

**La qualité culinaire : de quoi est-elle faite ?**

**Jean-Claude AUTRAN**

**INRA**

**Unité de Technologie des Céréales  
Centre de Recherches de Montpellier**



## Valeur pastière des blés durs

- ❑ Facilité de transformation des semoules en pâtes alimentaires (machinabilité)
- ❑ Qualité organoleptique des produits finis :
  - Aspect des pâtes crues
  - Comportement durant et après la cuisson (qualité culinaire)



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

On rappelle que le terme de qualité technologique des blés durs regroupe :

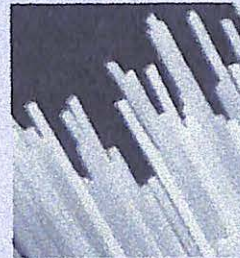
- d'une part, la *valeur semoulière*,
- d'autre part, la valeur pastière, ou aptitude d'une semoule à être transformée en pâtes alimentaires dont l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs.

La *valeur pastière* recouvre elle-même deux notions très distinctes : d'une part, la facilité de transformation des semoules en pâtes (machinabilité), sur laquelle on a assez peu d'information ; d'autre part, la qualité organoleptique des produits finis.

Pour le consommateur, et bien que l'importance relative 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 (notion de *qualité culinaire*, que nous allons développer dans cette conférence).

## Qualité culinaire des pâtes alimentaires

- ❑ Temps de cuisson
- ❑ Gonflement et absorption d'eau pendant la cuisson
- ❑ Texture : fermeté, masticabilité
- ❑ État de surface : collant et délitescence



D'une manière générale, les consommateurs souhaitent que les pâtes restent fermes et ne collent pas après cuisson, les italiens étant particulièrement exigeants à cet égard, plus sans doute que les français.

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 (notions de *fermeté* et d'*élasticité*), état de surface des produits cuits (notions de *collant* et de *délitescence*), arôme et goût.

Dans l'ensemble, la qualité culinaire dépend des caractéristiques des blés mis en œuvre (potentiel de qualité propre à la variété, mais pouvant s'exprimer différemment selon les conditions de culture de la plante), de la pureté des semoules (en fonction du taux d'extraction) et des conditions de fabrication des pâtes.

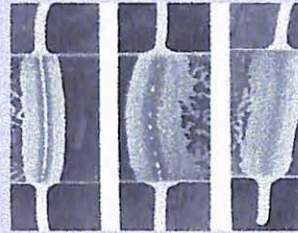
Le comportement des pâtes au cours de la cuisson peut être ainsi très différent d'un produit à l'autre.

Voyons maintenant avec davantage de détail les principaux facteurs de la qualité culinaire.

## Temps de cuisson

- 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 la texture recherchée et le temps au delà duquel les produits se désintègrent dans l'eau de cuisson.

Détermination du temps optimal de cuisson



Insuffisant Minimal Optimal



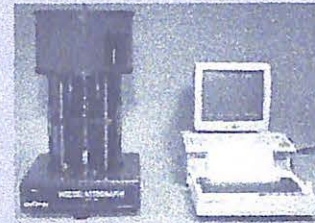
La cuisson d'une pâte alimentaire vise à gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible, à modifier la texture des pâtes de manière à leur conférer les caractéristiques souhaitées par le consommateur, à amener les produits à la température désirée.

Les temps minimal, optimal et maximal de cuisson (que l'on peut mesurer avec une assez bonne précision en écrasant un brin de pâte entre deux plaques de verre et en observant le degré de gélatinisation de l'amidon) correspondent respectivement au temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé, le temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée et le temps au delà duquel les produits commencent à se désintégrer dans l'eau de cuisson.

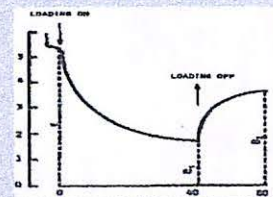
Par ailleurs, le gonflement et l'absorption d'eau se mesurent en déterminant le poids des pâtes avant et après cuisson. D'une manière générale, 100 grammes de pâtes sèches fixent 160 à 180 grammes d'eau.

## Texture : fermeté, masticabilité

- La texture des produits cuits rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson. On peut déterminer ces caractéristiques par des mesures rhéologiques (fermeté, viscoélasticité, ténacité) en utilisant un texturomètre, ou un Viscoélastographe, ou un Alvéographe.



