

## LE DEVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE GAMME DE PAINS DE HAUTE VALEUR NUTRITIONNELLE

Christian RÉMÉSY, Fanny LEENHARDT

*INRA, Unité de nutrition humaine, Centre de Clermont-Ferrand/Theix, 63122 St Gènes Champanelle*

Afin que l'énergie des aliments soit pleinement bénéfique pour l'organisme, il est nécessaire que les apports caloriques soient équilibrés et accompagnés par une très grande diversité de minéraux et micronutriments. Les aliments naturels ont cette composition complexe intéressante pour la santé puisque leurs macronutriments (glucides, protéines, lipides) sont associés à une grande diversité de micronutriments. Les nutritionnistes caractérisent l'offre alimentaire actuelle en la qualifiant de source de « calories vides ». Ce terme désigne l'ensemble des produits transformés qui sont dépourvus de micronutriments et de fibres tels qu'on peut les trouver dans les fruits ou légumes et d'autres produits naturels. Ces pratiques aboutissent à une situation alimentaire paradoxale: celle d'une abondance de macronutriments énergétiques, peu satiétogènes, favorables au développement de la surcharge pondérale, ne permettant pas de couvrir les apports recommandés en minéraux et micronutriments.

Et le pain dans tout cela ? D'un côté cet aliment est indispensable à la fourniture des glucides, d'un autre côté le pain blanc a perdu les trois quarts des minéraux et des vitamines présents dans le grain de blé si bien qu'il est considéré comme un produit marginal pour la couverture des apports en ces micronutriments. Jusqu'à présent, il n'est pas exagéré de noter que l'essentiel des efforts de la boulangerie française a porté, depuis plus de cinquante ans, sur l'optimisation de la production de pain blanc. Après quelques dérives et l'adoption du pain de tradition française, il n'y a plus d'évolution majeure à attendre dans cette voie. Par contre, le pain pourrait retrouver une place centrale dans notre alimentation s'il était de meilleure valeur nutritionnelle et donc confectionné avec des farines plus complètes. Puisque le même acharnement n'a pas été mis dans l'élaboration des pains bis ou complets que dans celui du pain blanc, il y a fort à parier que l'on dispose d'une marge de progrès considérable pour améliorer le goût des pains riches en fibres et micronutriments. Le ministère de la santé dans son Programme National Nutrition Santé, de même que l'AFSSA dans son rapport sur Glucides et Santé, recommandent une évolution de l'offre et de la consommation de pain vers des produits plus complets (1). Cette préconisation vient du fait que les enquêtes épidémiologiques ont montré que la consommation de produits céréaliers plus complets est plus favorable au maintien de la santé (par exemple à la prévention du diabète et des maladies cardiovasculaires) que celle du pain blanc et de produits trop raffinés (2).

Cependant, pour favoriser cette évolution, accroître la consommation de pain et mieux couvrir nos besoins en glucides, il faut disposer de bons produits pour attirer le consommateur, par nature fidèle au seul pain blanc auquel il a été habitué. Le pain peut avoir une excellente valeur nutritionnelle et organoleptique. Pourquoi l'a-t-il perdue ? Quatre raisons principales peuvent être avancées : la dévalorisation du blé, la production des farines sur cylindres plutôt que sur meules, l'accélération de la panification et l'usage excessif de sel.

## LA DEVALORISATION DU BLE

L'utilisation de blé de bonne qualité est la première condition nécessaire pour obtenir du bon pain. Depuis 20 ans, la qualité du blé cultivé a fortement évolué. Grâce à un effort de sélection, de nombreuses variétés sont devenues plus riches en gluten et plus facilement panifiables. Ceci ne signifie pas qu'elles donnent du pain de meilleure qualité gustative et nutritionnelle. La sélection sur le gluten, sur les propriétés visco-élastiques de la pâte a peu d'intérêt sur le plan nutritionnel.

Le blé est une source majeure de magnésium (3) (comme les produits laitiers le sont pour le calcium). Or, l'augmentation de la productivité s'est traduite par une baisse sensible de la teneur en magnésium du blé ainsi que celle des autres minéraux et micronutriments naturellement accumulés dans la couche d'aleurone (assise protéique à l'interface des enveloppes et de l'amande farineuse du grain). Pour faire du pain avec une belle mie de couleur crème, il faut également disposer de farines riches en caroténoïdes, or contrairement au blé dur pour lequel l'indice de jaune a été recherché (afin d'assurer la couleur des pâtes alimentaires), la teneur en ces pigments dans le blé tendre a longtemps été ignorée par les sélectionneurs. Le hasard a voulu que quelques variétés se distinguent par leur richesse en caroténoïdes (Camp-Rémy, Apache); nul doute qu'un effort de sélection permettra de disposer de variétés de blé conduisant à des farines et à des pains plus colorés.

