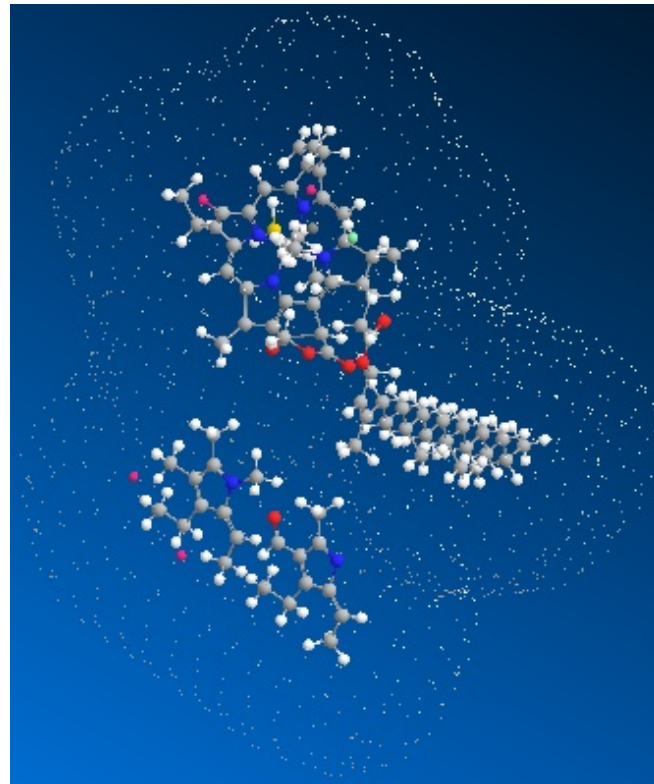
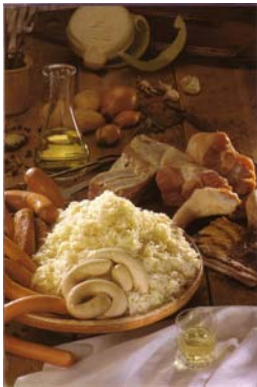


MOLECULAR GASTRONOMY

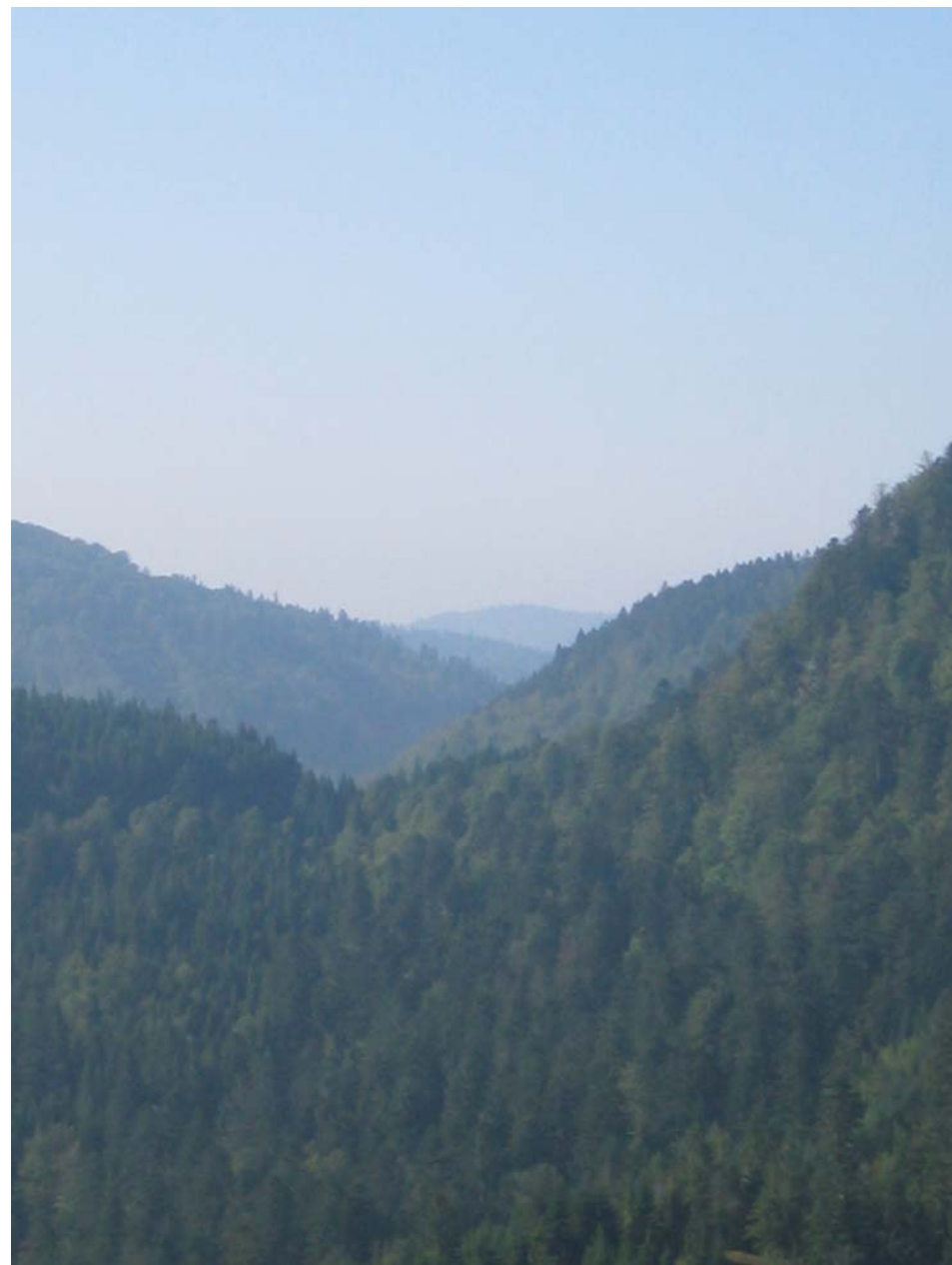
RECENT RESULTS AND MORE

2007



I propose this way:

1. Phenomena!
2. Question of methods
3. Molecular Gastronomy
4. Particular questions, concepts
5. Technological applications



1. Phenomena

2. Methods

Que faisons-nous?

- QUELLE EST LA QUESTION À LAQUELLE JE NE PENSE PAS?
- QUELLE EST LA MÉTHODE À LA QUELLE JE NE PENSE PAS?
- DE GENNES, LEHN, ZEMB ET LES AUTRES
- COMMENT CONSTRUIRE UN LABORATOIRE?
- COMMENT FAIRE DE LA SCIENCE EXPÉRIMENTALE

3. Molecular Gastronomy

- "UN BON MOYEN POUR ATTEINDRE LA VÉRITÉ, C'EST DE PRÉFÉRER L'EXPÉRIENCE À N'IMPORTE QUEL RAISONNEMENT, PUISQUE NOUS SOMMES SÛRS QUE LORSQU'UN RAISONNEMENT EST EN DÉSACCORD AVEC L'EXPÉRIENCE IL CONTIENT UNE ERREUR, AU MOINS SOUS UNE FORME DISSIMULÉE. IL N'EST PAS POSSIBLE, EN EFFET, QU'UNE EXPÉRIENCE SENSIBLE SOIT CONTRAIRE À LA VÉRITÉ. ET C'EST VRAIMENT LÀ UN PRÉCEPTÉ QU'ARISTOTE PLAÇAIT TRÈS HAUT ET DONT LA FORCE ET LA VALEUR DÉPASSENT DE BEAUCOUP CELLES QU'IL FAUT ACCORDER À L'AUTORITÉ DE N'IMPORTE QUEL HOMME AU MONDE«
- GALILÉE (1564-1642)



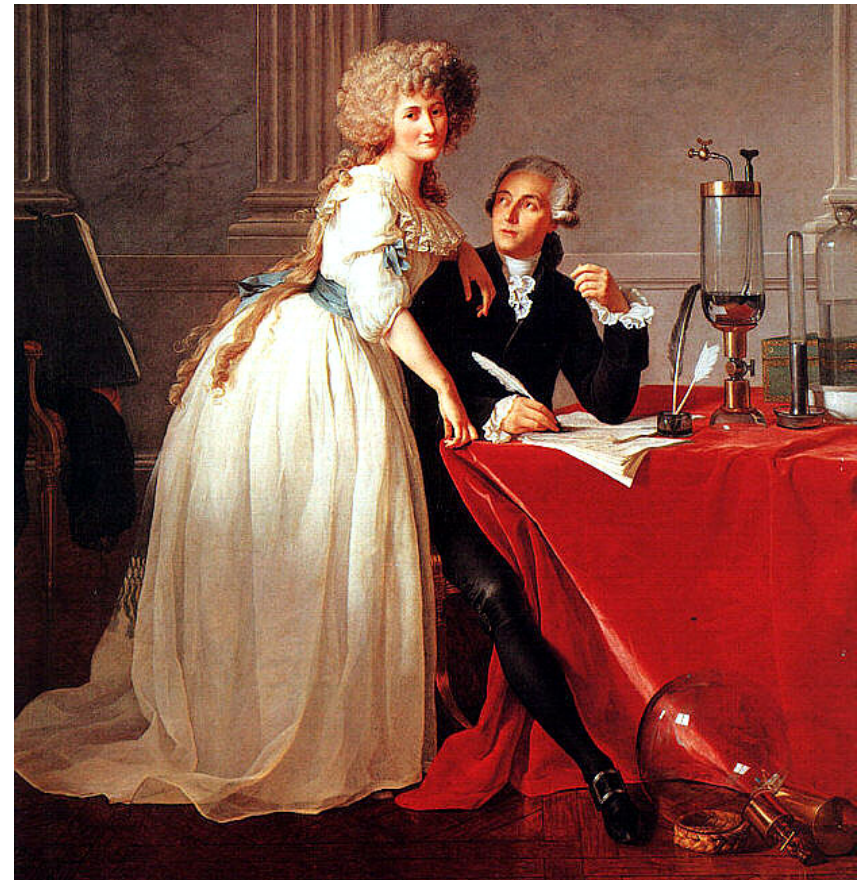
- "LA PHILOSOPHIE EST ÉCRITE DANS CE LIVRE IMMENSE PERPÉTUELLEMENT OUVERT DEVANT NOS YEUX (JE VEUX DIRE L'UNIVERS), MAIS ON NE PEUT LE COMPRENDRE SI L'ON N'APPREND PAS D'ABORD À CONNAÎTRE LA LANGUE ET LES CARACTÈRES DANS LESQUELS IL EST ÉCRIT. **IL EST ÉCRIT EN LANGUE MATHÉMATIQUE** ET SES CARACTÈRES SONT DES TRIANGLES, DES CERCLES, ET D'AUTRES FIGURES GÉOMÉTRIQUES, SANS L'INTERMÉDIAIRE DESQUELS IL EST HUMAINEMENT IMPOSSIBLE D'EN COMPRENDRE UN SEUL MOT".



