

LES AMELIORANTS

1 - Introduction

Les améliorants utilisés en boulangerie représentent un ensemble de produits naturels ou de synthèse qui permettent de corriger les défauts de certaines farines, rendre plus constantes la qualité des farines ou encore de faciliter certains types de panification. Par exemple, un améliorant aide la pâte à lever (activation de la fermentation), assouplit la pâte, augmente sa force, lui donne une meilleure couleur, lutte contre les problèmes bactériologiques (pain filant → *bacillus subtilis* ou *mesentericus*), etc...

On regroupe dans les améliorants les additifs, les adjuvants et les auxiliaires technologiques. La distinction entre ces différents types d'améliorants est liée à la propriété de devenir (1) ou non (2), en tant que tel ou produits dérivés, un composant du produit alimentaire. (1) cas de l'additif, (2) cas de l'auxiliaire technologique. On parle d'adjuvants pour les produits qui ne sont ni additifs, ni auxiliaires technologiques, ces deux derniers ayant comme propriété commune de ne pas être habituellement consommés comme aliments (ou ingrédients) en soi.

La réglementation française est très stricte en matière d'améliorants alimentaire. Elle a mis en place des listes dites positives (liste des substances et produits autorisés).

La plupart des améliorants sont introduits dans les farines au niveau de la meunerie.

Les principaux améliorants autorisés en meunerie sont :

- L'acide ascorbique = E300 (Additif)
- La Glucose-oxydase (Auxiliaire technologique)
- La levure désactivée (Adjuvant)
- La cystéine = E920 (Additif)
- La farine de fève ou de soja (Adjuvant)
- Les émulsifiants
 - o Les monoglycérides = E471 (Additif)
 - o Les diglycérides = E472 (Additif)
 - o L'ester diacétyltartrique de monoglycéride = E472e (Additif)
 - o La lécithine de soja = E322 (Additif)
- Les produits enzymatiques d'hydrolyse
 - o La farine de malt (Adjuvant)
 - o Les amylases fongiques (Auxiliaire technologique)
 - o Les hemicellulases (Auxiliaire technologique)
 - o Les lipases (Auxiliaire technologique)
- Le gluten (Adjuvant)
- Les conservateurs
 - o L'acide sorbique et les sorbates = E200... (Additif)
 - o L'acide propionique et les propionates = E280 à 283 (Additif)
 - o L'acide acétique et les acétates = E260 à 263 (Additif)
 - o L'acide lactique et les lactates = E270, E325 à 327 (Additif)
 - o L'acide citrique = E330 (Additif)

Pain de tradition française :

Aucun additif autorisé

Mais auxiliaires et adjuvants autorisés : farine de fève ou de soja, malt, amylases fongiques et gluten.

2 - L'acide ascorbique

Rôles :

- Augmente la force des pâtes
- Augmente la tolérance des pâtes
- Améliore donc la machinabilité et la tenue des pâtons
- Freine les actions enzymatiques
- Permet de diminuer la durée du pointage.

Mécanisme : Oxydation des protéines
 = oxydation des groupements SH (=groupements sulfhydryles, ou thiols) des molécules de cystéine (acide aminé) dans les chaînes de protéines

- ⇒ Création de liaisons covalentes, de forte énergie (pont disulfures)
- ⇒ Replissements et enchevêtrement des protéines
- ⇒ Augmentation de l'élasticité (tenacité) et diminution de l'extensibilité

Commentaires : Les gluténines, qui sont des protéines du gluten riches en cystéines et de haut poids moléculaire (longues chaînes d'acides aminés), sont responsables de l'élasticité des pâtes

L'action de l'acide ascorbique n'est pas immédiatement visible → L'acide ascorbique n'est pas un oxydant direct ; il s'oxyde en ac. deshydroascorbique qui, lui, a une action oxydante sur les protéines. Par ailleurs, en s'oxydant, il empêche l'oxydation d'autres éléments comme les pigments caroténoïdes.

L'action de l'acide ascorbique, même si elle est retardée, ralentit le lissage des pâtes.

L'action de l'acide ascorbique est plus marquée en pétrissage intensifié (plus d'oxygène).