Nous avons étudié l'évolution des teneurs en caroténoïdes dans l'engrain, le blé dur et le blé tendre. Les résultats obtenus sont remarquables et montrent que la teneur en ces pigments a chuté de près de la moitié de l'engrain au blé dur et du blé dur au blé tendre. Il faut noter que les activités lipoxgénasiques, responsables de la destruction des caroténoïdes, au cours du pétrissage sont plus faibles dans les variétés les plus riches en caroténoïdes ce qui favorise leur conservation au cours de la panification (4).

L'intérêt de disposer de bonnes variétés de blé avec d'excellentes qualités, nutritionnelles, aromatiques et boulangères devrait s'imposer à la filière blé-pain. Deux obstacles majeurs freinent cette orientation : d'une part les critères d'inscription des nouvelles variétés des blés portent principalement sur le rendement et la valeur boulangère, ce qui exclut systématiquement les variétés les moins productives même si elles sont excellentes sur le plan de la qualité du pain. D'autre part, les agriculteurs ne sont pas encouragés à utiliser des variétés de faible rendement et de meilleure qualité car ils obtiennent difficilement les compensations suffisantes en matière de prix. En fait, le prix du blé représente moins de 5 % du prix du pain et les efforts à venir doivent porter sur l'amélioration de la qualité plutôt que des rendements. Plutôt que de payer à son juste prix un blé de qualité, on tend à doper le prix des matières premières par l'utilisation de divers adjuvants (acide ascorbique, amylase, gluten). On peut émettre le souhait que les boulangers, les meuniers et les agriculteurs se rencontrent pour mieux se comprendre et favoriser la production de blés de meilleure qualité nutritionnelle, dans un esprit de respect de l'environnement et de sécurité toxicologique.

## LES PROCÉDES DE MOUTURE ET LES TYPES DE FARINE

L'autre bouleversement majeur qui a altéré la qualité du pain est venu du remplacement de la mouture sur meules de pierre par la mouture sur cylindres. Dans le premier cas, on écrase le grain par pression et friction; dans le deuxième cas, on désagrège et on fractionne les constituants du grain. La farine issue de meules de pierre contient une grande proportion du germe et est enrichie en particules de son. La farine en provenance des moulins modernes à cylindres contient quasi exclusivement l'amande farineuse du blé, avec

peu de contamination par des parties périphériques. Les différences de composition des farines qui en résultent sont très importantes : celles issues de mouture sur cylindres sont généralement de type 55 alors que celles provenant de meules de pierre sont de type 80. Le type des farines (défini par leur teneur en minéraux) ont une signification nutritionnelle globale dans la mesure où les teneurs en fibres, minéraux et vitamines augmentent en parallèle avec l'enrichissement en enveloppes des farines. Les trois quarts des micronutriments du grain de blé se trouvent en effet dans les fractions anatomiques conduisant aux sons et aux remoulages qui sont éliminés de la farine blanche à la suite de la mouture sur cylindres. En revanche, les farines de meules de pierre permettent d'obtenir un pain de meilleure valeur nutritionnelle (5). Il est clair que la recherche du blanc, symbole d'abondance et de pureté, a contribué à dévaloriser la valeur nutritionnelle de cet aliment de base.

On sait à quel point l'agro-industrie s'appuie sur diverses allégations nutritionnelles pour promouvoir ses productions. Dans ces conditions, le secteur de la boulangerie gagnerait aussi à mettre en valeur le type de farine utilisé et sa signification. Puisqu'il existe une relation directe entre le type des farines et leur richesse en composés protecteurs, il est extrêmement souhaitable de classer les pains en fonction du type de farine utilisé et pas seulement par des appellations commerciales peu indicatives. Il est remarquable que la réglementation sur le type de farines, initialement conçue pour contrôler le degré de «blancheur» des farines, puisse dorénavant servir d'indicateur de la valeur nutritionnelle des farines et du pain. Bien peu d'aliments bénéficient d'un critère de qualité aussi global, aussi fiable et aussi sûr à mettre en œuvre. Ceci est un atout remarquable pour la valorisation de la filière blé-pain mais aussi pour éclairer les choix des consommateurs.

