

## Comment la cuisson transforme-t-elle les aliments ?

FICHE QUESTIONS SUR... n° 08.01.Q17

**Mots clés : cuisson aliment - transfert chaleur - tissus animaux - tissus végétaux - protéine - sucre - lipide - glycation - pyrolyse**

**La cuisson des aliments est une opération typiquement humaine, qui a plusieurs fonctions :**

- 1 - La chaleur détruit les micro-organismes pathogènes de la surface, ainsi que les parasites de l'intérieur.**
- 2 - La cuisson modifie la consistance, facilitant la mastication, donc la digestion : cette fonction était plus importante par le passé quand on ne savait pas soigner les dents, mais elle le reste pour nombre de personnes âgées.**
- 3 - La cuisson engendre des composés nouveaux, odorants ou sapides (qui sont même appréciés par d'autres êtres vivants que l'espèce humaine, tels les chats, les chiens ou les singes).**
- 4 - Enfin, en changeant la consistance des aliments, la cuisson augmente souvent la bio-activité des nutriments, c'est-à-dire la possibilité que les molécules des nutriments soient libérées par les matrices alimentaires, donc qu'une quantité supérieure soit facilement absorbable ; un cas particulièrement net est celui du bêta-carotène (provitamine A), presque deux fois plus biodisponible dans les carottes cuites que dans les carottes crues.**

### **Les transferts de chaleur**

À partir du simple rôtissage par le feu, les humains ont mis au point divers types de cuissons ; après la cuisson sur le feu, le deuxième type a sans doute été la cuisson dans l'eau : dans des fosses tapissées d'une peau d'animal, emplies d'eau que l'on réchauffait en y jetant des cailloux chauffés dans le feu voisin ; cette technique permettait d'éviter la perte des jus qui se produit lors du rôtissage, et c'est sans doute la raison pour laquelle les livres de cuisine, jusque récemment, commençaient toujours par des chapitres sur les potages et le pot-au-feu. Puis, d'autres techniques furent perfectionnées : les sautés, les fritures, les braisages...

Comme les techniques de cuisson sont nombreuses, on les classe d'après le type de transfert de chaleur :

- des transferts de chaleur par contact avec un solide chaud : grillades, sautés, ... ;
- des transferts de chaleur par contact avec un liquide chaud (eau ou solution aqueuse, huile) : bouilli, friture, ... ;
- des transferts de chaleur par un gaz chaud (air, vapeur) : cuisson au four, étuvage... ;
- des transferts de chaleur par des rayonnements, principalement infrarouges (chauffage ohmique, ou de grill) ou micro-ondes ;
- des transferts qui mettent en œuvre plusieurs de ces types élémentaires, comme dans le braisage qui commence par un brunissement par de l'air chaud, avant d'être une cuisson à basse température dans de l'air humide.

Au total, 144 types de cuissons doubles peuvent ainsi être envisagées<sup>1</sup>.

Dans tous les cas (à l'exception notoire de la cuisson au four à micro-ondes), la chaleur qui est transmise à la surface des aliments, et se propage ensuite à l'intérieur de ces derniers par le phénomène de conduction.