Viscoélastographe



Mesure de la viscoélasticité d'un brin de spaghetti



Deuxième paramètre important : la texture des produits cuits, qui rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson. On peut déterminer ces caractéristiques (fermeté, viscoélasticité, ténacité) par des mesures analytiques objectives (de nature rhéologique) au moyen d'un texturomètre, d'un Viscoélastographe ou d'un Alvéographe.

Par exemple, à l'INRA, pour mesurer la fermeté et la viscoélasticité au moyen d'un Viscoélastographe, on place un échantillon de pâte cuite entre deux plateaux horizontaux. Une force constante est appliquée perpendiculairement aux plateaux, puis enlevée. On enregistre la variation d'épaisseur de l'échantillon en fonction du temps. L'épaisseur après écrasement ( $e_1$ ) correspond à la fermeté de la pâte. La déformation recouvrable ( $e_2 - e_1$ ) correspond à la manifestation de l'élasticité totale de la pâte.

## Etat de surface des pâtes cuites

- L'état de surface des produits cuits recouvre les notions de collant (prise en masse, degré d'adhésion des brins entre eux) et de désagrégation (délitescence) se manifestant pendant ou après la cuisson).



L'état de surface des produits recouvre les notions de collant (prise en masse, degré d'adhésion des brins entre eux) et de désagrégation (délitescence, ou apparition d'une surface rugueuse, éclatée, boursouflée, déplaisante) se manifestant pendant ou après la cuisson.

Ces deux photos illustrent bien ce qu'on appelle respectivement un très bon et un très mauvais état de surface de spaghetti.

## Comment apprécie-t-on la qualité culinaire ?

- ❑ Un problème qui reste complexe.
- ❑ La "qualité commerciale" de lots de blés doit être distinguée de la "qualité intrinsèque" des variétés.
- ❑ On peut facilement prédire la *fermeté* des pâtes au moyen de micro tests (SDS, alvéographe, farinographe) qui mesurent la "qualité des protéines".
- ❑ L'appréciation de *l'état de surface des pâtes* nécessite encore de fabriquer des semoules et des pâtes, puis de cuire ces dernières dans des conditions contrôlées.



Le nombre et la complexité des facteurs mis en jeu font que l'appréciation de la qualité culinaire des blés durs demeure un problème délicat.

Tout d'abord, il convient de bien dissocier la qualité commerciale d'un lot de blé, qui intéresse l'industriel, et la qualité intrinsèque d'un génotype, qui est essentielle pour le généticien ou le sélectionneur, surtout aux stades précoces des programmes de sélection.

Ainsi, au niveau industriel ou semi-industriel, on apprécie globalement la qualité culinaire de lots de semoules au moyen d'essais de fabrication de pâtes et de tests de dégustation.

Par contre, pour prédire la qualité culinaire au cours de la sélection des nouvelles variétés, on pratique plutôt des micro tests sur de faibles quantités de grains (de quelques grammes à quelques centaines de grammes), micro tests qui apprécient essentiellement la qualité des protéines : test de sédimentation-SDS, mixographe, alvéographe, ... et même micro tests praticables à la limite sur un seul grain : électrophorèse ou HPLC des protéines.

Si les micro méthodes permettent de prévoir les caractéristiques de fermeté et de viscoélasticité, il n'en est pas de même pour l'état de surface des pâtes après cuisson. Il n'existe toujours pas d'autres méthodes d'évaluation de la qualité des blés durs sur ce caractère que de transformer ces blés en semoules, puis en spaghetti et de faire cuire ces derniers dans des conditions parfaitement contrôlées.

C'est ainsi que, pour juger les variétés de blé dur lors de leur inscription au Catalogue Officiel (CTPS), on met actuellement en œuvre des mini essais de mouture et de pastification à partir de 1,5 kg de grains.

Pour résumer cette première partie, on insistera sur le fait que *tous les lots de blé dur ne permettent pas de fabriquer des produits finis possédant les qualités recherchées*. A titre d'illustration, les caractéristiques de quelques blés durs couvrant une large gamme de qualité sont données sur la diapositive suivante.

## Qualité culinaire de blés durs couvrant une large gamme de qualité

	Blé 1	Blé 2	Blé 3	Blé 4	Blé 5
● % Protéines (p. 100 m.s.)	15,6	14,5	13,7	12,3	12,3
● Viscoélasticité du spaghetti	9,0	7,9	6,5	4,5	2,5
● Etat de surface	7,0	6,5	6,5	6	5,5
● Type $\gamma$ -gliadine	45	45	45	45	42



Il s'agit de 5 blés durs couvrant une large gamme de qualité culinaire.