## **LES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DES PAINS COURANTS DE TYPE 80**

Dans la mesure où des farines assez complètes sont difficiles à panifier et conduisent à des pains très éloignés des pains blancs habituels au goût des consommateurs, un juste compromis serait d'utiliser couramment en panification des farines de type 80.

### **L'approche classique**

Autrefois, les farines étaient produites à la meule de pierre, ce qui aboutissait à des farines 80; en effet les forces d'écrasement des meules permettent d'incorporer des particules de son et de germe dans la farine, ce qui l'enrichit nettement en minéraux et micronutriments (5). Avec les moulins à cylindres, seule l'amande farineuse est récupérée et les farines blanches obtenues sont par conséquent faiblement minéralisées. Cependant les meuniers peuvent confectionner des farines type 80 en additionnant des remoulages à la farine blanche. L'offre actuelle en farines de type 80 confectionné de cette façon est très limitée et elles sont plus onéreuses que les farines blanches courantes. Cependant, le boulanger pourrait lui même maîtriser l'utilisation de remoulages en les incorporant en proportion variable dans la pétrissée en fonction du type de pain recherché. Cette utilisation directe des remoulages est restée encore marginale dans la boulangerie française. Certains artisans utilisent directement les sons plutôt que les remoulages de façon à faire apparaître les particules d'enveloppes et produire ainsi une gamme de pains «au son». Dans la mesure où les sons n'ont pas subi d'hydratation suffisante, cela aboutit à des produits de qualité très moyenne.

### **La voie des « semoules vêtues »**

En France, les blés tendres destinés à la panification sont du type moyennement durs avec un degré de dureté qui peut différer selon les variétés et les conditions de culture. Ceci signifie

que l'albumen du blé tendre est naturellement désagrégé en farine et en semoules. Il faut donc mettre en œuvre une deuxième étape de claquage et de convertissage pour réduire les semoules en farine.

Il est bien connu que l'on peut faire du pain avec de la semoule de blé dur, même si le produit obtenu est sensiblement différent de notre baguette de pain blanc. Puisque le pétrissage arrive à former une pâte panifiable avec de la semoule de blé dur, un résultat similaire peut être obtenu avec des semoules de blé tendre qui ont la capacité de se désagréger plus facilement que les particules de blé dur. C'est pourquoi nous avons pensé qu'il était envisageable, pour faire du pain, de ne plus écraser les semoules de blé tendre en farine.

Ceci présente divers avantages :

- pour réduire les dépenses d'énergie occasionnées par la réduction des semoules en farine
- et surtout pour disposer de farines et de pains de meilleure qualité nutritionnelle. En effet, des fragments de téguments externes restent adhérents à certaines semoules dites « vêtues » ce qui augmente leur teneur en fibres, minéraux et vitamines.

Lorsqu'on écrase le blé, en ménageant les semoules (ni claquage, ni convertissage), on obtient pour des mélanges classiques de variétés panifiables, un rendement meunier en farine + semoules proche de 80 % ; Le mélange obtenu est composé d'environ 40 à 45% de farine et 60 à 55 % de semoules. L'ensemble de ces semoules issues des deux premiers broyeurs se répartit environ en 40 % de grosses semoules et 15 % de fines semoules. Il est possible de récupérer 5 % de particules très chargées en fibres en provenance du 3<sup>ème</sup> broyeur, ce qui augmente d'autant le rendement meunier et accroît très sensiblement le type de farine.

Le mélange de 45 % de farine et de 55 % de semoules (40 % de grosses et 15 % de fines semoules) correspond à un type 80. Pour la panification, une première étape d'autolyse semble très utile et la pâte supporte une hydratation de plus de 70 %. La couleur de la mie reste relativement claire et les piqûres d'enveloppes ressortent peu. La valeur boulangère et les qualités organoleptiques correspondent aux impératifs de production d'un pain courant.

La préservation des semoules réduit les oxydations, ce qui est important pour la conservation des vitamines et en particulier de la vitamine E et des caroténoïdes.

Autre avantage évident : la pulvérulence des farines est fortement diminuée ; une particule de semoule de 1 mm pouvant donner théoriquement 1000 particules de farine de 0,1 mm. Ceci devrait avoir une influence favorable sur la prévention de nombreuses maladies professionnelles dues aux poussières de farine.