Doses : A dose élevée (> 50 ppm), l'effet de l'acide ascorbique est significatif dès le pétrissage (notamment en pétrissage intensifié). Pour des doses inférieures à 50 ppm, son action n'est mise en évidence qu'au pointage, voire au façonnage.

Panification courante : 20 à 50 ppm

Panification courante - Pousse lente : 10 à 50 ppm

Pousse contrôlée : 70 à 100 ppm

Surgélation prêt à pousser : 120 à 150 ppm

Surgélation prêt à cuire : 100 à 120 ppm

Surgélation prêt à façonner : 50 à 80 ppm

Surdosage :

- Lissage insuffisant, mauvais développement du gluten (trop agglutiné)
- => Difficulté d'allongement (perte d'extensibilité), pousse ralentie, blocage du développement au four, risque de déchirement
- Croûte de pain sèche et pâle
- Séchage excessif du pain

N.B. : 20 ppm (parties pour million) correspondent à $20 \div 10^6 \times 100 = 0,002\%$, ou 20mg/Kg

3 - La Glucose-oxydase

Rôles :

- Augmente la consistance des pâtes
- Diminue le collant

Mécanisme :

- = Oxydation du glucose en Ac. Gluconique et eau oxygénée (H₂O₂)
- ⇒ oxydation des protéines facilitée
- ⇒ oxydation des pentosanes solubles facilitée par activation du système peroxydasique => réticulation des pentosanes qui acquièrent alors une forte capacité de rétention en eau.

Commentaires : =Enzymes obtenues à partir de moisissures (champignons microscopiques)
Action plus rapide qu'acide ascorbique
Attention aux surdosages ! (surtout si ac. ascorbique dans la formule).
Action optimisée en présence d'hémicellulases.
Risque d'altération du goût en liaison avec la formation d'eau oxygénée.

Doses :

- Panification courante : 20 à 60 ppm
- Surgélation : 100 à 150 ppm

3 - La levure désactivée

Rôles :

- Améliore la rapidité de lissage au cours du pétrissage
- Augmente l'extensibilité des pâtons
- Diminue la tenacité et l'élasticité des pâtes
- Favorise la texturation (*) des protéines au cours du pétrissage => Amélioration de la rétention gazeuse, l'expansion au four et les coups de lame.

Mécanisme :

- La levure désactivée est issue d'un traitement thermique conduisant à l'éclatement de la cellule de levure de boulangerie => libération de protéases dont le glutathion = cystéine.
- La cystéine (le glutathion) provoque des ruptures de liaisons disulfures dans les protéines (= rôle réducteur de la cystéine) => glissement et déroulement des protéines

Commentaires : Action visible très rapidement (produit très soluble qui diffuse rapidement dans les agrégats protéiques)
- Réduction du temps de pétrissage, sinon risque de phénomènes de collant et de relâchement.

Doses :

- 0.3% à 1% de la quantité de farine
- N.B. : 0.3% de levure correspondent à 25ppm de cystéine (=E920)

() La texturation de la pâte boulangère correspond à un l'atteinte d'un équilibre harmonieux entre élasticité et extensibilité du réseau protéique du gluten.*

4 - Les farines de fèves et de soja

- Rôles :
- Active l'activité fermentative des pâtes à pain
 - => Favorise la coloration de la croûte
 - => Augmente le volume des pains
 - Améliore la force des pâtes
 - Mais, décoloration des pâtes et altération du goût du pain

- Mécanisme :
- Présence de sucres (sucres simples) facilement fermentescibles dans la farine de fèves [= 6% de la MS en comparaison du blé : 1 à 2%]
 - La richesse en protéines de la fève (34%) et du soja (42-44%) permet d'intensifier les réactions de coloration de la croûte à la cuisson (réaction de Maillard)
 - Ces farines apportent aussi des enzymes oxydantes (oxydation des protéines et des pigments caroténoïdes)

Commentaires : Utilisation justifiée dans le cas de farines faibles ou trop fraîches (trop récemment moulues), avec utilisation d'autres additifs d'oxydation des protéines et la mise en œuvre d'apprêts plus longs.

