

Questions de frites

HERVÉ THIS

Les frites de quatrième gamme, ensachées crues, boivent moins l'huile que les frites surgelées.

La quasi-totalité des frites servies dans les restaurants français sortent d'un sachet. À la maison, la frite fraîche résiste, parce qu'elle a des atouts : elle boit moins l'huile. Surtout, elle est détronée par la frite de quatrième gamme, ensachée crue dans une atmosphère modifiée, qui a été mise au point par Patrick Varoquaux et ses collègues de la station INRA de Montfavet ?

Les modifications des habitudes alimentaires cantonnent la frite maison... à la maison : dans les cantines ou dans les restaurants, la frite en sachets s'impose, parce que les volumes à préparer nécessitent une préparation à l'avance ; or les pommes de terre noircissent quand elles sont laissées à l'air, après la découpe, parce que cette dernière libère des enzymes et leurs substrats, initialement enfermés dans des compartiments séparés des cellules de pomme de terre. En présence d'air, ces molécules réagissent et forment des composés bruns voisins de ceux qui nous font bronzer en été.

Ce brunissement enzymatique avait conduit les fabricants de frites en sachets

à proposer des produits précuits : après pelage et découpe, les bâtonnets de pomme de terre sont d'abord séchés, puis précuits dans un bain d'huile (souvent de l'huile de palme, peu coûteuse), et enfin congelées. Pour la cuisson finale, l'utilisateur peut alors plonger les frites dans un bain de friture, mais les micro-fissures créées lors de la congélation absorbent alors beaucoup d'huile, ou bien les réchauffer au four, mais elles sont alors trop sèches.

Comment éviter ces deux écueils ? Les chercheurs de l'INRA ont étudié l'ensachage sous atmosphère contrôlée de frites crues : ce que l'on nomme les frites de quatrième gamme. Pour obtenir de bons résultats, ils ont traqué les causes de brunissement tout au long de la fabrication. Tout d'abord, les pommes de terre doivent être pelées, si possible sous jet d'eau, par une technique qui évite de trop endommager les cellules. Puis, lors de la découpe des bâtonnets, les lames des couteaux, en acier inoxydable, doivent être aussi affûtées que possibles.

Ensuite les bâtonnets détaillés doivent être maintenus à une température

sus de pommes de terre accumulent des sucres qui provoquent un brunissement à la cuisson, par des réactions analogues à celles qui font le brun de la croûte du pain). Le goût et la texture des frites confectionnées ultérieurement ressemblent davantage au goût et à la texture des frites fraîches ; la proportion d'huile est analogue, c'est-à-dire deux fois inférieure à celle de frites obtenues par friture de frites surgelées.

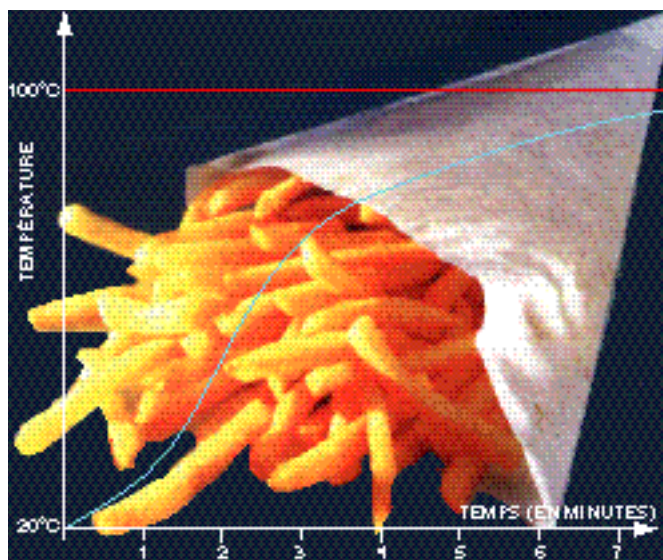
Comment cuire les frites ? Là, les cuisinières et les cuisiniers se mettent à douter, car chaque chef a sa méthode. On se déterminera après s'être demandé ce que l'on attend d'une frite, puis après avoir cherché rationnellement quelles opérations permettent de satisfaire cette attente.