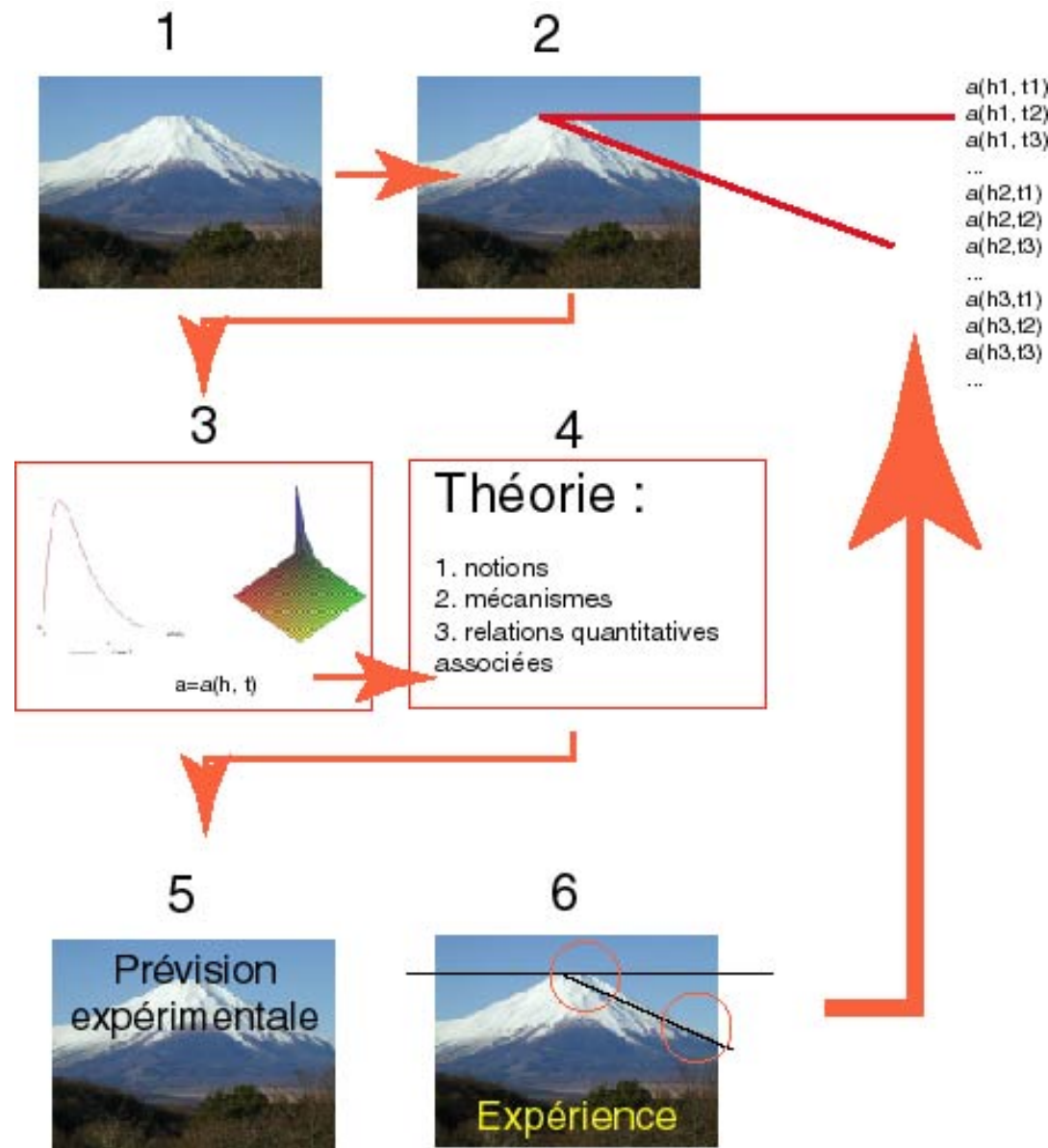
SCIENCE
(NATURAL PHILOSOPHY),
IT'S
LOOKING FOR MECHANISMES OF
PHENOMENA USING THE
EXPERIMENTAL METHOD!

Antoine Laurent de Lavoisier,
Traité de chimie :

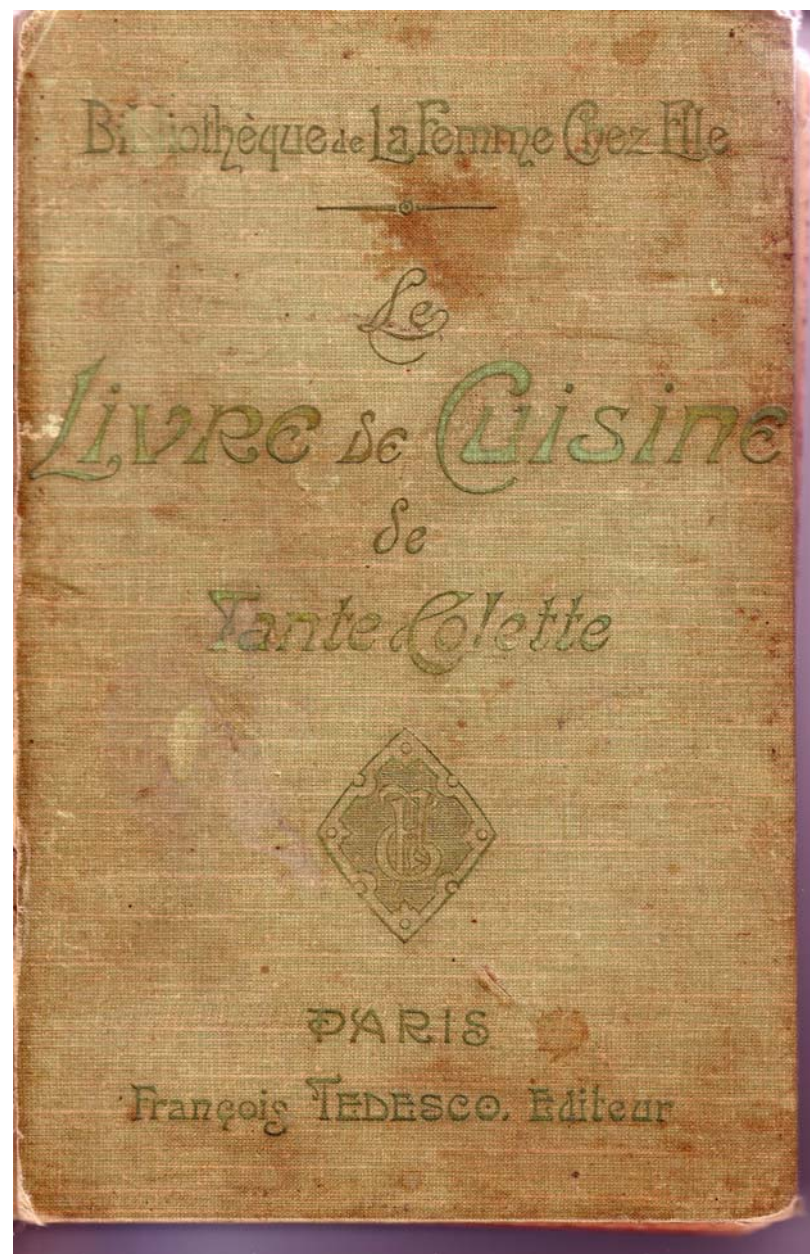
« L'impossibilité d'isoler la nomenclature de la science, et la science de la nomenclature, tient à ce que toute science physique est nécessairement fondée sur trois choses : la série des faits qui constituent la science, les idées qui les rappellent, les mots qui les expriment (...) Comme ce sont les mots qui conservent les idées, et qui les transmettent, il en résulte qu'on ne peut perfectionner les langues sans perfectionner la science, ni la science sans le langage » .



THE EXPERIMENTAL METHOD



HERE IS A
« MOUNTAIN »
OF
PHENOMENA...
BUT WHAT DOES
IT MEAN
EXACTLY?



blanc en poudre. Quand les poires sont cuites, ajoutez-y une cuillerée à bouche de gelée de groseilles. Laissez réduire la sauce, versez-la sur les poires et laissez refroidir.

Poires à la neige.

Pelez une douzaine de poires d'égale grosseur, faites-les cuire dans un peu d'eau et un bon verre de cognac. Quand elles sont tendres, retirez-les de la sauce et dressez-les dans un plat. Battez trois blancs d'œufs en neige et ajoutez-les à la sauce, que vous avez fait refroidir au préalable. Remettez ce mélange au feu ; faites donner deux bouillons, passez au tamis de soie et jetez sur les poires.

Décorez avec des cerises confites.

Poires suisses.

Beurrez un moule à timbale uni avec du beurre très frais, saupoudrez fortement le fond et les parois de sucre blanc en poudre, rangez au fond des quartiers de poires bien épluchés, recouvrez d'une couche de beurre très mince, d'une cuillerée de sucre en poudre et ainsi de suite, jusqu'à ce que le moule soit rempli. Faites cuire au bain-marie, démoulez et servez en versant sur la timbale de poires un peu de gelée de groseilles fondue ou en l'arrosant avec du kirsch.

Compote de poires.

Prenez une dizaine de poires de moyenne grosseur, pelez-les et mettez-les au fur et à mesure dans l'eau froide. Faites fondre ensuite à feu doux dans un poëlon 125 grammes de sucre en morceaux avec un peu d'eau : dès que le sucre est fondu, placez-y les poires, arrosez-les de jus de citron si vous désirez que les poires restent blanches ; si vous les préférez rouges, il ne faut pas ajouter de jus de citron, et il est indispensable de les cuire dans une casserole de cuivre étamé.