- La farine de fèves étant riche en matière minérales (3.5% contre 0.6 pour une farine 55 de blé), on tolère d'un point de vue réglementaire une augmentation de 0.03% du taux de cendres pour une farine 55 complétementée de farine de fèves.
- On constate une décoloration et une altération du goût des pâtes et pains réalisés à partir de farines complétementées de fève ou de soja. Cette décoloration et cette altération du goût sont liées à l'intensité du pétrissage et à la richesse en lipoxygénases (*) de la fève et du soja.
- L'apport du sel en début de pétrissage limite l'action des lipoxygénases (diminution des activités enzymatiques par augmentation de la force ionique de la pâte)

- Doses :
- (Ajout en meunerie)
- fève : 2%
 - Soja : 0.5% (pas d'amidon mais richesse en protéines et huile)

() La lipoxygénase oxyde les acides gras libres (issus de l'hydrolyse des matières grasses) et conduit à la formation de peroxydes et hydroperoxydes (R-OOH) qui oxydent les pigments caroténoïdes ainsi que les protéines ou évoluent eux-mêmes vers des composés aromatiques volatiles responsables du goût rance.*

5 - Les émulsifiants

- Rôles :
- Diminuent le cloquage de la croûte du pain en pousse contrôlée
 - Augmentent le volume des pains
 - Limitent les risques d'affaissement des pâtons (meilleure tolérance)
 - Limitent les phénomènes de rassissement
 - Augmentent l'onctuosité de la mie

Mécanisme :

- Un émulsifiant possède des zones ou groupements hydrophiles pouvant se lier à l'eau et des zones ou groupements lipophiles (ou hydrophobes) ayant une affinité avec la matière grasse.
- Un émulsifiant est aussi qualifié de 'tensioactif', c'est-à-dire qu'il peut diminuer la tension de surface entre deux produits et permettre leur liaison ou attraction.
- => il permet ainsi la formation et la stabilisation d'une structure homogène (émulsion) résultant de liaisons entre les constituants de la pâte.

Commentaires :

- Emulsifiants lipophiles = plus de masse moléculaire lipophiles que hydrophiles => attraction préférentielle vers phase grasse. Exemples :
 - > E471 = monostéarate de glycérol (=acide stéarique estérifié sur un glycérol)
 - > E 322 = lécithine (*) de soja (Dose = 0.3%) => améliore l'extensibilité des pâtons, diminue la porosité des pâtes et réduit l'oxydation des pâtes en cours de pétrissage.
- Emulsifiants hydrophiles : exemple : les caséinates
- La nature ionique de l'émulsifiant lui permet d'interagir avec les protéines. Exemple : E472e = ester diacétyltartrique de monoglycéride.
- L'efficacité d'un émulsifiant est fonction de sa balance hydrophile / lipophile, sa nature ionique, sa dispersion, sa masse et son encombrement moléculaires.

6 - Les produits enzymatiques

Rôles :

- Activation de la fermentation
- Améliore la coloration de la croûte, (surtout le malt)
- Améliore la conservation du pain

Mécanisme :

- Ils sont responsables de l'hydrolyse (réduction) en présence d'eau, des molécules complexes spécifiques (amidon, pentosanes, hémicellulose, lipides...), en structures plus petites, fermentescibles. Les hémicellulases transforment notamment les pentosanes insolubles en pentosanes solubles.
- Les produits enzymatiques peuvent évidemment corriger des faiblesses d'activité enzymatique des farines.
- La coloration de la croûte est accentuée dans le cas du malt, qui apporte des sucres simples en plus des enzymes.
- L'activité enzymatique (notamment des amylases du malt) perdue un certain temps pendant la cuisson et provoque une légère liquéfaction de l'amidon (diminution de la viscosité) favorable à l'obtention d'une mie plus moelleuse, moins sujette au rassissement.

