

La qualité technologique

Qu'est-ce que la qualité en 1996 ?

En France, les pâtes alimentaires constituent (à l'exception de quelques produits secondaires tels que le couscous et les pâtes à potage), le seul produit fini représentant un débouché pour les blés durs. Il est donc nécessaire que la qualité de ces derniers satisfassent les besoins des industries semoulières et pastières.

On regroupe sous le terme de qualité technologique des blés durs :

- d'une part, la valeur semoulière,
- d'autre part, la valeur pastière, ou aptitude d'une semoule à être transformée en pâtes alimentaires dont l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs.

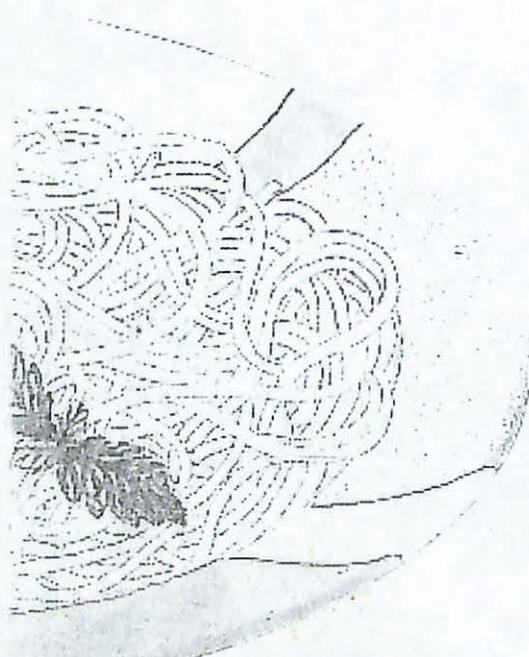
1. La valeur semoulière

La valeur semoulière est définie comme l'aptitude d'un blé dur à donner un rendement élevé en semoule de pureté déterminée. La semoule, qui est le produit noble de l'industrie de la semoulerie, correspond aux fragments de l'amande du grain dont la taille granulométrique est comprise entre 150 et 500 μm , tandis que la farine de blé dur (fragments de l'amande de taille inférieure à 150 μm) et le son (enveloppes du grain) constituent des sous-produits. La valeur semoulière d'un blé dur dépend de trois groupes de facteurs :

- les uns sont très liés aux conditions de culture et de récolte : teneur en eau, taux d'impuretés, grains cassés, ... Leur influence sur la valeur semoulière est évidente. Il en est tenu compte dans les transactions commerciales.

- le deuxième groupe de facteurs englobe des caractéristiques qui dépendent davantage de la nature du blé lui-même et qui sont toutes influencées par des facteurs variétaux et agronomiques :

- le rapport pondéral entre l'albumen amylicé et les enveloppes du grain ;
- la friabilité de l'albumen ;
- l'adhérence entre l'albumen et les enveloppes.



Le blé dur idéal pour un semoulier possède les caractéristiques suivantes : il est gros et vitreux, a des enveloppes fines et une faible teneur en matières minérales ; riche en protéines, il possède un gluten ferme et élastique ; il contient beaucoup de caroténoïdes, mais peu d'activités lipoxygénasiques et peroxydasiques.



Photo ITCF

Le rendement en semoule est fortement corrélé au poids du grain. En effet, la proportion d'enveloppes est d'autant plus grande que le poids du grain est petit. On sait aujourd'hui que des variétés dont le **poids de mille grains** est inférieur à 30 grammes donnent des rendements en semoule significativement plus faibles que les autres. De même, un faible poids de 1000 grains consécutif à l'échaudage a toujours des conséquences désastreuses sur le rendement semoulier. La densité des enveloppes étant inférieure à celle de l'albumen, on apprécie souvent ce degré d'échaudage par la mesure du **poids à l'hectolitre**.

Le **taux de mitadinage** rend compte des proportions d'amande farineuse et vitreuse. L'influence défavorable exercée par un fort taux de mitadinage sur le rendement en semoule n'est guère discutée. Toutefois, son incidence réelle a eu tendance à s'estomper avec l'évolution de la semoulerie vers des produits de plus en plus fins. D'autre part, il n'est pas le seul facteur de la friabilité du grain car la texture de l'amande vitreuse joue un rôle non négligeable.

L'adhérence entre l'albumen et les enveloppes traduit la difficulté rencontrée par le semoulier à « épuiser » convenablement les sons. Une liaison trop forte entre l'albumen et les couches périphériques du grain a pour effet de diminuer le rendement semoulier -à qualité de semoule identique- ou d'augmenter la présence de piqûres dans les semoules -à rendement semoulier égal.