Faites cuire doucement, et, la cuisson terminée, placez les poires dans un compotier en coupant un peu du côté du nœud pour les faire tenir droites. Activez le feu, faites

réduire le sirop et versez-le sur les poires. On peut ajouter un grand verre de vin rouge pour y faire cuire les poires.

Omelette aux pommes.

Délayez 50 grammes de farine avec deux œufs entiers et deux jaunes ; ajoutez 100 grammes de beurre fondu et un verre et demi de lait, une prise de sel et deux prises de sucre fin. D'autre part, pelez quatre pommes de reinettes, coupez-les en deux, enlevez-en le cœur, coupez encore en deux. Faites chauffer dans la poêle deux cuillerées de beurre fin, adjoignez les pommes, que vous laissez cuire doucement dans le beurre ; quand elles seront cuites à point, vous y verserez l'omelette en remuant avec la fourchette pour bien mêler les pommes et la pâte ; faites cuire sur un feu doux et, de temps en temps, ménagez quelques petites crevasses pour activer la cuisson.

Quand l'omelette est suffisamment colorée d'un côté, saupoudrez-la d'un peu de sucre en poudre ; placez un plat rond sur l'omelette, renversez-la et glissez-la de nouveau dans la poêle du côté qui est saupoudré, et achevez la cuisson.

On peut également couper les pommes en tranches, cœur enlevé.

Pommes aux macarons.

Coupez quelques pommes en fines tranches que vous arrangez en couronne autour d'un plat creux, mais non profond. Saupoudrez de sucre blanc. Mettez dans le creux du plat quelques cuillerées de confitures d'abricots. Prenez une dizaine de macarons un peu vieux, très secs ; pilez-les finement, saupoudrez-en tout le plat. Mettez dessus quelques petits morceaux de beurre, et laissez cuire au four modéré pendant quinze ou vingt minutes. Tournez de temps en temps afin de bien faire cuire de tous les côtés et surveillez avec soin.

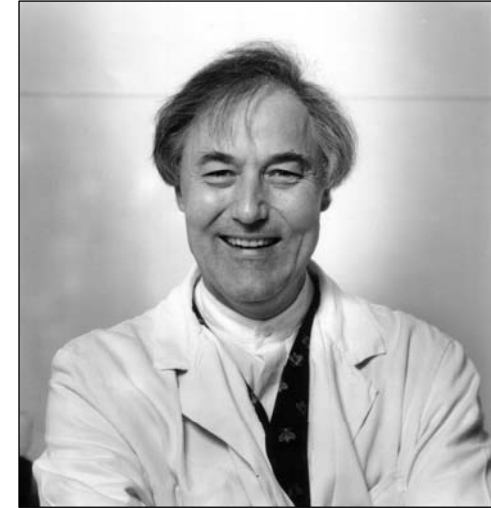
Pommes farcies aux marrons.

Pelez et parez les pommes. Enlevez le cœur et faites-les cuire au four en mettant sur chacune d'elles un petit mor-



1988 :

THE INITIAL PROGRAMME



(SORRY IT WAS A MISTAKE)

- 1. INVESTIGATE RECIPES
- 2. EXPLORE OLD WIFE TALES...
- 3. INVENT NEW DISHES
- 4. INTRODUCE NEW TOOLS, INGREDIENTS, METHODS
- 5. SHOW THAT SCIENCE IS WONDERFUL

Compote de poires.

Prenez une dizaine de poires de moyenne grosseur, pelez-les et mettez-les au fur et à mesure dans l'eau froide. Faites fondre ensuite à feu doux dans un poêlon 125 grammes de sucre en morceaux avec un peu d'eau : dès que le sucre est fondu, placez-y les poires, arrosez-les de jus de citron si vous désirez que les poires restent blanches ; si vous les préférez rouges, il ne faut pas ajouter de jus de citron, et il est indispensable de les cuire dans une casserole de cuivre étamé.

COOKING :

LOVE, POWER, MONEY...

ART

TECHNIQUE

2005 :

THE THREE OBJECTIVES OF MOLECULAR GASTRONOMY

- 1. EXPLORE “DEFINITIONS” AND “PRECISIONS”
- 2. EXPLORE THE ART COMPONENT OF COOKING
- 3 . EXPLORE THE SOCIAL COMPONENT OF COOKING

SCIENCE, TECHNOLOGY, TECHNIQUE

- MOLECULAR GASTRONOMY = SCIENCE (PRODUCING KNOWLEDGE)

- CULINARY TECHNOLOGY = LOOK FOR IMPROVEMENT OF COOKING, IN PARTICULAR THROUGH APPLYING NEW KNOWLEDGE FROM MOLECULAR GASTRONOMY

- COOKING = TECHNIQUE (MOLECULAR COOKING... AND OTHER TRENDS)

4. Particular Questions and Concepts

SCIENCE IN OUR TEAM?

1. CONCEPTUAL STUDIES

A QUANTITATIVE STUDY OF OLD WIFE TALES

DISPERSE SYSTEMS AND CDS FORMALISM

NPOS FORMALISM: HOW THE ART COMPONENT IS STUDIED

2. PARTICULAR QUESTIONS

CARROT STOCKS

GREEN VEGETABLES

MEAT STOCK

ARE WINE SAUCES MORE « BRILLIANT » WHEN THEY ARE SHAKED?

ONIONS IN SAUCES

GAS INFLUENCE ON FOAMS

FLAMBAGE

MARINADES

...

