliorer la compressibilité, notamment par un apport d'humidité par les phyto-éléments. Les matrices céréalières compressées avec les phyto-éléments (diamètre

11,3 mm) obtenus à la pression maximale de compression sont alors plus denses et plus résistants.

Mélange de poudre	Densité relative (%)	Résistance (MPa)
Recette de l'exemple 1	89,5	0,18 ± 0,02
Ajout 3,7% de mélange tilleul, lactium, vitamine B1 et oxyde de magnésium.	91,4	0,32 ± 0,08
Ajout 8,2% de mélange d'acérola, goji, bêta glucans et oxyde de zinc.	90,2	0,26 ± 0,08

Il apparaît clairement que l'ajout de phyto-éléments augmente la densité et la résistance.

La tenue mécanique des matrices céréalières peut être améliorée par l'ajout de liants, la Figure 3 montre la résistance des matrices céréalières compressées en fonction du taux et de la nature des liants. Sur la Figure 4 est représentée la relation entre la résistance des matrices céréalières compressées en fonction du taux de sorbitol (98,5% D-sorbitol). Une résistance de 0,82 MPa est obtenue avec un taux de 6% de sorbitol pour une recette biscuitière comprimée à 90 MPa en matrice 20 mm.

Les recettes de l'étude précédente ont été utilisées pour élaborer des matrices céréalières compressées en conditions industrielles. Les compacts de section d'environ 1100 mm^2 sont mis en forme à l'aide d'une presse alternative pouvant appliquer une force maximale de 80 kN, soit une contrainte de compression de 75 MPa. La masse des matrices céréalières compressées d'une forme de feuille ovoïde, de dimension 40 mm et 35 mm est de 7,5 g. La densité des matrices céréalières compressées formées est estimée à 78,5%.

Exemple 7 : Conservations des phyto-éléments incorporés dans une matrice céréalière compactée

Afin d'étudier la conservation des phyto-éléments dans les biscuits compactés, des tests de vieillissement accéléré ont été pratiqués. Un premier test de vieillissement accéléré sur 3 mois permet d'estimer la stabilité des composés sur une année et un second sur 6 mois permet d'estimer la stabilité sur 2 ans.

Deux vieillissements différents ont été évalués, un vieillissement oxydatif qui permet d'évaluer l'oxydation des phyto-éléments et des matières grasses présentes dans la matière céréalière et un vieillissement hygrométrique qui mesure la reprise en eau de la matrice céréalière. Pour le vieillissement oxydatif les biscuits sont emballés par deux dans un sachet hermétique et placés dans une étuve à 27°C et avec 50% d'humidité relative. Pour le vieillissement hygrométrique, les biscuits sont également emballés par deux dans un sachet hermétique mais ils sont placés dans une étuve à 30°C et 90% d'humidité relative.

Trois recettes ont été testées :

Recette 1 :

- poudre de biscuit : 93-95%
- tilleul : 3-4%
- mélisse : 2-3%
- zinc : 0,45-0,65%
- Vitamine B6 : 0,001-0,002%

Recette 2 :

- poudre de biscuit : 96-98%
- vitamine C apportée par Acérola : 0,08-0,16%
- poudre de goji : 0,3-0,5%
- bêta glucans de levure : 1-2%
- magnésium : 0,007-0,009%

Recette 3 :

- poudre de biscuit : 98-99%
- vitamine C apportée par Acérola : 0,04-0,08%
- poudre de goji : 0,15-0,25%
- bêta glucans de levure : 0,5-1%
- magnésium : 0,0035-0,0045%.

Sur la recette 1, les composés suivants ont été analysés :

- tilleul par quantification des flavonoïdes totaux en HPLC
- mélisse par quantification de l'acide rosmarinique en HPLC
- vitamine B6 par HPLC
- zinc par spectrométrie

Tilleul (%)		Mélisse (%)		Vitamine B6 (%)		Zinc (%)	
T0	T= 1an	T0	T= 1an	T0	T= 1an	T0	T= 1an
3,25	3,27	2,7	2,54	0,001	0,001	0,50	0,57

T0 : correspond à la date de fabrication

Tous les composés sont conformes à la quantité voulue après un équivalent de 1 an de vieillissement et sont stables dans le temps.

Sur les recettes 2 et 3, les composés suivants ont été analysés :

- vitamine C apportée par l'Acérola en HPLC : dosage de l'acide L-ascorbique
- magnésium par spectrométrie.