Le dernier facteur de la valeur semoulière est essentiellement réglementaire, il s'agit de la richesse en matières minérales. En effet, compte tenu de ce que l'albumen amyloclacé est beaucoup moins minéralisé que les enveloppes et la couche à aleurone, la réglementation française associe la pureté des semoules (taux de contamination de l'albumen par des produits issus des enveloppes et de la couche à aleurone) à leur **teneur en matières minérales**. Mais la seule connaissance du taux de cendres ne permet pas de chiffrer avec précision le taux d'extraction de la semoule correspondante car tous les blés durs n'ont pas la même teneur en cendres, ni la même répartition des matières minérales à l'intérieur du grain. Pour éviter de pénaliser injustement les blés durs français, davantage minéralisés que d'autres, de nouveaux critères de pureté pourraient être adop-

tés en faisant notamment appel au dosage des constituants spécifiques des parois cellulaires (ex. acide férulique).

2. La valeur pastière

Sous le terme de valeur pastière peuvent être regroupées deux notions très distinctes : d'une part la facilité de transformation des semoules en pâtes (machinabilité), sur laquelle on n'a que peu d'information ; d'autre part, la qualité organoleptique des produits finis. Pour le consommateur, et bien que l'importance qui leur est donnée varie d'un pays à l'autre, on s'accorde pour reconnaître que deux points sont essentiels : l'aspect des pâtes à l'état cru et leur comportement durant et après la cuisson (qualité culinaire).

a. L'aspect des pâtes alimentaires

Il est déterminé par quatre groupes de facteurs. Le premier, la coloration, dépend en grande partie des caractéristiques des blés mis en œuvre. Les trois autres (gerçures, piqûres, texture superficielle) dépendent avant tout, à l'exception des piqûres noires, des conditions de travail des semouliers ou des pastiers.

- **La coloration** : On considère généralement qu'une pâte alimentaire doit être claire et de couleur jaune-ambéré.

En réalité, la coloration est la somme d'une composante jaune, que l'on souhaite élevée, et d'une composante brune ou grise, que l'on souhaite faible. Les constituants de la semoule qui déterminent la coloration des pâtes alimentaires sont maintenant bien connus.

- **l'indice de jaune** dépend de la quantité de pigments caroténoïdes présents dans la semoule et de l'activité d'enzymes (lipoxygénases) susceptibles de détruire les pigments au cours de la pastification. Pour une matière première déterminée, il est possible de réduire les pertes de pigment en conduisant la mouture de manière à éviter une contamination des semoules par les germes du grain dont on connaît la teneur très élevée en lipoxygénases ainsi qu'en recherchant des conditions de fabrication qui évitent l'activité de ces enzymes : malaxage et extrusion sous vide, température de séchage élevée à certains stades du diagramme.

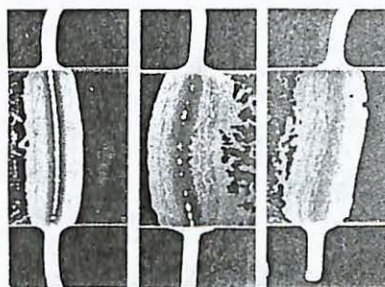
- **l'indice de brun** est fonction de l'activité d'une autre catégorie d'enzymes (peroxydases). Toute action visant à diminuer l'activité de celles-ci, soit par la sélection de variétés qui n'en possèdent que de faibles quantités, soit par la mise en œuvre de technologies appropriées (bonne purification des semoules durant la mouture, application de températures élevées en début de séchage), a un effet bénéfique sur la coloration des produits finis.

● La **gerçure** se traduit par l'apparition de fêlures dans les pâtes sèches, d'où un aspect déplaisant, une faible résistance à l'emballage et une qualité culinaire insuffisante. Elle se produit sous l'effet de tensions internes qui se manifestent lors d'un séchage défec-tueux. La connaissance des seuls paramètres du séchage (humidité, température de l'air) ne suffit cependant pas à prédire avec certitude l'apparition

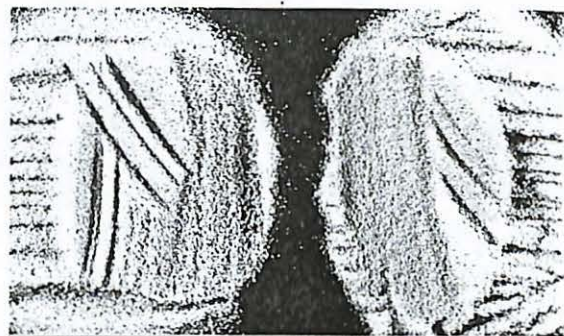
de gerçures, qui constituent, aujourd'hui encore, un grave accident de fabrication.

● Les **piqûres** ont une toute autre origine. Blanches, elles proviennent de mauvaises conditions de pastification (hydratation, malaxage, séchage) ; les spécialistes ont l'habitude de les appeler « points blancs ». Brunes, ce sont des particules de sons non éliminées au cours de la mouture. Noires, elles peuvent provenir de blés ergotés non éliminés au cours du nettoyage, que l'on retrouve broyés dans les semoules ; ou encore de grains mouchetés qui présentent à d'autres endroits que sur le germe des colorations situées entre le brun et le noir. La **moucheture** des blés durs est l'un des facteurs principaux dépréciant la qualité des semoules. Chez les variétés de blés durs qui y sont sensibles, l'apparition de la moucheture serait le signe d'une réaction de défense de la plante à des agresseurs multiples : humidité du climat, champignons parasites, insectes (thrips).