Observons qu'une frite de bon aloi doit certainement être tendre à cœur, aussi peu huileuse que possible et croustillante sans être noire. Observons aussi que la cuisson résulte d'une diffusion de la chaleur, de l'extérieur vers l'intérieur, avec deux phénomènes principaux : la formation de la croûte, et la cuisson du cœur. En effet, les pommes de terre sont composées de cellules qui renferment, notamment, de l'eau et des grains d'amidon : quand la chaleur gagne le cœur des frites par conduction, certaines cellules sont dissociées, tandis que les grains d'amidon libèrent leurs longues molécules dans l'eau chauffée. En surface des frites, la croûte, elle, résulte d'une évaporation complète de l'eau.

L'expérience qui consiste à cuire une frite où l'on a introduit un thermocouple (une sonde qui mesure plus fidèlement et plus rapidement la température qu'un thermomètre) montre que les frites chauffent très lentement : même quand la température de l'huile est de 180 °C, la température au cœur n'atteint 85 °C qu'après plusieurs minutes, car la pomme de terre est thermiquement inerte. Autrement dit, si le premier bain d'huile est trop chaud, la surface noircit avant que l'intérieur soit cuit.

Inversement, le premier bain ne doit pas être trop froid, sans quoi le croustillant ne se forme pas assez rapidement, et la frite boit l'huile. En pratique, sept minutes de cuisson à la température de 180 °C donnent un bon résultat pour des frites de 12 millimètres de côté.

Un second bain parfait alors les frites : dans de l'huile portée à 200 °C, on arrête la cuisson quand la couleur est d'une plaisante blondeur.



La température à l'intérieur d'une frite (courbe bleue) ne tend que lentement vers 100 °C.

de 4 °C environ, de sorte que le métabolisme des cellules intactes soit aussi ralenti que possible. Après égouttage par centrifugation ou ventilation, les pommes de terre doivent être conditionnées avec un gaz inerte, en l'absence d'oxygène, dans un sachet très imperméable aux gaz. Ainsi les bâtonnets se conservent dix jours à 4 °C sans altération (cependant, au cours du stockage, les tis-

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 28 avril 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

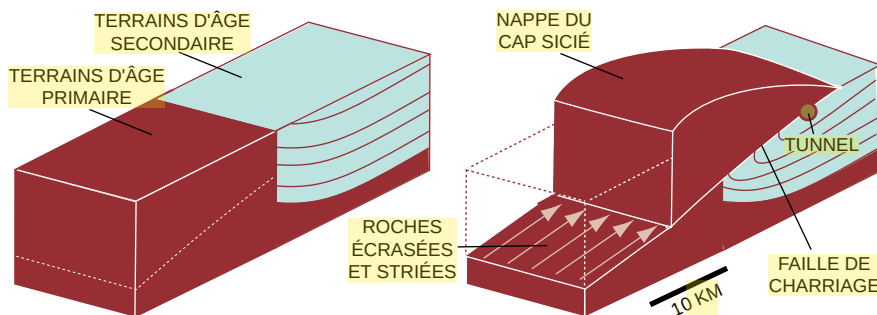
La faille du tunnel de Toulon

L'analyse géologique aurait dû être adaptée au problème posé.

Après chaque catastrophe, un expert prétend qu'il avait mentionné la possibilité du péril, et qu'il n'a pas été écouté. Mais quel est l'expert en experts qui choisit les experts ? Il est des instances où des spécialistes différents des experts choisis n'ont, à tort, pas été consultés. Tel a été le cas, me semble-t-il, de l'évaluation du risque lié au tunnel autoroutier de Toulon.

La construction de ce tunnel de dix mètres de hauteur vient d'être arrêtée à la suite d'un éboulement. Le surcoût associé serait de 600 millions de francs : de difficiles négociations détermineront qui va payer.