On observe en particulier des différences considérables d'indice de viscoélasticité : de 9 pour le blé n° 1 à 4,5 pour le blé n° 4 et même 2,5 pour le blé n° 5.

Les écarts d'état de surface sont un peu moins importants.

Ces différences résultent à la fois de différences de teneur en protéines (15,6 % pour le blé n° 1 et 12,3 % pour le blé n° 4) et de différences de qualité des protéines (les blés n° 4 et 5 ont des teneurs en protéines comparables, mais appartiennent respectivement aux types  $\gamma$ -gliadine 45 et 42).



## Recherches sur la qualité culinaire des blés durs

- Les chercheurs poursuivent leurs efforts pour fournir des explications de plus en plus précises de la qualité culinaire. On considère actuellement que la qualité culinaire repose sur les caractéristiques des principaux constituants de la semoule de blé dur que sont l'amidon, les protéines et les lipides.



Nous allons maintenant montrer, dans une deuxième partie, que 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, et qui sont sous le contrôle de différents constituants biochimiques de la semoule, qui sont naturellement : l'amidon, les protéines et les lipides.

## Composition biochimique du blé dur

	Grain entier	Péricarpe	Amande
• Protéines	14,0	8,5	12,5
• Lipides	2,1	0	1,6
• Amidon	68,8	0	81,5
• Sucres réd.	2,3	0	1,6
• Pentosanes	7,7	40,5	1,4
• Cellulose	2,7	45,0	0,3
• Minéraux	1,9	5,9	0,6

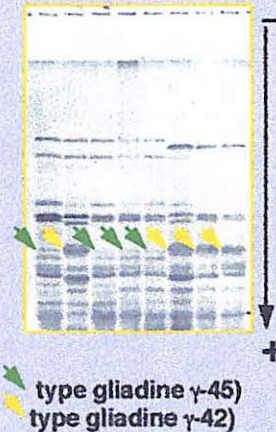


Rappelons tout d'abord quelques données très classiques de composition du blé dur :

- du grain entier
- de ses enveloppes, qui vont donner les sons
- de son amande, qui va donner la semoule

## Les protéines

- ❑ Teneur en protéines de la semoule
- ❑ "Qualité des protéines", c'est-à-dire gluten ayant des propriétés viscoélastiques satisfaisantes
- ❑ Capacité des protéines à former un réseau insoluble et résistant, capable d'enserrer dans ses mailles les grains d'amidon en cours de gélatinisation.
- ❑ Capacité à coaguler rapidement en début de cuisson : effet améliorant des albumines (exemple : pâtes aux œufs).



Un rôle majeur est joué par les protéines dans l'explication des différences de qualité culinaire entre blés durs.

Ainsi, comme nous l'avons vu précédemment, 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.

Plus précisément, l'aptitude des pâtes à conserver leur intégrité après cuisson (état de surface) est fonction de la capacité des protéines de la semoule 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 de la capacité des protéines à s'associer entre elles, et l'on peut penser que le réseau formé par l'intermédiaire de 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.

Il a été par ailleurs démontré que les blés durs possédant un gluten dont les caractéristiques viscoélastiques sont satisfaisantes peuvent être caractérisées par la présence de la gliadine  $\gamma$ -45 (selon la nomenclature universellement utilisée pour caractériser les gliadines du blé par électrophorèse en gel de polyacrylamide),  $\gamma$ -45 dont on sait aujourd'hui que ce n'est qu'un simple marqueur de protéines agrégatives de la famille des gluténines de faible poids moléculaire (LMW). Par contre, la viscoélasticité des glutens de blé dur possédant la gliadine  $\gamma$ -42 est tout à fait insuffisante.

Enfin, les protéines facilement coagulables à la chaleur exercent également un effet favorable sur la qualité culinaire. On peut ainsi observer un effet améliorant des protéines de type albumine, provenant des parties périphériques du grain, ou encore rajoutées à la semoule (pâtes aux œufs, pâtes complémentées par des concentrats protéiques de soja ou par des farines de légumineuses).