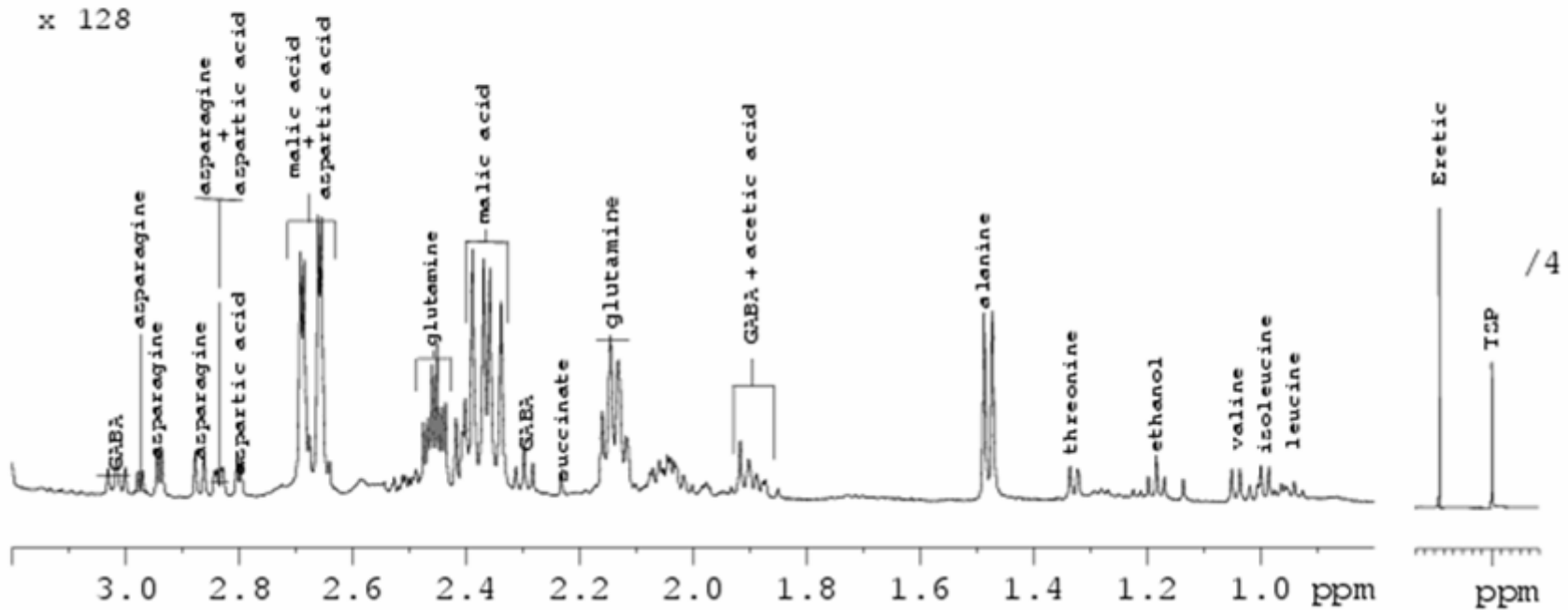
PARTICULAR QUESTIONS

CARROT STOCKS

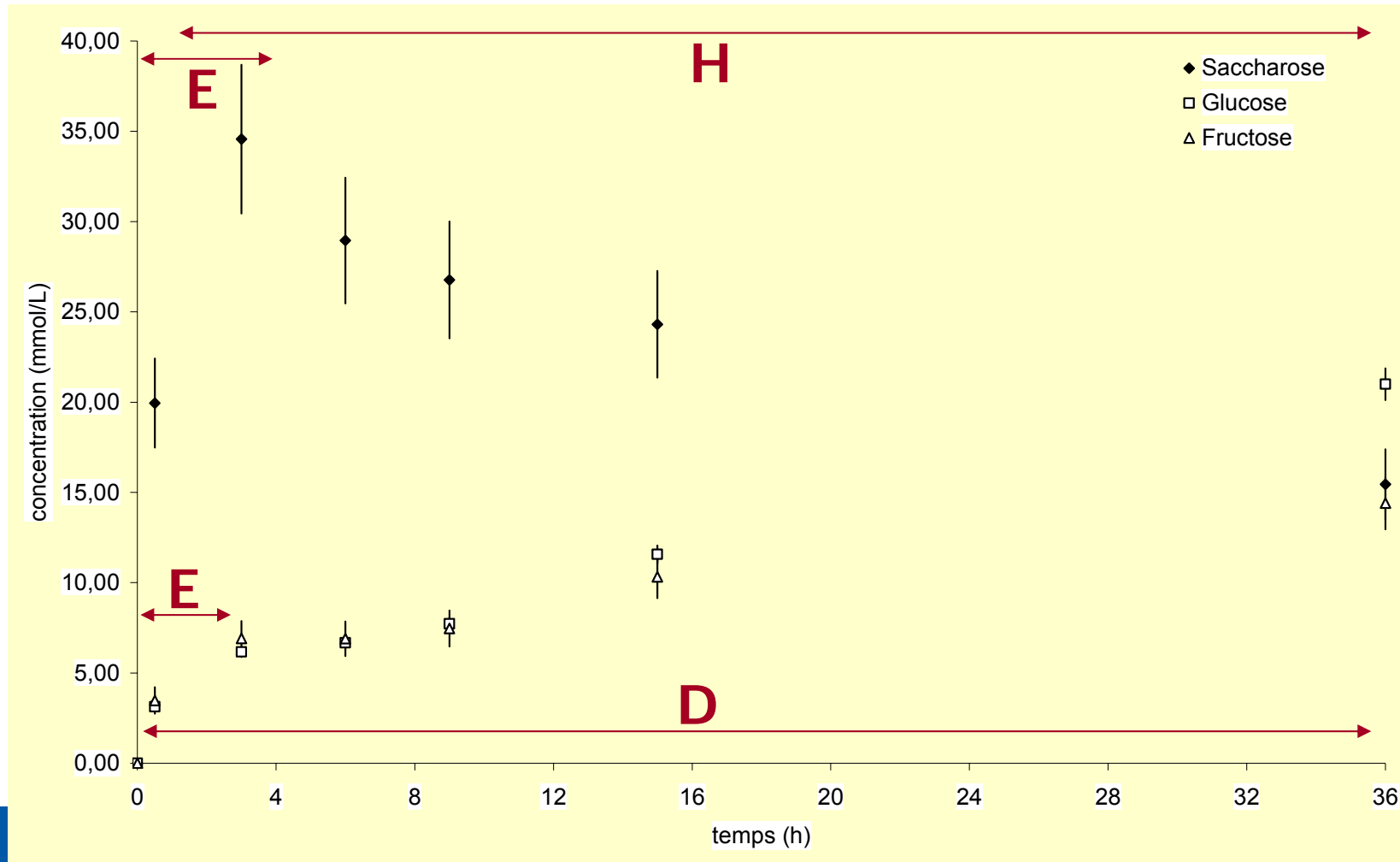




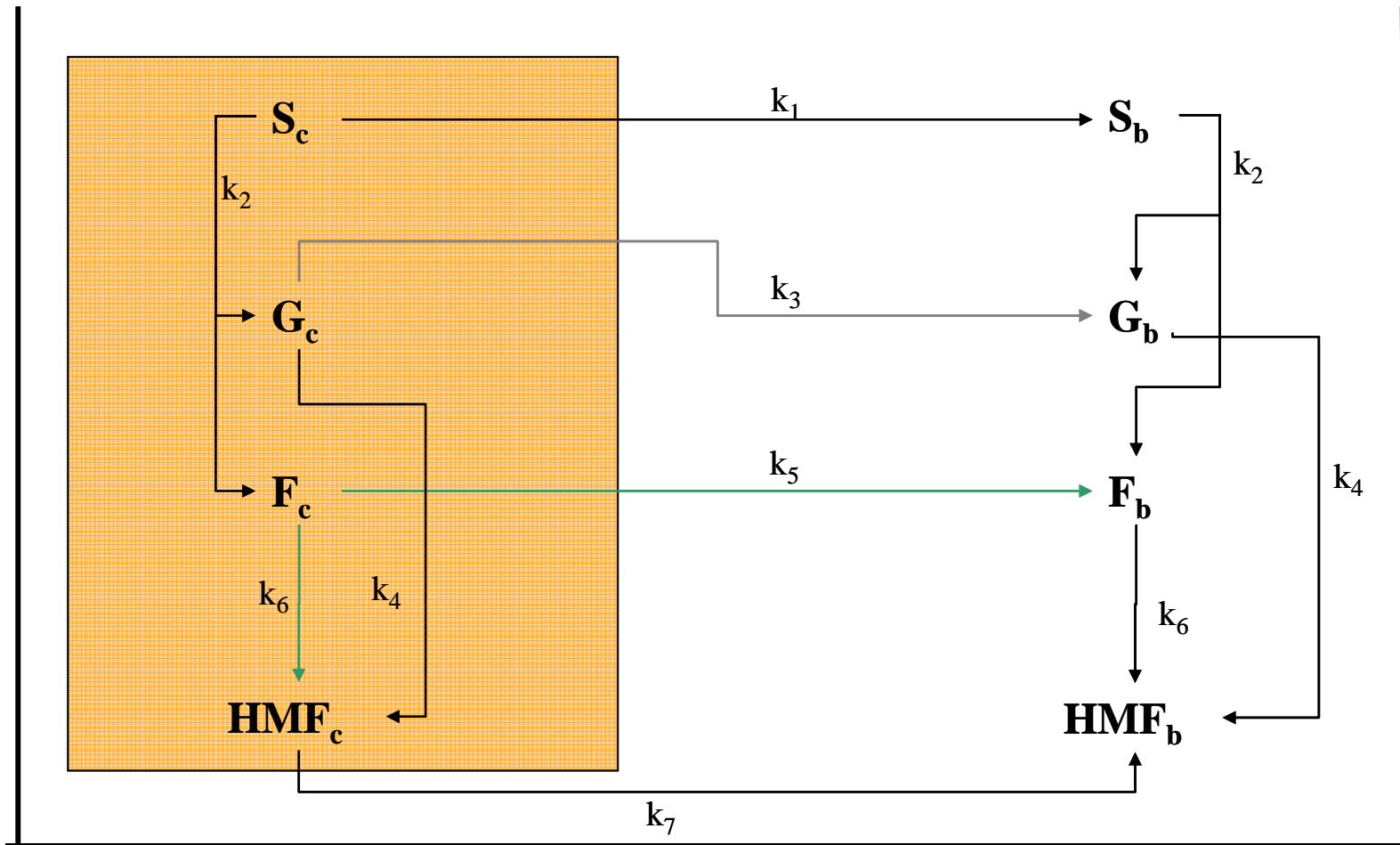
ANNE CAZOR, HERVÉ THIS, *SUCROSE, GLUCOSE AND FRUCTOSE EXTRACTION IN AQUEOUS CARROT ROOT EXTRACTS PREPARED AT DIFFERENT TEMPERATURES BY MEANS OF DIRECT NMR MEASUREMENTS*, JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 2006, 54, 4681-4686 (10.1021/JFO60144i).



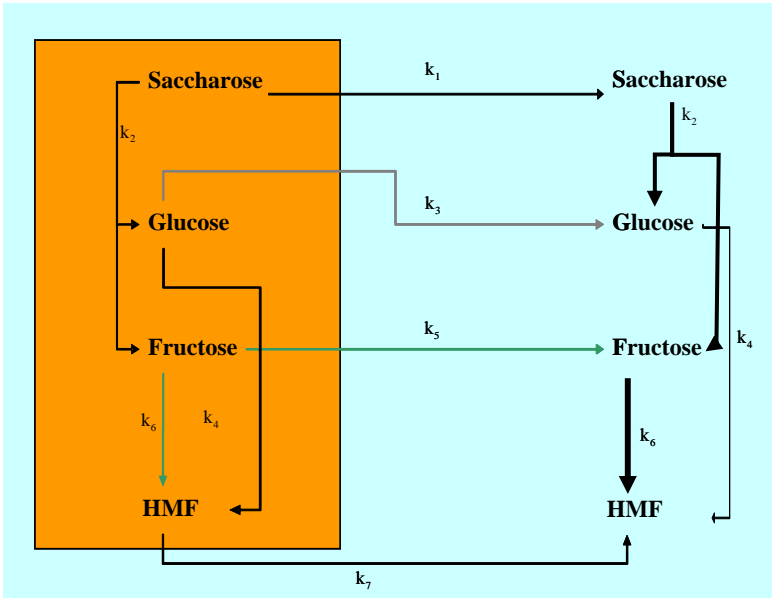
Évolution des sucres étudiée par q ^1H RMN