Or la structure géologique des environs de Toulon était connue. Son interprétation est délicate, mais elle a été élucidée par un modèle proposé le siècle dernier, et un débat en 1963 à la Société géologique de France a éclairé la question. Pour comprendre cette structure, remontons 40 millions d'années : à cette époque, la plaque ibérique s'est rapprochée de l'Europe en provoquant, par compression, la formation



Charriage de terrains anciens (Nappe du Cap Sicié) sur des terrains plus récents.

de la chaîne des Pyrénées qui se prolongeait à l'époque en Méditerranée et passait au Sud de Toulon. L'écorce terrestre s'est cassée et un compartiment de quelques centaines de kilomètres cubes s'est avancé d'au moins dix kilomètres vers le Nord. Ce phénomène tectonique relativement banal a évidemment eu d'importantes conséquences mécaniques sur les roches le long de la faille de charriage.

Les bouleversements ont été spectaculaires, car ils ont amené des roches schisteuses d'âge primaire (appartenant à la vieille chaîne hercynienne) sur des sédiments d'âge secondaire beaucoup plus jeunes. Ce chevauchement ne se fait pas selon un plan net, mais sur une épaisseur d'une centaine de mètres, elle-même découpée par de nombreuses failles secondaires.

Les propriétés mécaniques des roches ont été modifiées : le matériau est instable, «manque de tenue», d'autant que la composition des terrains est à dominante argileuse et les accidents dans ce type de substrat sont fréquents.

Or le tunnel construit à Toulon traverse la zone de la faille de charriage. Ainsi le responsable de la catastrophe est clairement «la faille de chevauchement de la nappe du Cap Sicié».

L'exemple tragique, mais heureusement en termes financiers seulement, montre que les considérations géotechniques, tout à fait indispensables dans ce type d'ouvrages, doivent être précédées par une étude géologique minutieuse. Dans ce cas extrême, des géologues structuraux spécialisés auraient pu prévoir la grande complexité du sous-sol toulonnais et attirer l'attention des entreprises et du maître d'œuvre sur les difficultés à attendre.

Depuis 20 ans, un «Comité technique des grands barrages» contrôle les étapes de la construction des barrages. Il a montré son efficacité. Je recommanderais bien

volontiers la création d'un comité indépendant de même nature pour les tunnels. En profitant des compétences des géologues.

Le chantier de Toulon est une nouveauté : c'est le premier exemple d'un tunnel à si faible profondeur dans des terrains très perturbés et, de surcroît, sous une ville. C'est un miracle que l'effondrement du tunnel n'ait fait aucune victime. La faille était double : géologique et de raisonnement. Aujourd'hui l'homme réalise des travaux de plus en plus ambitieux, défiant les pièges de la nature. La leçon de Toulon sera retenue.

Maurice MATTAUER



Carotte de sondage dans les gypses du Trias (220 millions d'années) dans la région de Toulon. Ces gypses se trouvent sous des terrains du Permien (250-270 millions d'années), du Carbonifère (290-300 millions d'années) et du Paléozoïque (400-550 Ma).

Bactéries thermophiles

Ces enzymes résistent aux températures et aux pressions élevées.

Des sources hydrothermales sous-marines, dont certaines sont nommées «fumeurs noirs», jaillit une eau dont la température varie entre 100 et 400 °C. Autour de ces fumeurs noirs, les organismes adaptés aux conditions extrêmes abondent. Guy Hervé et son équipe du Laboratoire de biochimie des signaux régulateurs cellulaires et moléculaires étudient les bactéries hyperthermophiles, dont les enzymes résistent aux températures élevées.

Parmi les micro-organismes proches des fumeurs noirs, vivent des archéobactéries, que certains biologistes considèrent comme des bactéries primitives, ancêtres des bactéries actuelles. Au contraire, d'autres pensent que ce sont des bactéries très évoluées, ayant acquis