## L'amidon

- L' amidon est un polymère du glucose. Formé d'amylose et d'amylopectine.
- La dureté du grain résulte de l'adhésion amidon-protéines.
- La gélatinisation (gonflement, perte de structure granulaire et de cristallinité, solubilisation) se produit au dessus de 55°C et en présence d'un excès d'eau. Elle ne se produit pas pendant le séchage des pâtes.
- Au cours de la cuisson dans l'eau bouillante, alors que les protéines forment un réseau insoluble, l'amidon, en se gélatinisant, tend à laisser échapper sa substance (surtout l'amylose) dans l'eau de cuisson.



L'amidon constitue la majeure partie de la semoule et se trouve dans les cellules de l'albumen du grain sous forme de petits granules de taille dont la distribution de taille est en répartition bimodale :  $< 10\mu\text{m}$  (sphériques et  $10-30\mu\text{m}$  (lenticulaires,  $< 30\%$  des grains en volume).

L'amidon est un polymère du glucose. Chez le blé dur, 25-30 % de l'amidon sont sous forme de polymère linéaire (amylose) et 70-75 % sous forme ramifiée et partiellement cristalline (amylopectine).

On a vu dans l'exposé précédent de Joël Abecassis, que la dureté de l'albumen du grain est attribuée à l'adhésion entre amidon et protéines. Cette adhésion jouerait également un rôle important dans la fermeté de la pâte cuite.

On sait que la gélatinisation de l'amidon de blé débute à environ 55° C en présence d'un excès d'eau. Par contre, dans la pâte et au cours du séchage, même à haute température, la teneur en eau étant faible (environ 28 %), on n'observe jamais plus de 5 % de gélatinisation.

Lors de la cuisson de la pâte alimentaire, le grain d'amidon gonfle, perd sa cristallinité tandis qu'une partie des macromolécules se solubilisent, sans perte de structure granulaire car le grain d'amidon est emprisonné dans la matrice protéique. Dans les pâtes de mauvaise qualité, le réseau protéique étant insuffisamment ferme, l'amylose solubilisée tend à diffuser hors du grain d'amidon gélatinisé et à passer dans l'eau de cuisson.

## En fait, il y a compétition entre deux phénomènes :

- Si les protéines sont en quantité suffisante et de bonne qualité : le réseau protéique peut être formé avant que l'amidon ne se gélatinise : les pâtes restent fermes et ne collent pas.
- Si la gélatinisation de l'amidon intervient avant formation du réseau protéique, l'amylose tendra à diffuser dans l'eau de cuisson, d'où enrichissement de la surface de la pâte en amylopectine : les pâtes vont coller



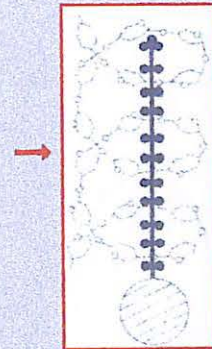
En fait - et c'est là un point capital - il y a compétition entre deux phénomènes :

- si le réseau protéique est formé (par des liaisons disulfures et hydrophobes) avant que l'amidon ne se gélatinise, les pâtes restent fermes et ne collent pas.

- si, au contraire, la gélatinisation de l'amidon intervient avant formation du réseau protéique, une partie de l'amidon (particulièrement son composant amylose) diffuse dans l'eau de cuisson, ce qui va entraîner un enrichissement de la surface de la pâte en amylopectine et c'est ce qui va provoquer le phénomène de collant.

## Les lipides

- ❑ Il peuvent contribuer à réduire l'aspect collant de la pâte et les pertes de matières lors de la cuisson, par complexation (→) avec l'amylose.
- ❑ Du beurre (ou de l'huile) ajouté aux pâtes lorsque celles-ci sont sorties de l'eau en fin de cuisson, peut éviter aux pâtes, maintenues chaudes, de coller dans l'assiette.

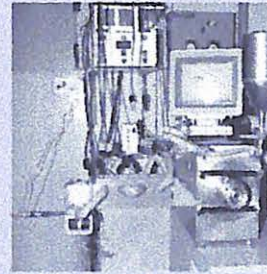


Quant aux lipides, ils remplissent deux rôles essentiels en technologie des pâtes : un rôle de lubrification et d'agent tensio-actif vis à vis des protéines et de l'amidon, facilitant le développement de la pâte et réduisant l'énergie mécanique lors de l'extrusion ; également, les lipides et notamment les monoglycérides et phospholipides, réduisent l'aspect collant de la pâte et les pertes de matières lors de la cuisson, et ceci par complexation avec l'amylose.