SUGARS IN ONE SLIDE



Modelling

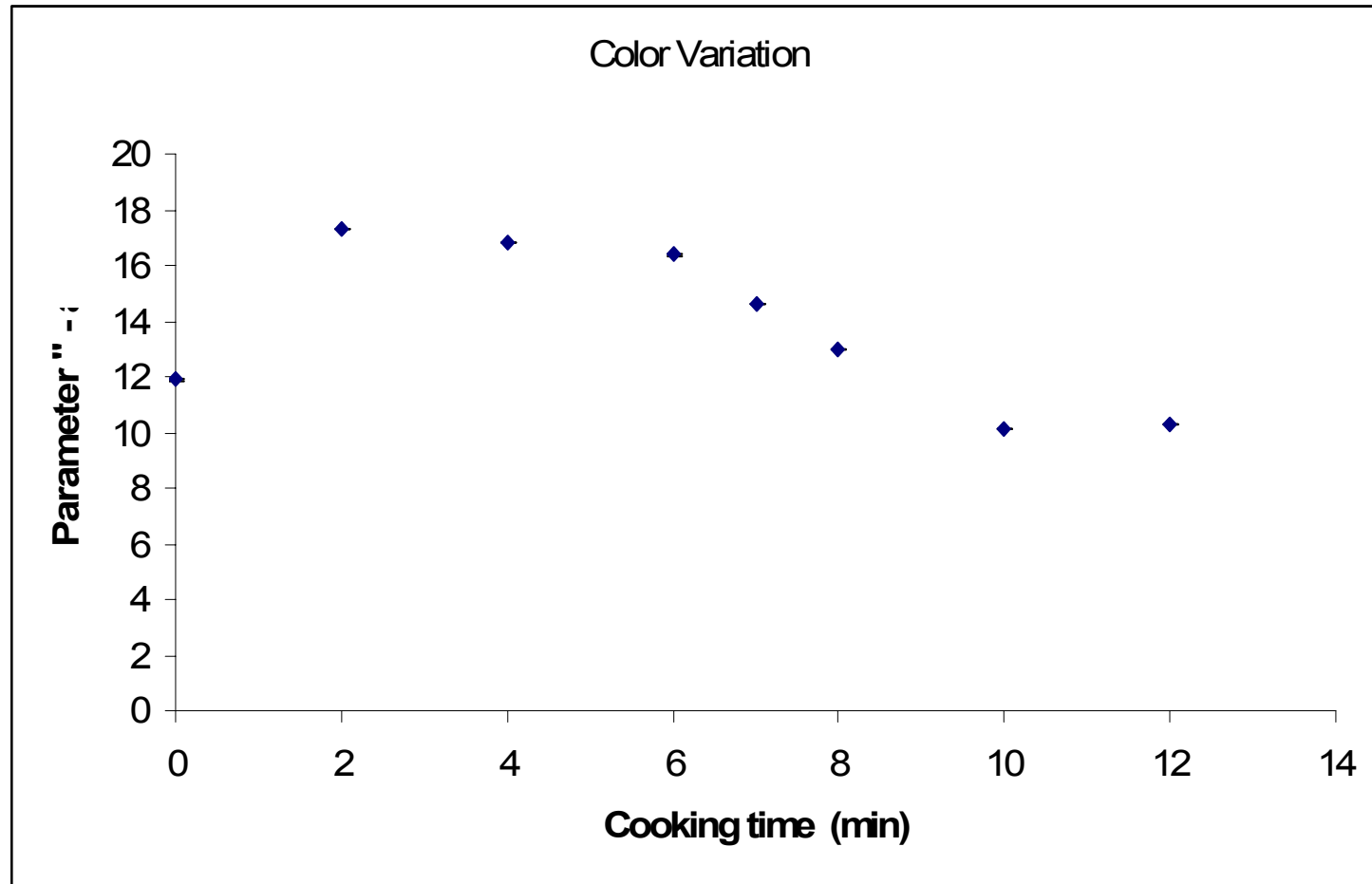


$t = 0$	t	$t+dt$
$Sc(0)$	$Sc(t)$	$Sc(t) - k_1Sc(t) - k_2Sc(t)$
$Gc(0)$	$Gc(t)$	$Gc(t) + k_2Sc(t) - k_3Gc(t) - k_4Gc(t)$
$Fc(0)$	$Fc(t)$	$Fc(t) + k_2Sc(t) - k_5Fc(t) - k_6Fc(t)$
0	$HMFC(t)$	$HMFC(t) + k_4Gc(t) + k_6Fc(t) - k_7HMFC(t)$
0	$Sb(t)$	$Sb(t) + k_1Sc(t) - k_2Sb(t)$
0	$Gb(t)$	$Gb(t) + k_3Gc(t) + k_2Sb(t) - k_4Gb(t)$
0	$Fb(t)$	$Fb(t) + k_5Fc(t) + k_2Sb(t) - k_6Fb(t)$
0	$HMFb(t)$	$HMFb(t) + k_7HMFC(t) + k_4Gb(t) + k_6Fb(t)$

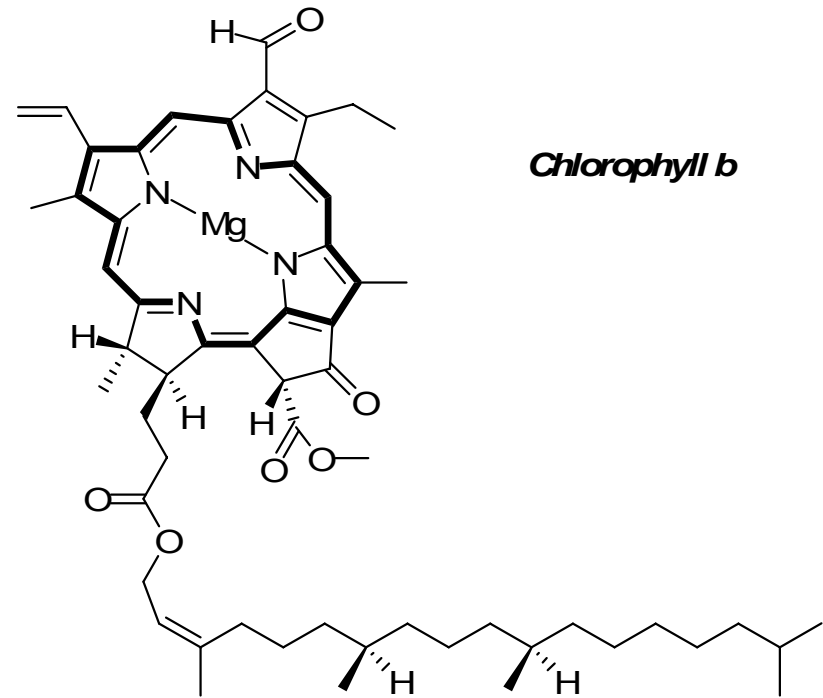
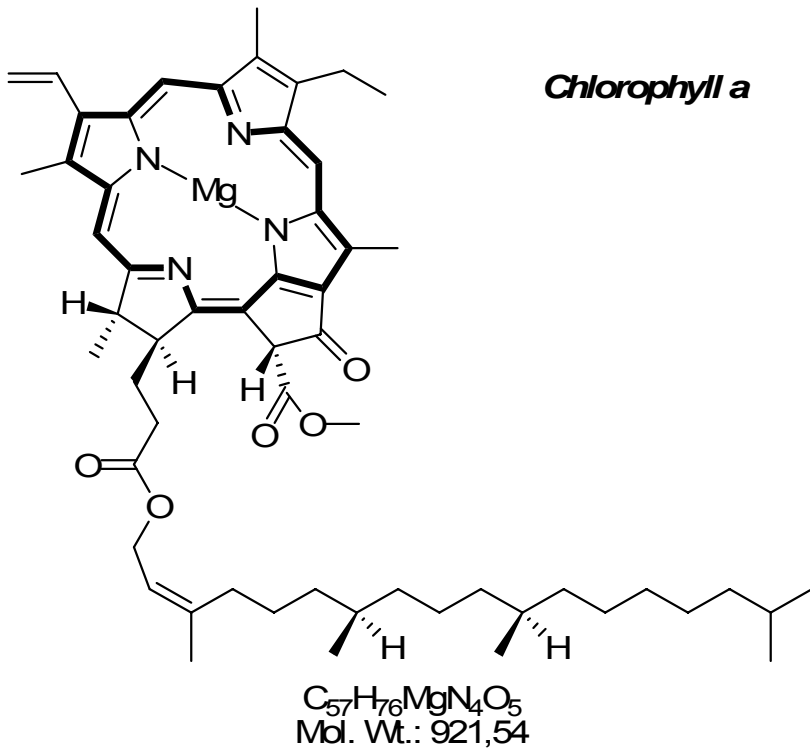
THE GREEN COLORS OF VEGETABLES



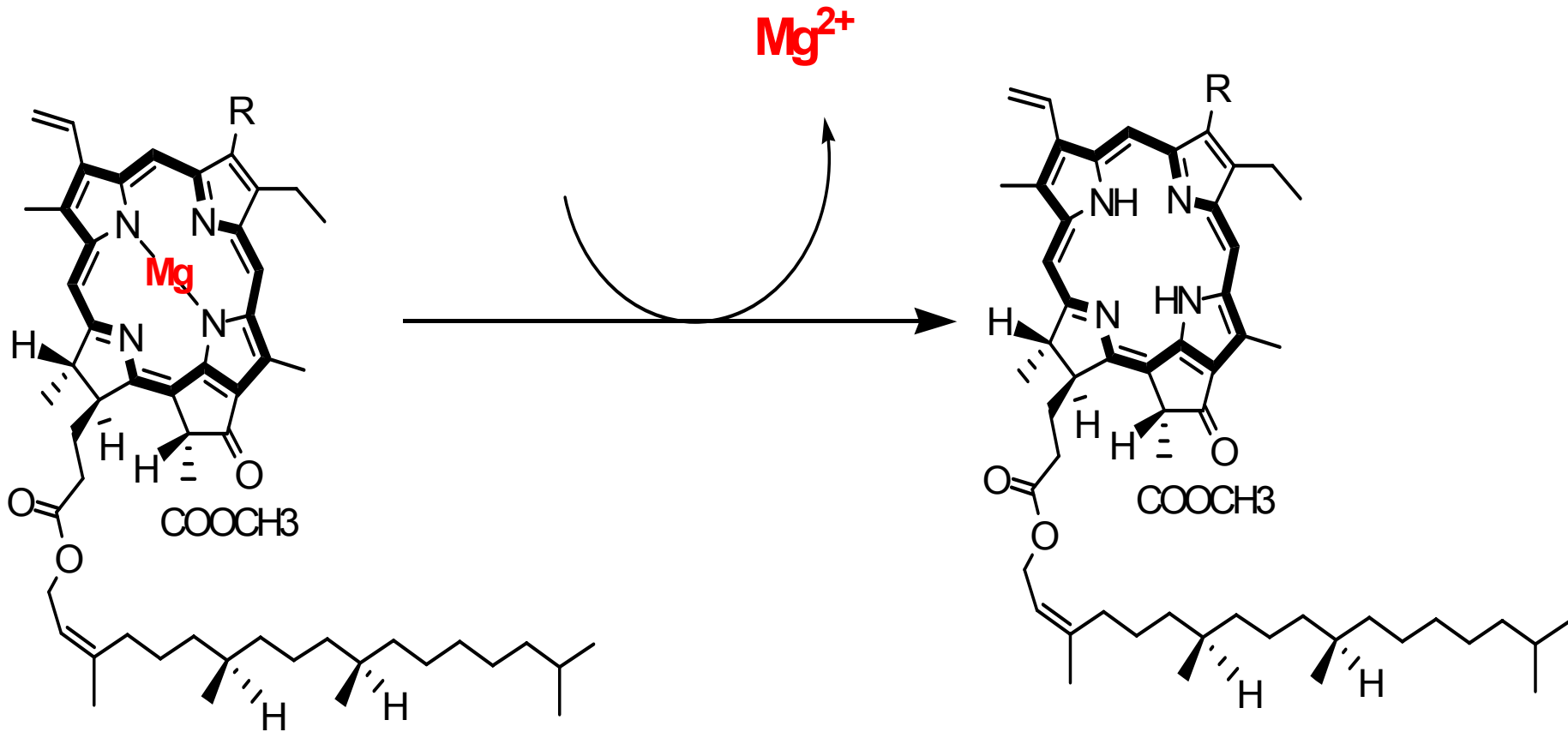
Culinary treatments have an effect on the color of green beans:



Chlorophyll**S** contribute...