	Vitamine C (mg/100g)		Magnésium (mg/100g)	
	T0	T= 1an	T0	T= 1an
Recette 2	139	123	25	25
Recette 3	55	48,3	20	22

La vitamine C et le magnésium sont assez stables dans le temps puisque leur teneur ne bouge quasiment pas à 1 an de vieillissement. La quantité de vitamine C est restée conforme à la teneur souhaitée à 1 an. La teneur en magnésium est supérieure à la quantité dosée dans les 2 recettes mais cela est dû à la matrice qui contient déjà une forte teneur en magnésium et à certains phyto-éléments qui apportent aussi du magnésium (goji et levure).

Revendications

1. Matrice céréalière obtenue par compression directe d'un mélange comprenant de la poudre de biscuit et au moins un ingrédient choisi parmi les nutriments et les substances fonctionnelles.

2. Matrice céréalière selon la revendication 1, caractérisé en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit, au moins un nutriment et au moins une substance fonctionnelle.

3. Matrice céréalière selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les nutriments est choisi dans le groupe constitué par les vitamines, les minéraux, les oligo-éléments ou leurs mélanges.

4. Matrice céréalière selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les substances fonctionnelles est choisi dans le groupe constitué par les phyto-éléments, les prébiotiques, les probiotiques, les enzymes digestives, les produits issus de fermentation, les peptides ou leurs mélanges.

5. Matrice céréalière selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que la quantité d'eau du mélange pour compression directe est comprise entre 2% et 5% en poids du mélange total.

6. Matrice céréalière selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que le mélange pour compression directe comprend en outre un agent liant.

7. Matrice céréalière selon la revendication 6 caractérisée en ce que l'agent liant est le sorbitol.

8. Matrice céréalière selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la granulométrie de la poudre de biscuit est comprise entre 100 µm et 5000 µm, particulièrement entre 800 µm et 2000 µm, voire plus particulièrement encore entre 200 µm et 700 µm.

9. Matrice céréalière selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les substances fonctionnelles est choisi parmi l'acérola, la goji et la mélisse et leurs mélanges.

10. Matrice céréalière selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que l'ingrédient choisi parmi les nutriments est choisi le zinc, le magnésium, la vitamine B1, la vitamine B6 et leurs mélanges.

11. Matrice céréalière selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit, de la mélisse, de la vitamine B1, de la vitamine B6 et du magnésium.

12. Matrice céréalière selon la revendication 11 pour son utilisation dans le traitement des troubles du sommeil ou de l'anxiété.

13. Matrice céréalière selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que le mélange comprend de la poudre de biscuit, de l'acérola, du goji, du zinc et optionnellement de l'extrait de levure.

14. Matrice céréalière selon la revendication 13 pour son utilisation dans le traitement des troubles de l'immunité ou pour le renforcement de l'immunité.

15. Procédé de fabrication d'une matrice céréalière comprenant les étapes suivantes :
- fournir une poudre de biscuit,
- mélanger la poudre de biscuit avec au moins un ingrédient choisi parmi les nutriments et les substances fonctionnelles,
- procéder à une compression directe du mélange pulvérulent.