L'utilisation des semoules vêtues en panification correspond à une perspective de développement très intéressante pour la filière blé-pain. Elle devrait se traduire par une amélioration très sensible de la qualité nutritionnelle du pain et la recherche en amont de variétés adaptées à ce nouveau type de mouture (dureté du grain , richesse en micronutriments et couleur des semoules).

### **L'utilisation du blé concassé en panification**

Il existe une solution très simple pour améliorer la densité nutritionnelle du pain. Elle consiste à incorporer à de la farine blanche du blé entier concassé au 1<sup>er</sup> broyeur (B<sub>1</sub> ou boulange) dans des proportions de 75-85 % de farine blanche et de 25-15 % de B<sub>1</sub>. Ces proportions permettent d'obtenir des pains de type 80 (par analogie au type de farine). Plus la farine blanche utilisée est de bonne densité nutritionnelle (de type 65 plutôt que 55) moins il est nécessaire d'incorporer de la boulange pour aboutir à un pain de type 80.

Pour éviter l'effet pénalisant des fibres sur le volume du pain, il est souhaitable de réaliser une panification en deux étapes afin de faire subir un prétraitement particulier aux grosses particules de blé. Ce traitement peut être qualifié de longue hydratation, d'autolyse ou de préfermentation selon que l'on considère les divers processus qui se développent dans une farine très hydratée. Il consiste à hydrater fortement la farine intégrale avec un apport d'environ 1,2 litre d'eau par kilogramme de farine et de prévoir une durée d'hydratation particulièrement longue de l'ordre de 12-20 heures avant l'étape de la panification. Si l'organisation du travail l'exige, la durée d'hydratation peut être raccourcie de quelques heures à condition d'augmenter la température de l'eau.

La farine intégrale hydratée gagne à êtreensemencée avec du levain liquide (éventuellement avec de très petites doses de levure si la technique du levain est mal maîtrisée). On la laisse ensuite fermenter pendant environ 20 heures, avec une première étape de quelques heures à 25 °C, suivie d'un stockage à 11 °C jusqu'à la panification. Pour maîtriser l'acidification du produit, il est nécessaire de contrôler la durée de fermentation à 25 °C ainsi que celle de son ralentissement au froid. La préfermentation de la boulange peut être remplacée par un pointage en bac de très longue durée pour optimiser l'hydratation.

Quelle que soit la technique, l'étape d'hydratation doit être suffisamment longue, en particulier pour permettre aux fibres d'absorber le maximum d'eau. Ainsi, il n'y a plus de compétition pour l'hydratation entre le gluten et les arabinoxylanases.

Cette hydratation présente aussi l'avantage de favoriser l'action des phytases et donc la solubilisation des minéraux. En effet, le grain entier est riche en acide phytique qui piège les minéraux. Elle permet d'augmenter la disponibilité en d'autres facteurs de croissance, particulièrement nécessaires pour les ferments panaires : maltodextrines, acides aminés, vitamines et minéraux. Plus besoin d'amylase ou de xylanase, la fraction blé entier autolysée fournissant tous les éléments importants pour la croissance microbienne ou pour la technologie panaire.

Au final, quelles que soient les solutions retenues, l'hydratation de la pâte au moment de la panification doit demeurer suffisamment élevée. Les pains riches en fibres ainsi obtenus ne provoquent aucune sécheresse en bouche, et se conservent facilement. La panification peut être conduite dans les mêmes conditions que les pains dits « de tradition française ».

## **LE MODE DE PANIFICATION**

Bien que ce sujet ait été fort débattu, les modes de panification jouent un rôle clé dans la qualité finale du pain. On ne dira jamais assez à quel point il est important de laisser du temps aux fermentations pour faire du bon pain, ni à quel point certains ingrédients (farines de fèves, de soja) qui détruisent les caroténoïdes et blanchissent la mie du pain diminuent les teneurs en vitamines liposolubles.

Sur de nombreux points de vue, l'incorporation de levain est intéressante, même si la panification n'est pas entièrement conduite avec des ferments naturels. Elle permet d'obtenir des pains plus denses, ce qui procure un avantage nutritionnel précieux : celui de réduire l'effet hyperglycémiant et donc l'index glycémique du pain. L'index glycémique semble inversement proportionnel à la masse volumique du pain : il est élevé dans les baguettes classiques et il a une valeur plus faible dans les pains de tradition française moins aérés. Les pains au levain du fait de leur plus forte densité et de la présence d'acides organiques produits par les bactéries lactiques présentent le plus faible index glycémique (6).