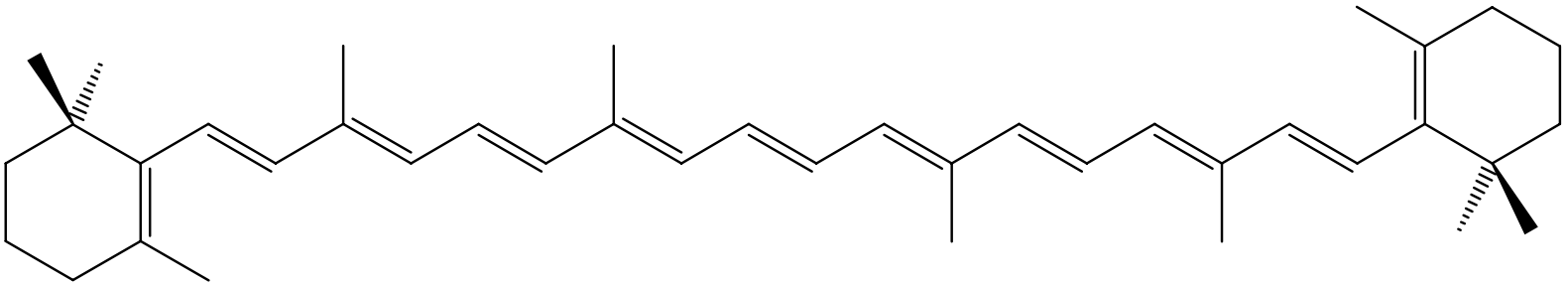


Pheophytinization?

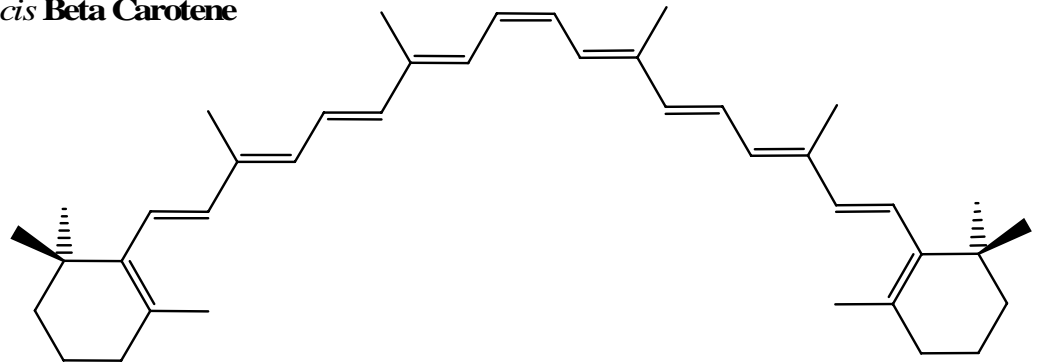


But other pigments also

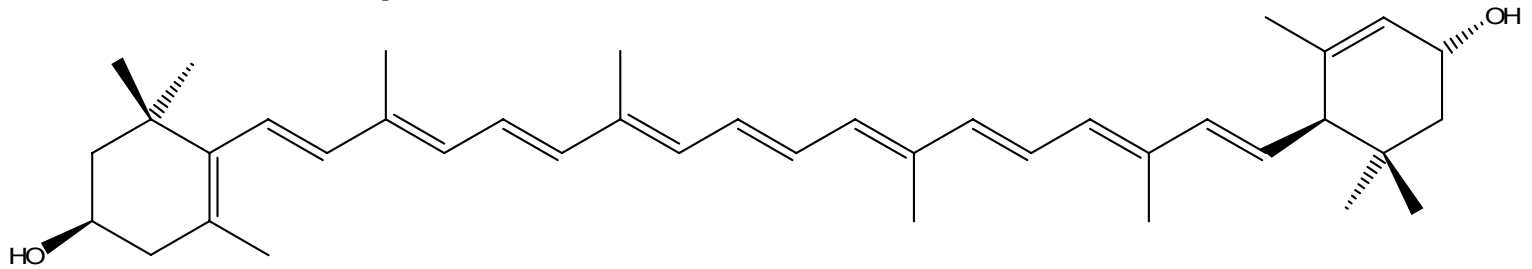
all trans **Beta Carotene**



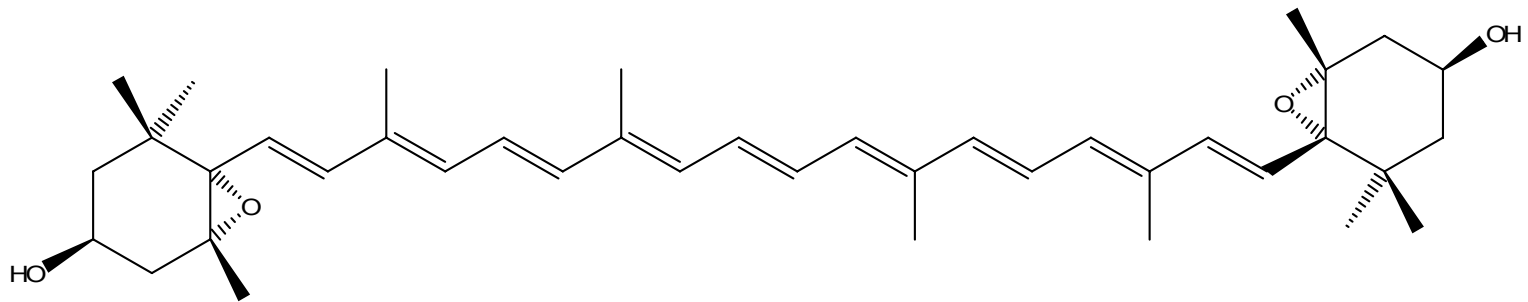
15-cis **Beta Carotene**



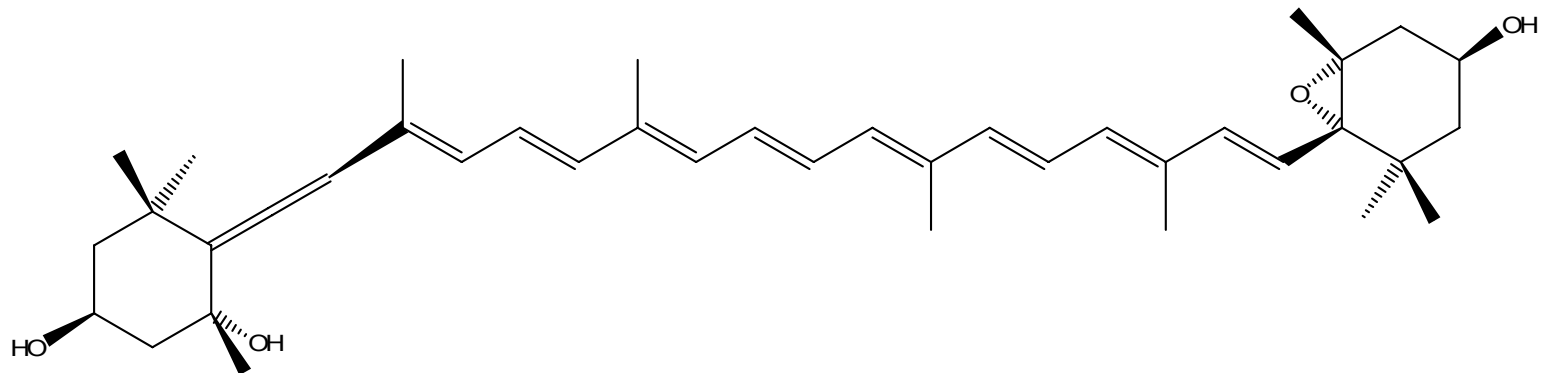
Lutein : (3R, 3'R, 6R) *Beta, Epsilon Carotene*, 3, 3' diol



Violaxanthin : (3S, 5R, 6S, 3'S, 5'R, 6'S) - 5, 6, 5', 6' - Diepoxy - 5, 6,5', 6', tetrahydro - beta, beta **Carotene** - 3, 3' diol.

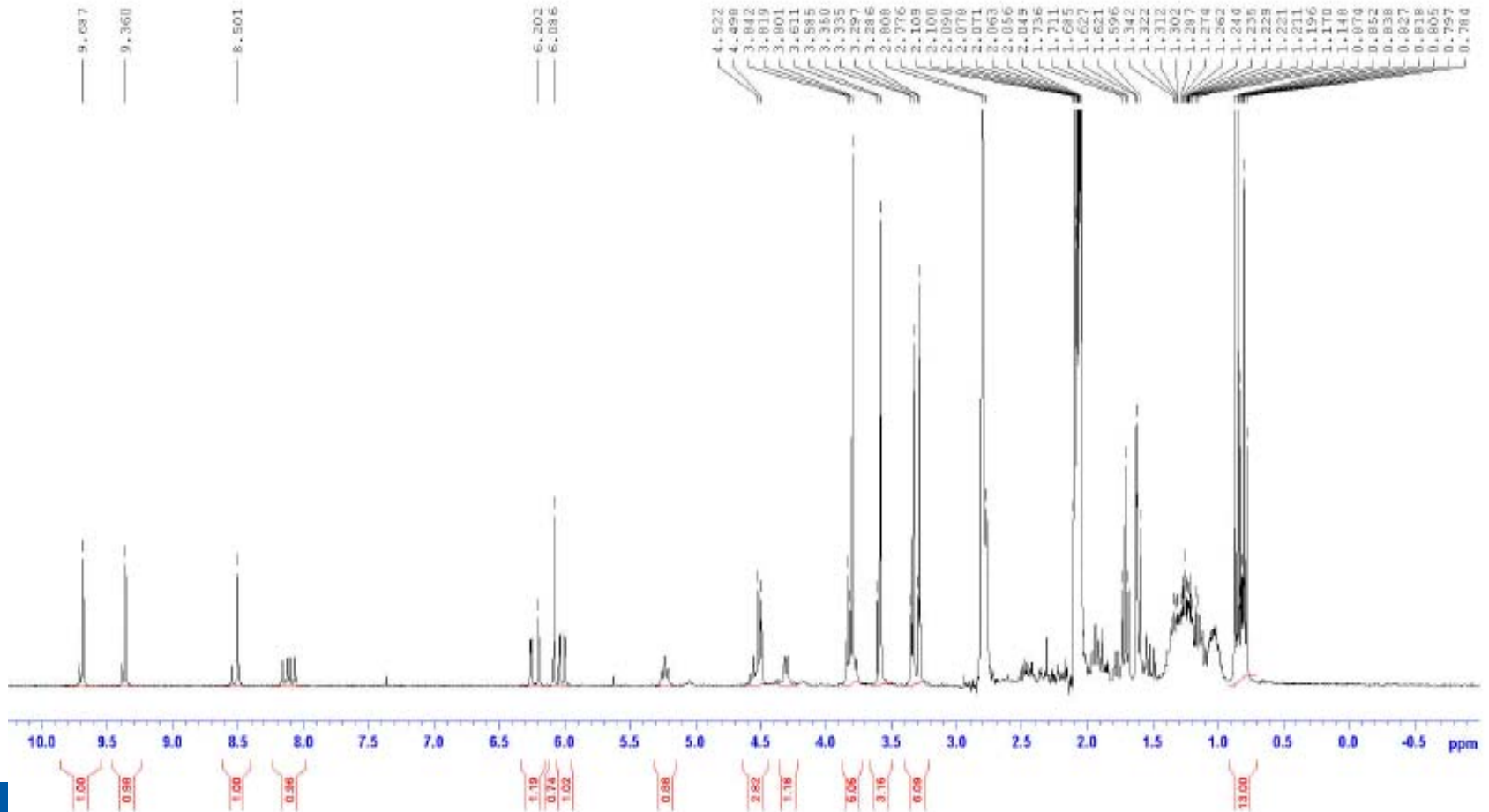


Neoxanthin : (3S, 5R, 6R, 3'S, 5'R, 6'S) - 5', 6' Epoxy - 6,7 didehydro - 5, 6, 5', 6' - tetrahydro - beta, beta **Carotene** - 3, 5, 5' - triol