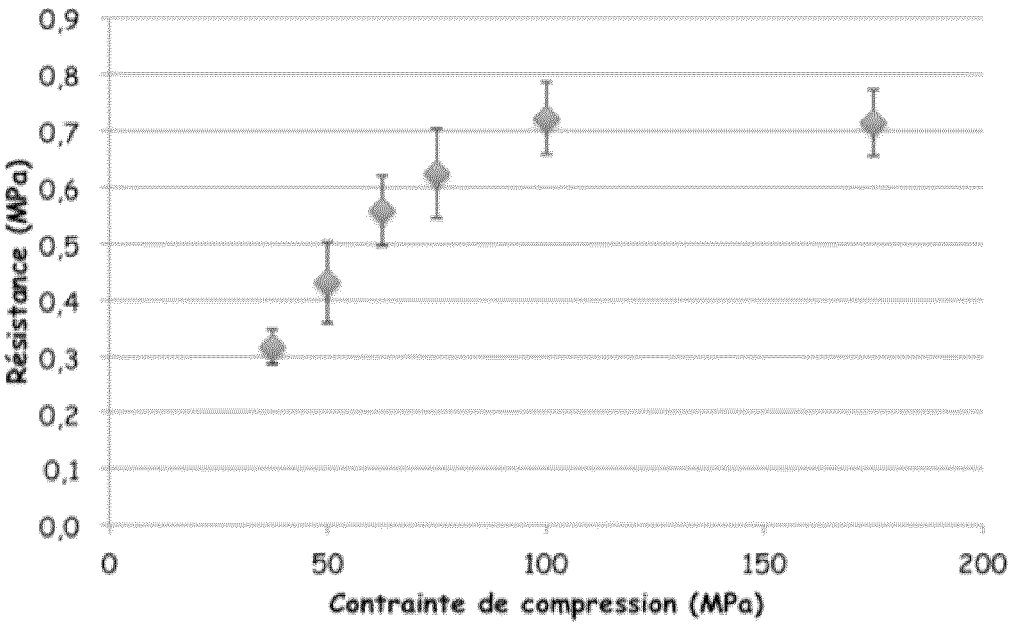

0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
Résistance (MPa)
0
50
100
150
200
Contrainte de compression (MPa)