C'est ainsi que du beurre (ou de l'huile) ajouté aux pâtes lorsque celles-ci sont sorties de l'eau en fin de cuisson, peut éviter à ces pâtes, maintenues chaudes, de coller dans l'assiette.

## Influence des conditions de fabrication des pâtes

- ❑ Malaxage et extrusion (cisaillement) affectent la qualité du réseau protéique.
- ❑ Des températures élevées de séchage (par exemple, entre 70 et 90 °C) permettent d'améliorer considérablement le comportement des pâtes à la cuisson.
- ❑ La nature et le pH de l'eau de cuisson influencent également la tenue des pâtes à la cuisson.



Ce dernier exemple du beurre ou de l'huile montre bien que, à côté des caractéristiques des emoules, les conditions de fabrication et de cuisson des pâtes exercent un rôle non négligeable sur la qualité culinaire.

Ainsi, les conditions de fabrication des pâtes, avec les effets de cisaillement durant le malaxage et l'extrusion et les traitements hydrothermiques durant le séchage, influencent 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.

A 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, plus particulièrement si les semoules ont des teneurs en protéines élevées.

D'une manière générale, tous les indicateurs de la qualité culinaire sont améliorés par l'utilisation de traitements de séchage des pâtes à haute température.

L'état de surface apparaît comme le paramètre qui bénéficie le plus de ces traitements mais l'indice de viscoélasticité est lui aussi souvent amélioré. Cette amélioration est d'autant plus forte que la teneur en eau des pâtes au moment de leur traitement est peu élevée. Après traitement à faible humidité (13 %) tous les spaghetti possèdent un état de surface excellent et tendent à avoir un meilleur indice de viscoélasticité. Par contre, si les traitements sont appliqués sur des produits à humidité élevée (24 %), les caractéristiques rhéologiques et d'état de surface sont peu modifiées comparativement à celles des produits témoins.

On ne peut pas ne pas être frappé par l'amélioration générale de la qualité culinaire des pâtes sous l'effet d'un séchage THT, pâtes qui auraient été probablement considérées, il y a seulement 10 ans, comme médiocres ou moyennes après séchage traditionnel à basse température. Toutefois le process ne peut pas toujours pallier les carences des variétés et, d'une manière générale, les "bons blés" restent ceux qui donnent les meilleures pâtes.

Enfin, la nature, et notamment le pH de l'eau de cuisson exercent un effet considérable sur l'aspect des pâtes cuites. Alors que la cuisson dans certaines eaux du robinet ou dans une eau minérale se traduit par un accroissement progressif de la délitescence et du collant, le fait de cuire les pâtes dans une eau de pH 6 (par exemple, une eau additionnée d'une cuillerée à soupe de vinaigre ou de jus de citron) prévient l'apparition du phénomène de collant, ces pâtes conservant un état de surface satisfaisant, même après surcuisson, quelle que soit la variété de blé dur mise en œuvre.

## Conclusions

- ❑ La première qualité d'un blé dur est de permettre de fabriquer des pâtes de haute qualité culinaire.
- ❑ La qualité culinaire est sans doute la composante la plus complexe de la qualité des blés durs.
- ❑ Elle reste difficile et coûteuse à intégrer dans les programmes de sélection.
- ❑ Malgré l'évolution des technologies industrielles, les "bons blés" continuent à donner les meilleures pâtes.
- ❑ L'importance relative des facteurs de la qualité culinaire a toutefois changé : depuis le développement du séchage THT des pâtes on tend à donner davantage d'importance à la quantité de protéines qu'à la qualité de ces protéines.



En conclusion,

- 1) la première qualité d'un blé dur est de permettre de fabriquer des pâtes de haute qualité culinaire.
- 2) la qualité culinaire est sans doute la composante la plus complexe de la qualité des blés durs et on sait qu'elle reste difficile et coûteuse à intégrer dans les programmes de sélection variétale.
- 3) malgré l'évolution des technologies industrielles, des différences de qualité culinaire demeurent entre les variétés et les "bons blés" continuent à être ceux qui donnent les meilleures pâtes.
- 4) l'importance relative des facteurs de la qualité culinaire a toutefois changé : depuis le développement du séchage THT des pâtes on tend à donner davantage d'importance à la quantité de protéines qu'à la qualité de ces protéines.