Commentaires :

- Ils sont sensibles à l'acidité des pâtes, à leur richesse en sel (force ionique).
- Leur résistance à la chaleur est variable.
- Ils peuvent avoir pour origine les céréales : le malt, les champignons : amylases fongiques ou encore les bactéries : enzymes diverses autres.
- Un excès diminue la stabilité des pâtes, dès le pétrissage, engendre une moins bonne fixation de l'eau => phénomènes de collant (voire pâte suintante), des pains plats, un excès de coloration, une mie collante et un ramollissement de la croûte à la sortie du four.
- L'activité enzymatique d'une farine peut être mesurée par le test dit de Hagberg ou temps de chute de Hagberg (* page suivante)

En meunerie, les alpha-amylases sont utilisées pour aider à la phase de fermentation des pâtes et améliorer la qualité boulangère du pain. Les problèmes rencontrés avec l'ajout d'amylases concernent le surdosage, et la persistance de certaines amylases pendant le processus de cuisson, pouvant créer une consistance « collante » indésirable. Contrairement aux alpha-amylases d'origine céréalière et bactérienne, les alpha-amylases fongiques sont peu stables à la chaleur ; elles ont donc trouvé leur intérêt comme additif dans la fabrication du pain. Les méthodes standard de détection des alpha-amylases d'origine céréalière utilisant le Viscograph Brabender, le temps de chute Hagberg et l'analyseur rapide de viscosité (RVA), ne sont pas adaptées pour détecter l'activité d'amylases fongiques, à cause des températures utilisées qui dénaturent l'enzyme avant que son activité puisse être mesurée (Kruger et Hatcher, 1993 ; Drapron et Godon, 1987). Nous avons développé une méthode utilisant l'analyseur rapide de viscosité RVA pour mesurer l'activité d'alpha-amylases fongiques dans des farines enrichies, des prémix et des concentrés. L'amylase est ajoutée à un substrat gélatinisant à froid (amidon de maïs « waxy » modifié), et la viscosité est contrôlée à une température constante de 50 °C pendant 20 minutes. Les farines enrichies en alpha-amylases fongiques sont analysées à 50 °C, en utilisant 4,00 g d'un mélange 50/50 de farine et de substrat, et 25 ml d'eau distillée. Pour les prémix et les concentrés, l'alpha-amylase fongique est extraite avec une solution tampon à base d'acétate, puis son activité est mesurée à 50 °C avec 2,00 g de substrat et un total de 25 ml d'extrait de solution tampon acétate. La viscosité finale peut être corrélée à l'activité amyliasique déterminée par les méthodes enzymatiques standard. La méthode est simple à mettre en oeuvre, elle a été optimisée pour une sensibilité compatible avec les activités des doses commerciales. Cependant, elle est également sensible à la présence d'autres types d'alpha-amylases. Cette méthode convient pour mesurer et contrôler l'ajout d'alpha-amylases fongiques, et leur dosage dans les prémix et les concentrés.

() La lécithine de soja est une matière grasse extraite du soja.*

6.1. Le malt

Le malt est le produit résultant de la germination d'une graine céréalière (orge ou blé). Après la germination, un séchage modéré permet de préserver l'activité enzymatique du produit obtenu, le malt. La torrification du malt est utilisée pour obtenir des dérivés maltés à vocation gustative.

Le malt consiste donc en un complexe enzymatique et des produits d'hydrolyse. Il comporte des α et β amylases (hydrolyse de l'amidon et amylopectine) et des sucres simples.

Que savons-nous de la farine de malt ?

La farine de malt est obtenue par mouture de grains d'orge germé ou de blé germé.

C'est un améliorant pour les pâtes levées qui donne également une belle couleur à la croûte de pain. La farine de malt favorise la fermentation grâce à un apport supplémentaire d'amidon et par l'apport de ferments appelés "amylases" qui ont la propriété de transformer l'amidon des farines en maltose (maltose = sucres fournisseurs d'énergie aux cellules de levure).

L'extrait de malt

L'extrait de malt est obtenu après une infusion à température douce de farine d'orge maltée. Durant ce traitement l'amidon se transforme en maltose et permet d'obtenir après filtration un produit de consistance mielleuse qui contient, outre le maltose, des acides aminés, des vitamines et des sels minéraux.

Utilisation de la farine de malt

L'extrait de malt est utilisé pour favoriser et communiquer une belle coloration de la croûte durant la cuisson et pour rendre les produits plus savoureux, plus moelleux et de plus longue conservation. Son dosage est de 4 à 10 g au kg de farine.

La farine de malt est l'un des additifs autorisés en boulangerie.