Un autre avantage reconnu de l'utilisation du levain est d'augmenter la durée de conservation du pain. De plus, l'utilisation du levain améliore sans doute la tolérance au gluten en initiant sa protéolyse. Enfin, l'acidité du levain est favorable à l'assimilation digestive des minéraux.

Des travaux anciens ont attribué au pain complet un effet déminéralisant alors que la plupart des pains vraiment complets contiennent trois fois plus de minéraux que le pain blanc et que ces minéraux (contrairement à ceux des céréales de petit-déjeuner) sont rendus largement assimilables à la suite de l'action des phytases de la farine complète ou du levain (7).

Pour ne pas dérouter les consommateurs, il n'est pas nécessaire de produire des pains très acides. Il suffit que le pH de la pâte soit modérément acide (aux environs de 5-5,5), ce qui peut être obtenu par diverses techniques (apport de pâte fermentée, longue fermentation en masse, apport de levain liquide, pousse contrôlée)(8).

## CONCLUSION

Les possibilités d'amélioration de la valeur nutritionnelle du pain sont donc considérables. La technique la plus prometteuse semble l'utilisation en panification de farines riches en semoules de blé tendre ce qui suppose une adaptation des diagrammes de mouture. L'utilisation de blé entier concassé, par la conservation de tous les éléments nutritionnels du grain et en particulier du germe, est également une méthode de base pour la production des pains courants de demain.

Demain, sans inconvénient, les pains pourront avoir une valeur nutritionnelle accrue de l'ordre de 30 à 100 % selon les proportions de blé entier ou de semoules vêtues utilisées.

Il serait souhaitable qu'une segmentation du marché se mette en place en vue de la production de blé de haute valeur nutritionnelle destinée à la fourniture de ces fractions riches en fibres. Cette production nouvelle devrait être l'occasion de la mise en place par les filières, de méthodes de culture et de choix variétaux particulièrement adaptés à la réduction des traitements phytosanitaires. Ces nouvelles voies de mouture et de panification pourraient favoriser l'adoption d'une démarche-qualité pour assurer la plus grande propreté possible du grain au niveau des étapes de transport, de stockage et de nettoyage du blé. Elles pourraient aussi favoriser la filière biologique sans que cela aboutisse à des pains totalement confectionnés avec des blés biologiques.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. AFSSA, r. Glucides et santé: Etat des lieux, évaluation et recommandations. **2004**.
2. Jacobs, D. R., Jr.; Meyer, K. A.; Kushi, L. H.; Folsom, A. R. Is whole grain intake associated with reduced total and cause-specific death rates in older women? The Iowa Women's Health Study. *Am J Public Health* **1999**, *89*, 322-329.
3. Lopez, H. W.; Leenhardt, F.; Remesy, C. New data on the bioavailability of bread Mg. *Magnes Res* **2004**, *17*, 335-340.
4. Leenhardt, F.; Lyan, B.; Rock, E.; Boussard, A.; Potus, J.; Chanliaud, E.; Rémésy, C. Genetic variability of carotenoid concentration and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species and bread wheat varieties. *European Journal of Agronomy* **2005**, *in press*.
5. Chaurand, M., Rémésy C, Fardet A, Leenhardt F, Bar-L'Helgouach C, Taupier-Letage B & Abecassis J. Influence du type de mouture (cylindres vs meules) sur les teneurs en minéraux des différentes fractions du grain de blé en cultures conventionnelle et biologique. *Industries des Céréales*. **2005**, *142*, 3-11.
6. Fardet, A.; Leenhardt, F.; Lioger, D.; Scalbert, A.; Rémésy, C. Parameters controlling the glycaemic response to breads. *Nutrition Research Reviews* **2006**, *19*, 1-9.
7. Lopez, H. W.; Leenhardt, F.; Remesy, C. Minerals and phytic acid interactions: is it a real problem for human nutrition? *Int. J. Food Sci. Techno.* **2002**, *37*, 727-739.
8. Leenhardt, F.; Levrat-Verny, M. A.; Chanliaud, E.; Remesy, C. Moderate Decrease of pH by Sourdough Fermentation Is Sufficient To Reduce Phytate Content of Whole Wheat Flour through Endogenous Phytase Activity. *J Agric Food Chem* **2005**, *53*, 98-102.