Figure 1

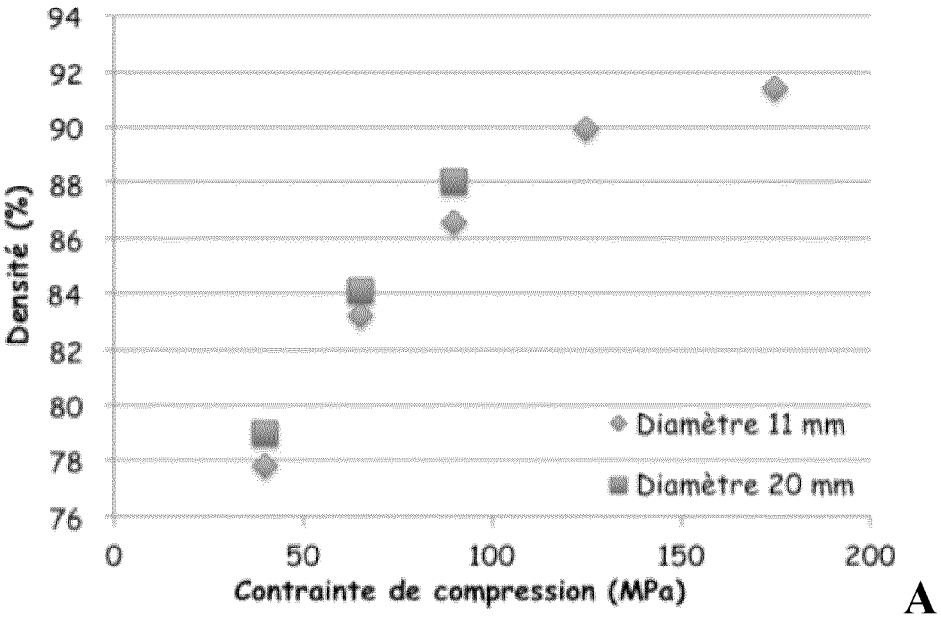


Figure 2A

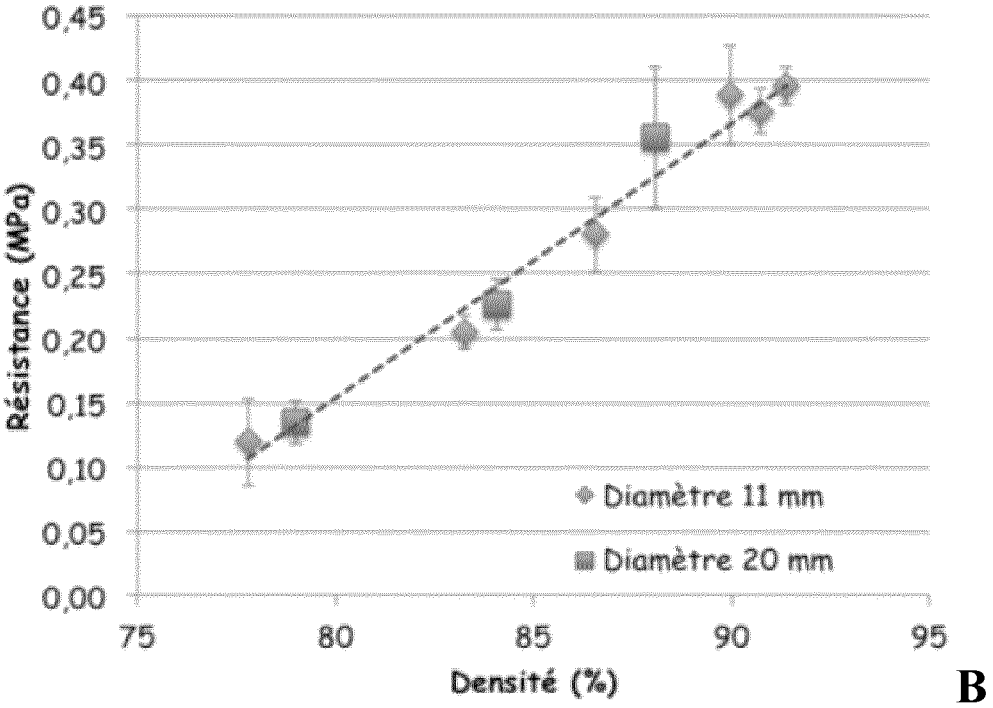


Figure 2B

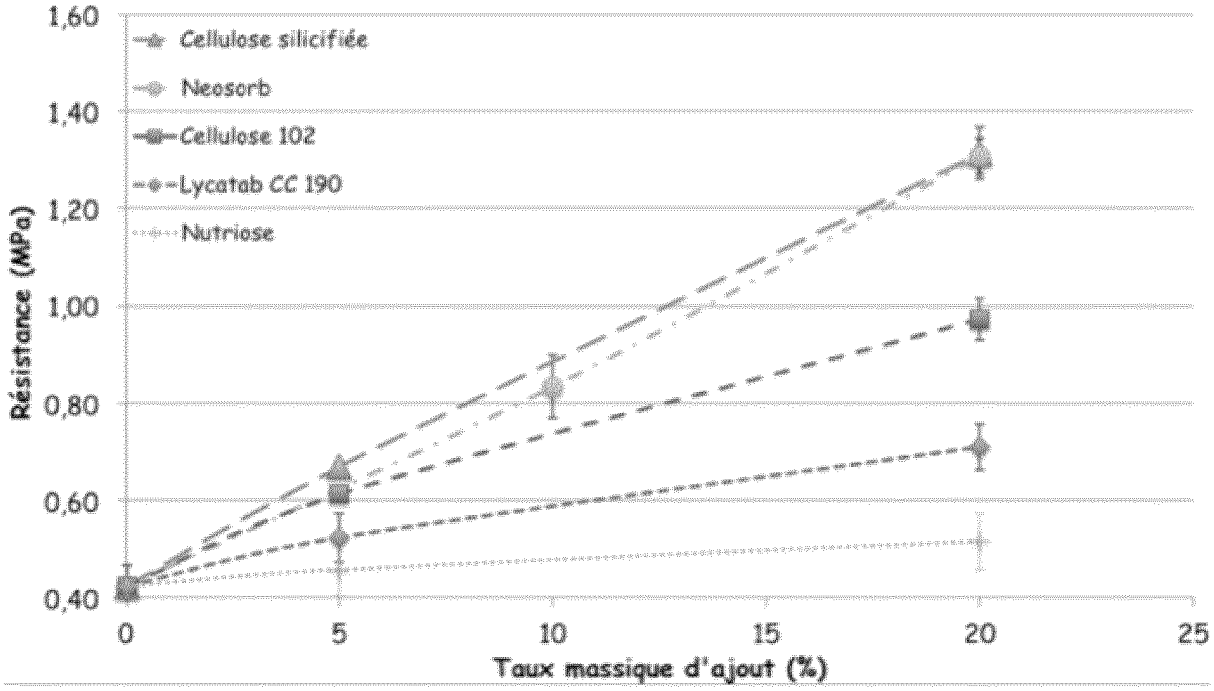

1,60
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
Résistance (MPa)
Cellulose silicifiée
Neosorb
Cellulose 102
Lycatab CC 190
Nutriose
0
5
10
15
20
25
Taux massique d'ajout (%)