La farine de malt est produite directement à partir de malt égrugé moulu. Au contraire du malt liquide et de l' extrait de malt sec, la dégradation ultérieure de l'amidon et des protéines n' a pas lieu lors de la fabrication de la farine de malt. Il en résulte qu' elle contient moins de sucres directement fermentescibles et moins de substances nutritives assimilables durant la fermentation de la pâte. En comparaison avec le malt liquide et l'extrait de malt sec, l' activité enzymatique est plus importante dans la farine de malt. C'est pour cette raison qu'il est recommandé d' effectuer les dosages avec précaution pour la fabrication des pâtes stockées dans le congélateur.

Avantages: - arômes renforcés

- belle coloration
- croûte plus friable

Composition: extrait de malt d'orge

Dosage par litre de liquide: - petite boulangerie : 15 – 20 g

- pain normal : 10 – 15 g

Farines de malt

Actif	Qualité MC	Description	Effets sur la pâte et les produits	Dosage (%)
	EMCEmalt	Farine de mal standardisée	<ul style="list-style-type: none"> • Augmente le gain de volume au four • Améliore le doré et le goût • Prolonge la durée de fraîcheur 	0,05 - 2
Farines de malt à activité enzymatique	EMCEmalt organic	Farine de malt de blé standardisée, bio-organique	<ul style="list-style-type: none"> • Augmente le gain de volume au four • Améliore le doré et le goût • Prolonge la durée de fraîcheur 	0,05 - 2
	EMCEmalt bio	Farine de malt d'orge standardisée, bio-organique	<ul style="list-style-type: none"> • Augmente le gain de volume au four • Améliore le doré et le goût 	0,05 - 2

6.2. Les amylases

Elles sont extraites de culture de champignons microscopiques du genre *Aspergillus niger* ou *orizae* (amylases fongiques) , ou de bactéries du genre *Bacillus subtilis* ou *licheniformis*.

Elles consistent en α -amylases ou amylo-glucosidases ou pullulanases.

Les amylases fongiques sont moins tolérantes à la chaleur que les α -amylases céréalières ou bactériennes et sont détruites en début de cuisson du pain.

6.3. Les hemicellulases fongiques (ou pentosanases)

Elles sont extraites de culture de champignons microscopiques.

Elles sont responsables de l'hydrolyse des hémicelluloses principalement formées d'arabinoxylanes => baisse de la viscosité et assouplissement de la pâte.

Elles ont le même type d'action que la levure désactivée.

Elles participent à l'augmentation du volume des pains et de la coloration des la croûte (libération de pentoses)

Elles sont détruites par la cuisson.

6.4. Les glucose-oxydases fongiques (cf. § 3)

Enzymes obtenues à partir de moisissures.

Elles ont le même type d'action que l'acide ascorbique.

Elles sont détruites par la cuisson.

6.5. Les lipases

Elles sont responsables de l'hydrolyse des triglycérides (matière grasse) en mono- et diglycérides (émulsifiants)

Elles participent, mais de moindre manière, à l'augmentation de la consistance de la pâte (résistance élastique) .

Elles jouent un rôle dans l'amélioration du volume des pains, de la régularité alvéolaire, le renforcement du gluten, et le blanchiment de la mie car elles contribuent à la libération d'acides gras insaturés favorables à l'action de la lipoxgénase.

() Le temps de chute de hagberg évalue l'activité enzymatique d'une farine par la mesure de la consistance de l'amidon gélatinisé (action de la chaleur et de l'eau) : L'hydrolyse de l'amidon par les enzymes amylasique provoque une diminution de la viscosité.*

L'agitateur mis en position haute descend librement en étant plus ou moins freiné par la résistance plus ou moins grande de l'empois d'amidon formé (farine + eau + température). L'indice de chute = durée de chute de l'agitateur.