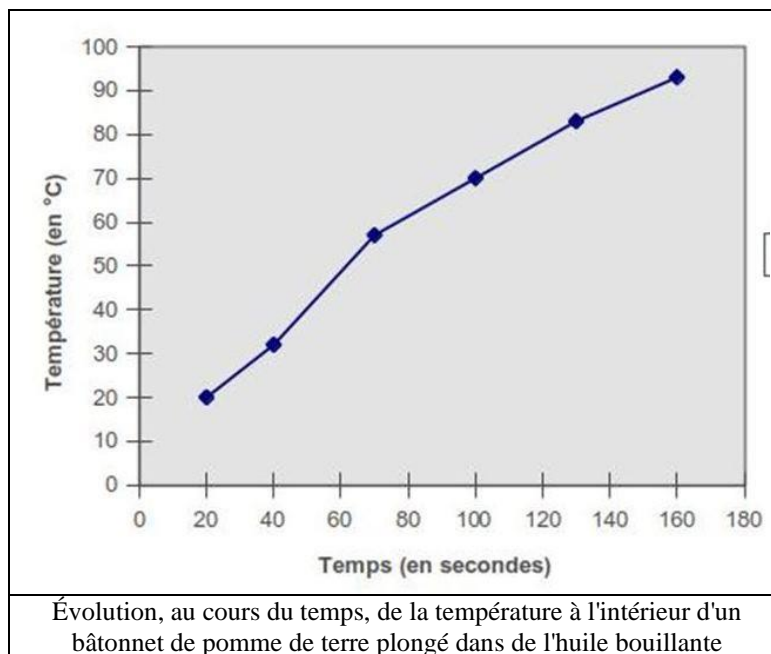
Cela étant, même si la température externe ou de surface devient considérable (j'ai mesuré 400 °C sous un steak "saisi" dans des conditions de *sauté* traditionnel), la température à l'intérieur de l'aliment en cuisson ne dépassera pas 100 °C dans les tissus animaux et végétaux, car ces derniers sont majoritairement composés d'eau : 80 % d'eau dans le cas des tissus musculaires (viandes, poissons), et jusqu'à 99 % pour des tissus végétaux tels que des salades. Or à la pression ambiante, la température de l'eau ne peut pas dépasser 100 °C, tant qu'il y a de l'eau liquide.

Par exemple, pour un bâtonnet de pomme de terre que l'on frit, la température externe est égale à celle de l'huile chaude (environ 170 °C), et cette température supérieure à 100 °C provoque la vaporisation de l'eau,

---

<sup>1</sup> Hervé This, 2012

mais seulement dans la partie externe ; la température reste de 100 °C juste dans la partie interne à la croûte, et les températures augmentent lentement au cœur des bâtonnets.



Autre exemple : le pain, qui, cuit à des températures de plus de 200 °C (au moins en début de cuisson), et qui n'a qu'une croûte de quelques millimètres d'épaisseur après des dizaines de minutes de cuisson.

### Les effets de la cuisson

Les effets de la cuisson sur les ingrédients culinaires sont d'une immense diversité, mais les principaux ingrédients alimentaires cuisinés sont des tissus animaux (viandes, poissons, œufs) et des tissus végétaux (légumes, fruits...). Ils sont composés de cellules, c'est-à-dire de compartiments qui contiennent principalement de l'eau, plus d'autres composés biologiquement importants

Par exemple :

- dans les viandes (qui sont le plus souvent des tissus musculaires ou des abats), il y a des protéines en abondance : dans les muscles, ces molécules assurent la contraction quand le cerveau en donne le signal ;
- dans les pommes de terre, les cellules contiennent des grains d'amidon, faits de composés qui stockent l'énergie sous forme chimique, utile lors du développement d'une nouvelle plante à partir du tubercule.

L'échauffement des tissus (animaux ou végétaux) a des conséquences sur les composés qui y sont présents : premièrement l'eau, mais ensuite les protéines et acides aminés, les glucides, les lipides.

### Protéines

Chauffées à 100 °C ou moins, les protéines peuvent se dégrader, car elles sont des enchaînements linéaires de *résidus d'acides aminés* (ici, le terme *résidu* ne signifie pas *déchet*, mais *partie de*). Selon le cas le chauffage provoque des changements de structure, des dissociations ou des coagulations : les protéines actives que sont les enzymes perdent leur activité (tel le lysozyme du blanc d'œuf qui est un antibactérien), et la structure des tissus change lorsque le collagène est transformé en gélatine.

À plus haute température, les dégradations sont bien plus énergiques, et engendrent une foule de composés odorants, colorés, sapides, souvent azotés ou soufrés, d'où l'odeur de la viande grillée.

### Glucides

Pour les glucides, on distingue :

- des monosaccharides, tels le D-glucose ou le D-fructose, mais aussi le glycérol, les mannoses, le galactose, l'arabinose,... ;

- des disaccharides et des oligosaccharides qui se forment par enchaînement des premiers ; c'est le cas du saccharose, qui est fait d'un résidu de D-glucose et d'un résidu de D-fructose, ou du lactose (sucre principal du lait), qui est fait d'un résidu de D-glucose et d'un résidu de D-galactose ;
- des polysaccharides qui sont des enchaînements linéaires ou ramifiés de nombreux<sup>2</sup> résidus de monosaccharides, tels :
  - l'amylose de l'amidon, qui est un enchaînement de milliers de résidus de D-glucose ;
  - l'amylopectine, qui est un enchaînement ramifié de ce même résidu de D-glucose ;
  - la cellulose, qui est un polysaccharide linéaire très résistant chimiquement (les chemises en coton ne se dissolvent pas dans l'eau, même quand on les fait bouillir !).