● Enfin, la **texture superficielle** des pâtes, lisse ou brillante, dépend surtout de la nature des moules utilisés (Téflon, bronze).



Le test d'écrasement des pâtes permet de déterminer leur temps de cuisson optimal
à gauche : cuisson insuffisante, zone centrale blanche
au centre : amidon totalement gélatinisé
à droite : pâte trop cuite.



Coloration des semoules :
à gauche : semoule claire
à droite : semoule jaune

Photo Sigmulder INRA

b. La qualité culinaire des pâtes alimentaires

La cuisson d'une pâte alimentaire vise à gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible, à modifier la texture des pâtes de manière à leur conférer les caractéristiques souhaitées par le consommateur, à amener les produits à la température désirée. Le comportement des pâtes au cours de la cuisson peut être très différent d'un produit à l'autre. Dans son acception la plus large, la notion de qualité culinaire des pâtes alimentaires regroupe l'ensemble des caractéristiques suivantes : temps de cuisson, absorption d'eau pendant la cuisson, texture des produits cuits (fermeté, élasticité), état de surface des produits cuits, arôme et goût.

● Les **temps minimal, optimal et maximal de cuisson** correspondent respectivement au temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé, le temps nécessaire pour donner à la pâte cuite la texture recherchée et le temps au delà duquel les produits commencent à se désintégrer dans l'eau de cuisson.

● Le **gonflement** et l'**absorption d'eau** pendant la cuisson se mesurent en déterminant le poids des pâtes avant et

après cuisson. D'une manière générale, 100 grammes de pâtes sèches fixent 160 à 180 grammes d'eau.

- La **texture** des produits cuits rend compte de la fermeté et de la mastabilité des pâtes après cuisson. On peut déterminer ces caractéristiques par des mesures rhéologiques (fermeté, viscoélasticité).

- L'**état de surface** ou de désintégration des produits recouvre les notions de collant (prise en masse, degré d'adhésion des brins entre eux) et de délitescence (aspect plus ou moins lisse des produits cuits).

Des progrès importants ont été réalisés pour mieux appréhender les bases physico-chimiques de la qualité culinaire des pâtes alimentaires. Il est aujourd'hui clairement démontré que les propriétés rhéologiques (viscoélasticité, fermeté) et l'état de surface des pâtes cuites sont des caractéristiques au moins partiellement indépendantes sous le contrôle de facteurs physiques et biochimiques différents. En particulier :

- La **texture des pâtes cuites** est principalement sous la dépendance de la teneur en protéines et de la viscoélasticité du gluten : plus celles-ci sont élevées, plus les pâtes sont fermes pour un temps donné de cuisson.

- L'aptitude des pâtes à conserver leur **intégrité après cuisson (état de surface)** est fonction de la capacité des protéines constitutives à former un réseau insoluble et résistant, capable d'enserrer

dans ses mailles les grains d'amidon en cours de gélatinisation. Cette aptitude dépend à la fois de la teneur en protéines et des caractéristiques de celles-ci. Ce réseau provenant de la capacité des protéines à s'associer entre elles par liaisons disulfures, hydrogènes, hydrophobes ou ioniques, serait progressivement rompu au cours de la cuisson à une vitesse qui dépendrait des caractéristiques des semoules mises en œuvre et des conditions de fabrication des pâtes.

Si les semoules mises en œuvre exercent une influence considérable sur les caractéristiques organoleptiques des produits finis, les conditions de fabrication des pâtes qui sont soumises à des cisaillements durant le malaxage et l'extrusion et à des traitements hydrothermiques durant le séchage, jouent un rôle non négligeable sur la « qualité » du réseau protéique formé. Il a été en effet montré que ce réseau peut se rompre partiellement sous l'effet d'actions mécaniques développées dans les presses et, qu'à l'inverse, des températures élevées de séchage (par exemple, entre 70 et 90 °C) favorisent sa formation, permettant d'améliorer considérablement le comportement des pâtes à la cuisson.

Réunir sur un même produit fini l'ensemble de ces caractéristiques n'est pas facile.

Selon les pays et les préférences des consommateurs, les industriels privilégient la commercialisation de pâtes très jaunes, d'autres attachent davantage d'importance à la résistance à la surcuisson, d'autres enfin recherchent des produits demeurant très fermes et viscoélastiques après cuisson.



L'état de surface des pâtes cuites est révélateur de leur qualité culinaire

*à gauche : pâte non collante
à droite : pâte collante et délitescence*

Photo J.C. Autran INRA

En résumé, le blé dur idéal pour un semoulier possède les caractéristiques suivantes : il est gros et vitreux, a des enveloppes fines et une faible teneur en matières minérales ; riche en protéines, il possède un gluten ferme et élastique ; il contient beaucoup de caroténoïdes, mais peu d'activités lipoxygénasiques et peroxydasiques.

*Coloration des pâtes : de jaune
ambré à jaune clair*

Joël ABECASSIS

Jean-Claude AUTRAN

Pierre FEILLET

INRA

Unité de Technologie des Céréales