Figure 3

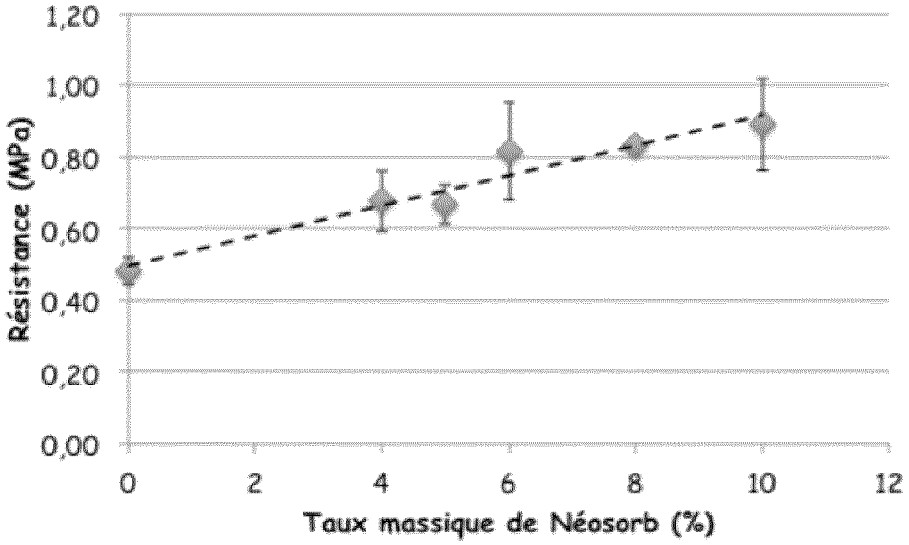

1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
Résistance (MPa)
0
2
4
6
8
10
12
Taux massique de Néosorb (%)

Figure 4

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 807071
FR 1550872

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DATABASE WPI Week 201438 Thomson Scientific, London, GB; AN 2014-K59951 XP002751260, & CN 103 704 510 A (LIUZHOU LIANHAI TECHNOLOGY CO LTD) 9 avril 2014 (2014-04-09) * abrégé * -----	1-4,8, 10,15	A23L1/10 A23L1/302 A23L1/304 A23L1/305 A23G3/44 A23G3/48 A23G3/42 A23G1/42 A61K36/00 A61P37/00
X	WO 99/48372 A1 (GEN MILLS INC [US]; LENGERICH BERNHARD H VAN [US]) 30 septembre 1999 (1999-09-30) * revendications 1-49; exemple 1 * -----	1-6,15	
X	FR 550 667 A (SOULLIÉ) 15 mars 1923 (1923-03-15) * le document en entier * -----	1-3,15	
X	FR 1 001 217 A (PETYT) 21 février 1952 (1952-02-21) * le document en entier * -----	1-4,15	
A	FR 2 594 644 A1 (GIRAUD CHRISTIAN [FR]) 28 août 1987 (1987-08-28) * le document en entier * -----	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A23L A21D
A	WO 2013/190303 A1 (MONDELEZ UK R & D LTD [GB]) 27 décembre 2013 (2013-12-27) * le document en entier * -----	1-15	
A	FR 1 241 928 A (CLAUS) 23 septembre 1960 (1960-09-23) * le document en entier * -----	1-15	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
24 novembre 2015	Fischer, J

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1550872 FA 807071

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 24-11-2015
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
CN 103704510	A	09-04-2014	AUCUN		
WO 9948372	A1	30-09-1999	AR	014765 A1	28-03-2001
			AT	438305 T	15-08-2009
			AU	747549 B2	16-05-2002
			AU	3064999 A	18-10-1999
			CA	2322641 A1	30-09-1999
			CO	5060491 A1	30-07-2001
			DK	1065936 T3	02-11-2009
			EP	1065936 A1	10-01-2001
			EP	1900283 A2	19-03-2008
			ES	2331442 T3	04-01-2010
			JP	2002507399 A	12-03-2002
			NO	20004784 A	25-09-2000
			PE	06012000 A1	25-07-2000
			PL	343271 A1	13-08-2001
			PT	1065936 E	24-09-2009
			US	6723358 B1	20-04-2004
			US	2007141096 A1	21-06-2007
			US	2013108737 A1	02-05-2013
			WO	9948372 A1	30-09-1999
FR 550667	A	15-03-1923	AUCUN		
FR 1001217	A	21-02-1952	AUCUN		
FR 2594644	A1	28-08-1987	AUCUN		
WO 2013190303	A1	27-12-2013	AU	2013279110 A1	11-12-2014
			CA	2874172 A1	27-12-2013
			CN	104394711 A	04-03-2015
			CO	7131382 A2	01-12-2014
			EP	2844081 A1	11-03-2015
			GB	2503238 A	25-12-2013
			JP	2015519072 A	09-07-2015
			KR	20150011388 A	30-01-2015
			PE	01932015 A1	14-02-2015
			PH	12014502635 A1	26-01-2015
			WO	2013190303 A1	27-12-2013
FR 1241928	A	23-09-1960	AUCUN		

EPO FORM P0465