Pour les polysaccharides<sup>3</sup>, les nutritionnistes distinguent des composés digestibles ou non (fibres alimentaires). Comme pour le tissu collagénique qui fait la *peau* des fibres musculaires des viandes et qui jointe les fibres en faisceaux, certains polysaccharides (telles les pectines) peuvent être hydrolysés quand ils sont chauffés en présence d'eau, libérant des oligosaccharides ou des monosaccharides.

Mais, quand la température est supérieure, alors des transformations moléculaires bien plus draconiennes se produisent (comme pour les viandes) parce que l'énergie communiquée devient supérieure à l'énergie des liaisons chimiques entre les atomes. C'est ce qui se produit dans la caramélisation du saccharose : les résidus de D-glucose et de D-fructose se séparent, perdent des atomes d'oxygène et d'hydrogène, avant que se forment d'abord des dianhydrides de D-fructose, très réactifs, qui se lient aux molécules de D-glucose présentes ; simultanément, des composés odorants, sapides, colorés se forment, tel l'hydroxyméthylfurfural qui a une odeur de cuit ou de caramel.

### Lipides

Pour les lipides de nos aliments (huiles, par exemple), les molécules sont principalement des triglycérides, avec un résidu de glycérol lié à trois résidus d'acides gras.

À chaud, les résidus d'acides gras sont parfois considérablement modifiés : coupures, formation de cycles, oxydations, polymérisations, ... Par exemple, au-delà du *point de fumée*, les molécules libèrent de l'acroléine, composé très réactif et toxique.

### Réactions entre molécules de plusieurs catégories

Ayant rapidement décrit ces modifications élémentaires dans chaque catégorie de composés, on doit également évoquer des réactions entre des molécules de plusieurs catégories, comme par exemple les réactions constatées entre des sucres et des protéines.

Pour ce type de réactions, on se limite trop souvent à évoquer les *réactions de Maillard*, ce qui est à la fois faux et simpliste : tout d'abord, ces réactions ne méritent pas d'être attribuées au biochimiste Louis-Camille Maillard, puisqu'elles ont été découvertes plus de 30 ans avant lui par le chimiste allemand Emil Fischer (1852-1919) ; et, de toute façon, la communauté internationale a résolu de les nommer *réactions de glycation* (voir fiche 08.01.Q12 : *Les brunissements des aliments*).

Surtout on doit signaler que ces réactions de glycation ne sont qu'un exemple parmi mille, et l'on évoquera plutôt des réactions de pyrolyse, thermolyse, oxydations, etc. pour décrire les transformations moléculaires des composés présents dans les aliments.

#### **Ce qu'il faut retenir :**

La cuisson des aliments, souvent assurée par des transferts thermiques, a été essentielle dans le développement de l'espèce humaine, et elle est la clé de la bonne assimilation des aliments.

Elle s'accompagne de modifications de la structure physique des ingrédients traités thermiquement, ainsi que de transformations moléculaires des composés présents dans les ingrédients, transformations souvent utiles pour la nutrition.

<sup>2</sup> de dix à plusieurs dizaines de milliers

<sup>3</sup> voir fiche "08.04.Q06 : *Les fibres alimentaires*"

**Pour en savoir plus :**

- Académie d'agriculture de France : *Le grand livre de notre alimentation*, Editions Odile Jacob, 2019
- H-D. BELITZ, W. GROSCH, P. SCHIEBERLE : *Food Chemistry*, Springer, New York, 2009
- G. KNOCKAERT, L. LEMMENS, S. VAN BUGGENHOUT, M. HENDRICKX, A. VAN LOEY : *Changes in carotene bioaccessibility and concentration during processing of carrot puree*, *Food Chemistry* 133, 60-67, 2012
- S. MOLDOVEANU : *Pyrolysis of organic molecules*, Elsevier, Amsterdam, 2021
- Hervé THIS : *Mon histoire de cuisine*, Belin, 2012