Activité amylasique moyenne : hagberg = 260 à 280 sec

Faiblesse d'activité enzymatique (année sèche par exemple) : 400 sec

Excès d'activité enzymatique (Année humide par exemple - blés germés) : 150 sec

7 - Le gluten

Rôles :

- Augmentation de la fixation d'eau => accroît le rendement de la farine
- Amélioration de la rétention gazeuse => Augmente le volume des pains
- Amélioration de la tenue et de la résistance élastique des pâtes
=> Permet une durée d'apprêt plus longue
- Diminution du rassissement et de l'émiettement
- Mais croûtes moins croustillantes et rouges

Mécanisme :

- Le gluten peut absorber 2 à 3 fois son propre poids en eau (propriétés des protéines d'une manière générale).
- Le pouvoir de fixation d'eau du gluten assure une augmentation de la consistance de la pâte.
- Après hydratation, il se caractérise par une aptitude à former un réseau élastique, extensible et imperméable aux gaz de fermentation.
- L'apport de gluten densifie le réseau protéique et le rend plus élastique.
=> mie du pain plus élastique et stable dans le temps.
=> croûte plus élastique, moins fragile et moins croustillante

- Le gluten ne cristallise pas (contrairement à l'amidon), d'où son effet sur la diminution de l'émiettement.

Commentaires : - Le gluten représente 8 à 12% de la farine de blé : il se forme par hydratation de deux types de protéines, les gliadines et les gluténines. Son extraction est basée sur le principe de la lixiviation : un pâton est malaxé sous un filet d'eau, le résidu insoluble final obtenu représente le gluten. Un séchage modéré (flux d'air chaud) permet d'obtenir du gluten dit « vital », qui n'a pas perdu ses propriétés technologiques.

- Un excès peut amener à des sections de pains 'rondes' (augmentation de la résistance élastique au détriment de l'extensibilité)
- On l'utilise préférentiellement pour la fabrication des pains de seigle, pains aux sons, pains complets...
- A hydratation constante, il permet une diminution des phénomènes de collant (qui sont généralement liés à une mauvaise rétention d'eau).
- Le gluten sec dévitalisé est utilisé en alimentation pour un apport complémentaire protéique ; le traitement thermique subi par le gluten (rouleaux sécheurs) lui a fait perdre ses propriétés technologiques.

Doses : (en meunerie)

- Doses < 2%, généralement 0,5 à 1% pour la fabrication du pain courant français.
- pour 1% de gluten incorporé et pour une même consistance de pâte, les possibilités d'absorption d'eau augmentent de 1,2 à 1,8%.

N.B. : Le pain au gluten peut être conseillé aux personnes souffrant de diabète, car sa teneur en sucres (glucides provenant de l'amidon) est inférieure de moitié aux autres pains.

8 - Les conservateurs

Rôles : - Ce sont des agents bactériostatiques ou fongistatiques
- Amélioration de la conservation des produits finis

Mécanisme : - Ces conservateurs sont des acides ou des sels d'acides organiques. Ajoutés aux produits alimentaires, ils ont un rôle acidifiant qui permet de limiter le développement des microorganismes.

Commentaires : L'activité de la levure est par la même occasion pénalisée.

Ils peuvent altérer la flaveur du pain.

Les sels d'acides organiques pénalisent moins l'activité fermentative (ph moins bas que acides) mais sont moins efficaces contre le développement des microorganismes .

8.1. Acide sorbique et sorbates (de potassium [K] ou de calcium [Ca])

L'ac. sorbique permet une durée de conservation des pains plus importante que le sorbate de K, mais il a un effet très inhibiteur de l'activité fermentative des levures => utilisation limitée.

Le sorbate de K est plus actif que le sorbate de Ca sur le *Bacillus subtilis* (responsable du pain dit 'filant'). Mais les sorbates pénalisent plus l'activité fermentative que le propionate de Ca.

8.2. Acide propionique et propionates (de sodium ou de calcium)

L'ac. propionique est très efficace sur les bactéries mais il laisse une odeur plus marquée dans les produits de boulange => utilisation préférentielle des propionates.

L'ac. propionique pénalise plus l'activité fermentative que les sorbates.

Les propionates ont plus d'effets sur les moisissures que sur les bactéries et les levures et ils ne sont pas chers.

Le propionate de calcium est le plus utilisé car il permet en outre un enrichissement nutritionnel du pain en Calcium.

8.3. Acide acétique (vinaigre) et acétates (de calcium)

Ils sont utilisés en boulangerie depuis longtemps pour leur effet antimicrobien, leur pouvoir acidifiant mais aussi pour leur propriétés organoleptiques.

Le diacétate de Ca est plus utilisé car son action contre les moisissures et les bactéries responsables du pain filant, est plus marquée.

8.4. Acide lactique et lactates