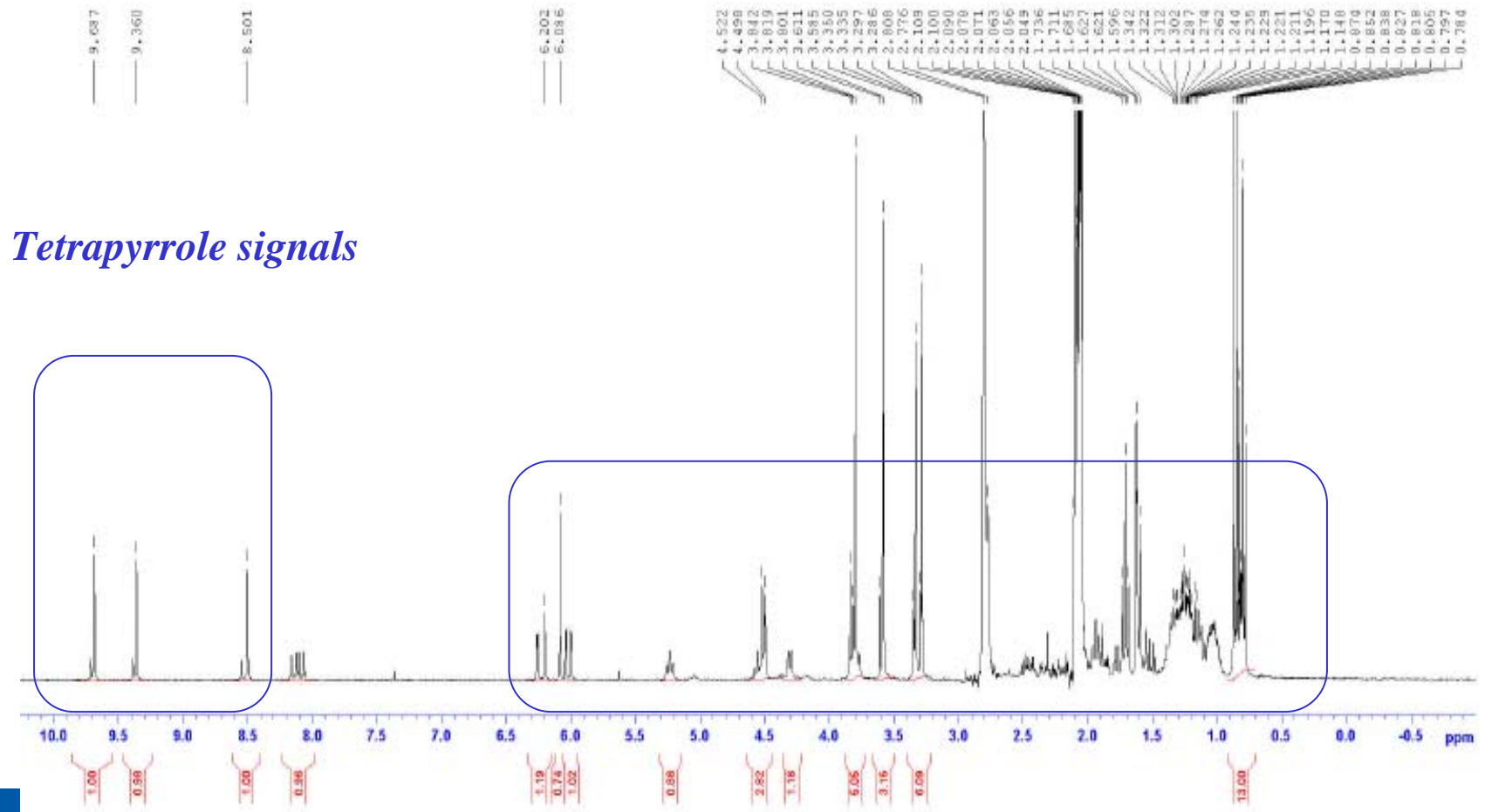
NMR Spectra of pigments and derivatives

Chlorophyll a:



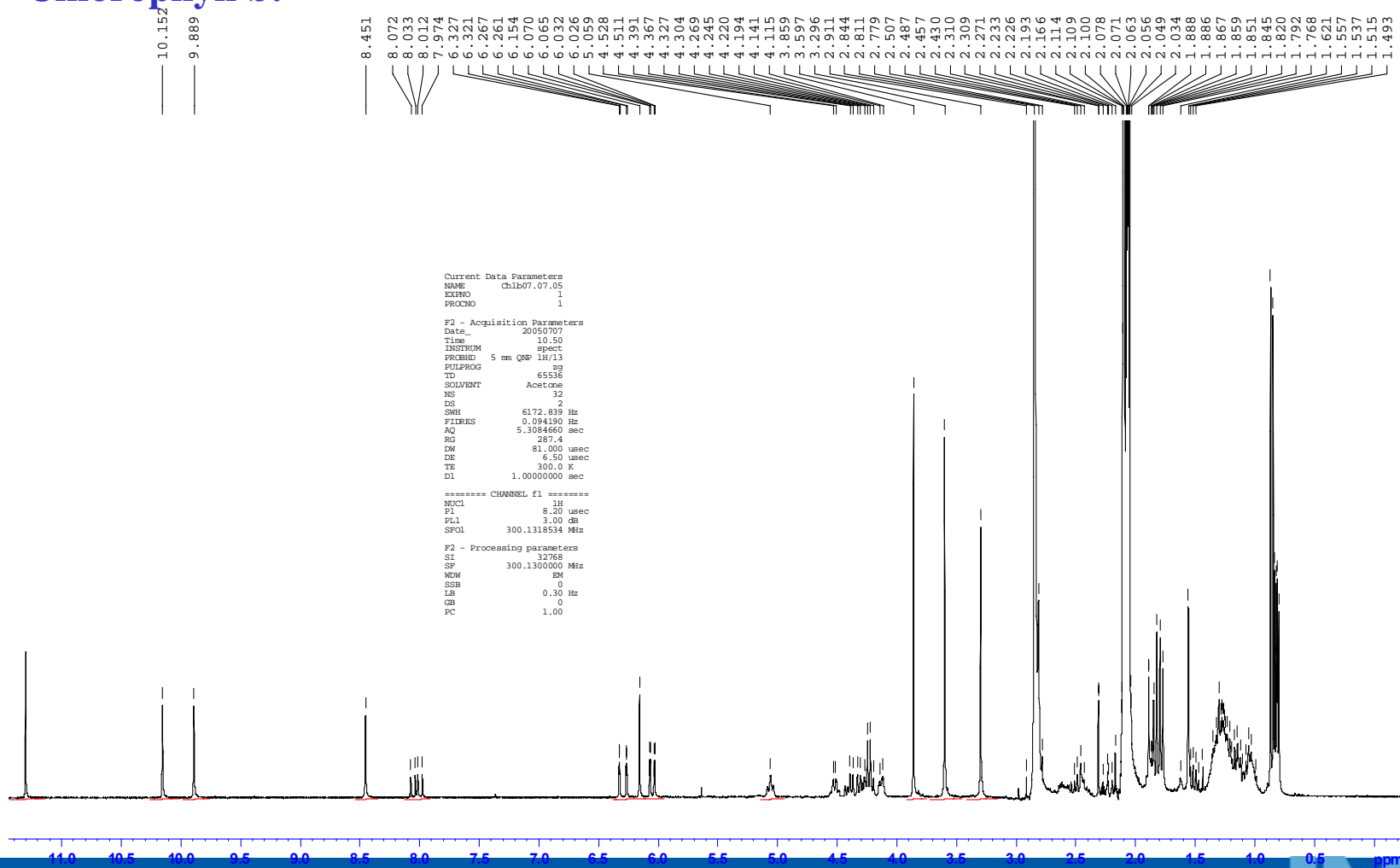
NMR Spectra of pigments and derivatives

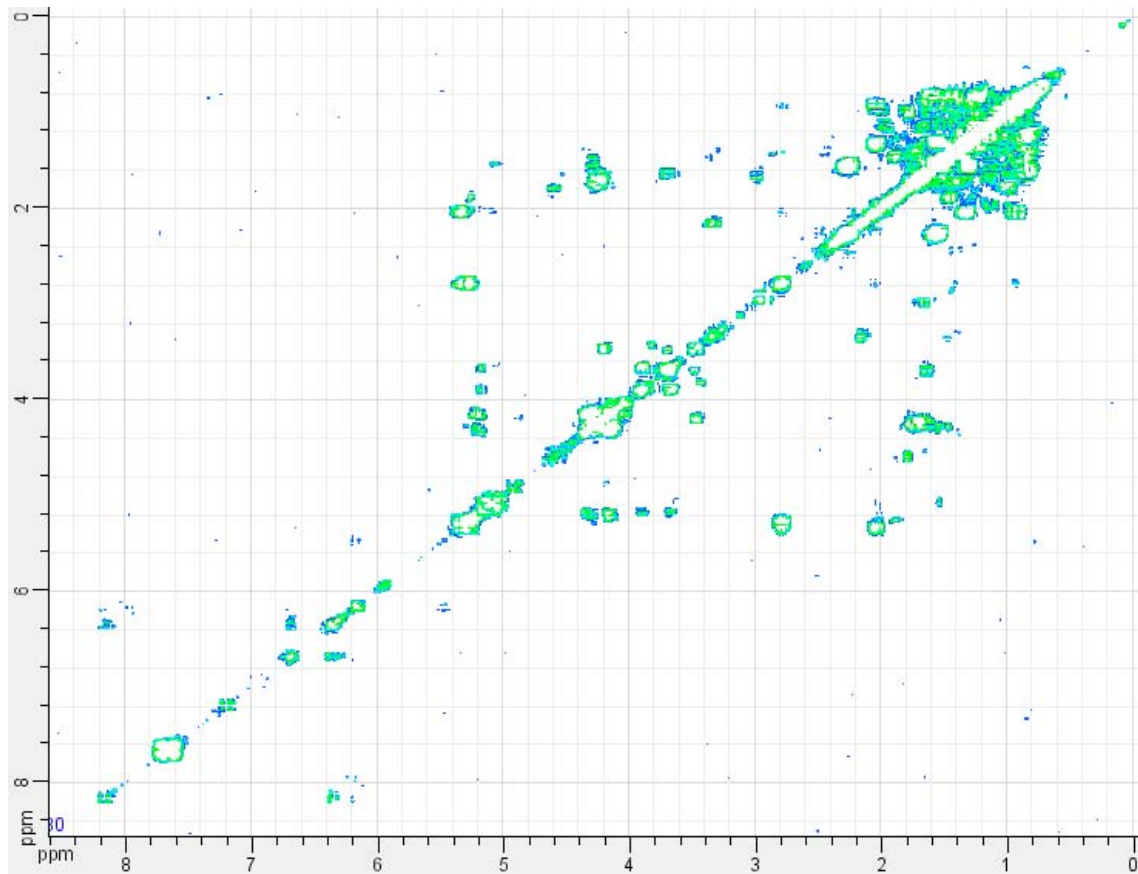
Chlorophyll a:



NMR Spectra of pigments and derivatives

Chlorophyll b:





- ^1H - ^1H COSY 2D NMR SPECTRUM (300 MHz, δ [PPM] FROM INTERNAL HMDSO) OF GREEN BEAN EXTRACT.

STOCK

A CHEMICAL HISTORY

(BUT ALSO, HOW CHEMISTRY,
PHYSICS, ETC. ARE ALL LINKED
IN MOLECULAR GASTRONOMY)

Marie-Antoine Carême, *L'art de la cuisine française au XIX e siècle*, Paris, De Kérangues et Pollies, 1981 (fac simile of the text published in 1847), tome 1, p.3 :

« In the houses of craftsmen, stock is the most nutritive food, in spite of what wrote the Journal Le Gastronomer. Women care about the pot, without knowing any chemistry; they only learnt from their mother how to do it. First they put meat in an earth pot, adding the necessary water (two litres of water for three ponds of beef meat); then they put the pot at the corner of the fire and, without knowing it, they make a chemical process. The pot heats slowly, heat of water increasing gradually, and dilating the muscular fibres of beef, so that it dissolves the gelatinous matter that is between them. By this way, with slow heat, scum is floating up slowly; osmazome, which is the tastiest part of meat, dissolving slowly, gives some unction to the liquid, and albumin, which is the scum producing part of muscles, dilates easily, goes up forming light scum. Thus, by the simple process of slow heating, the women obtain a nutritive and tasty stock, as well as a good and tender boiled meat”.

Some statistics

« Dans le ménage de l'artisan, le pot-au-feu est sa nourriture la plus substantielle, quoi qu'en puisse dire le journal intitulé *Le Gastronomer*. C'est la femme qui soigne la marmite nutritive, et sans avoir la moindre notion de chimie ; elle a simplement appris de sa mère la manière de soigner le pot-au-feu. D'abord, elle dépose la **viande dans une marmite de terre**, en y joignant **l'eau** nécessaire (**pour trois livres de bœuf deux litres d'eau**) ; puis **elle la place au coin de son feu**, et, sans s'en douter, elle va faire une action toute chimique. Sa marmite **s'échauffe lentement**, la chaleur de l'eau s'élève graduellement, et dilate du bœuf les fibres musculaires en dissolvant la matière gélatineuse qui y est interposée. **Par ce moyen de chaleur tempérée, le pot-au-feu s'écume doucement ; l'osmazome, qui est la partie la plus savoureuse de la viande, se dissolvant peu à peu, donne de l'onction au bouillon, et l'albumine, qui est la partie des muscles qui produit l'écume, se dilate aisément, et monte à la surface de la marmite en écume légère**. Ainsi, par le simple procédé d'avoir conduit doucement son pot-au-feu, la ménagère a obtenu un bouillon savoureux et nutritif, et un bouilli tendre et de bon goût. »

Useless: 58.5% ; definition: 1.5% ; precisions:40%

1674

- LSR, *L'art de bien traiter*^[1] : « Quand l'eau sera bien chaude, car je vous le dis par parenthèses, il ne faut jamais empoter à froid, mettez-y un gros trumeau de boeuf ».^[2]
- ^[1] Quoted in *L'art de la cuisine française au XVII e siècle*, Paris, Payot, 1995, p. 57.
- ^[2] « When water will be very hot, as I am telling you by parentheses, you should never put meat in cold water, add a large trumeau of beef” .

1755

- 1755 : Menon, *Les soupers de la cour, ou l'Art de travailler toutes sortes d'aliments pour servir les meilleurs tables, suivant les quatre saisons*^[1]:
« Mettez dans une marmite de la ruelle de veau, tranches de boeuf, une poule, une ou deux perdrix suivant la quantité que vous voulez faire de consommé ; passez le tout sur le feu en le retournant dans la marmite jusqu'à ce qu'il soit un peu coloré & qu'il commence à s'attacher, mouillez avec du bon bouillon clair & bien chaud, faites bouillir ».^[2]
- ^[1] Menon, *Les soupers de la cour*, Paris, Guillyn, 1755, tome 1, p. 65.
- ^[2] « Put in a pan some veal meat, slices of beef, one chicken, one or two partridges according the quantity of consommé that you want to prepare; cook by mixing the ingredients until they have some colour and they begin to stick to the pot, add some good clear and hot stock, and bring to the boil”.

1825

- Brillat-Savarin, *La physiologie du goût* : « Pour avoir de bon bouillon, il faut que l'eau s'échauffe lentement, afin que l'albumine ne coagule pas dans l'intérieur avant d'être extraite ; et il faut que l'ébullition s'aperçoive à peine, afin que les diverses parties qui sont successivement dissoutes puissent s'unir intimement et sans trouble. »[\[1\]](#)
- [\[1\]](#) « In order to get some good stock, water has to be heated slowly, so that albumin does not coagulate inside the meat before being extracted ; and the liquid should be at the limit of boiling, so that the various parts that are successively dissolved can unite intimately and without turbidity” .

1838

- B. Albert, *Le Cuisinier parisien*^[1]: « Toute viande est composée principalement de fibres, de graisse, de gélatine, d'osmazome et d'albumine. Les fibres sont insolubles, elles constituent presque seules ce qui reste de la viande lorsqu'elle a subi une longue ébullition. La graisse est soluble par l'ébullition, mais comme elle est enveloppée dans les cellules fermées par une membrane très fine, qui ne se dissout pas, une partie de la graisse se retrouve toujours adhérente aux fibres ; l'autre partie surnage sur le bouillon, c'est celle qui s'est échappée des cellules qui n'étaient pas entières ou qui ont été brisées par l'ébullition. La gélatine est soluble, c'est la base et la partie nourrissante du bouillon; c'est elle qui, lorsqu'elle est abondante, fait prendre le bouillon en gelée en refroidissant. L'osmazome, qui est soluble même à froid, est ce qui donne au bouillon sa saveur et son parfum. L'albumine est de même nature que le blanc d'oeuf ; elle est soluble dans l'eau froide ou tiède et se coagule comme cette substance à un degré de chaleur inférieur à celui de l'eau bouillante. D'après cette propriété de l'albumine, il est évident que si on mettait la viande dans la marmite lorsque l'eau bout ou si on faisait bouillir l'eau avec rapidité, l'albumine se coagulant, dans le premier cas, à la surface et dans le second à l'intérieur de la viande, empêcherait la gélatine et l'osmazome de se dissoudre dans l'eau, et on n'obtiendrait qu'un bouillon peu substantiel et sans parfum. Cet effet, c'est-à-dire la coagulation de l'albumine à l'intérieure de la viande, a toujours lieu plus ou moins, selon la grosseur des morceaux, parce que les points éloignés de la surface acquerront toujours le degré de chaleur qui coagule l'albumine avant qu'elle soit entièrement dissoute ; ce qui le prouve, c'est que lorsqu'on met dans la marmite une forte pièce de boeuf, on la retire toujours moins épuisée et plus savoureuse qu'une petite ».^[2]

[1] B. Albert, *Le cuisinier parisien*, Paris, Ledentu, 1838, p. 29.

- [2] « All meat is primarily made of fibres, fat, gelatine, osmazome and albumin. Fibres are insoluble, they constitute almost all what remains from meat when it has been cooked for a very long time. Fat is soluble through boiling, but as it is wrapped in the closed cells by a very thin membrane, that cannot be dissolved, part of the fat sticks always to the fibres; the other part floats on the stock, it comes from cells that were not intact or that were dissociated by boiling. Gelatine is soluble, it is the nutritive part of stock; it is gelatine, which, when abundant, causes jellification of stock on cooling. Osmazome is soluble even in cold water and gives to stock its taste and odour. Albumin is of the same nature as egg white; it is soluble in cold or lukewarm water and coagulates like this substance at a heat degree lower than boiling water. Because of this property of albumin, it is obvious that if meat were put in the pot when water boils or if water is brought to the boil rapidly, albumin coagulation, in the first case, at the surface and in the second inside the meat, would prevent gelatine and osmazome dissolution in water, so that the stock would have poor nutritive and odour qualities. This effect, of albumin coagulation inside the meat, always takes place, more or less depending on the size of meat pieces, because part far from the surface will always be heated to the degree where albumin is coagulated before it is dissolved; a good demonstration of this fact is that, when a large piece of beef meat is put in the pan, it is always less extracted and more flavourful than a small one”.

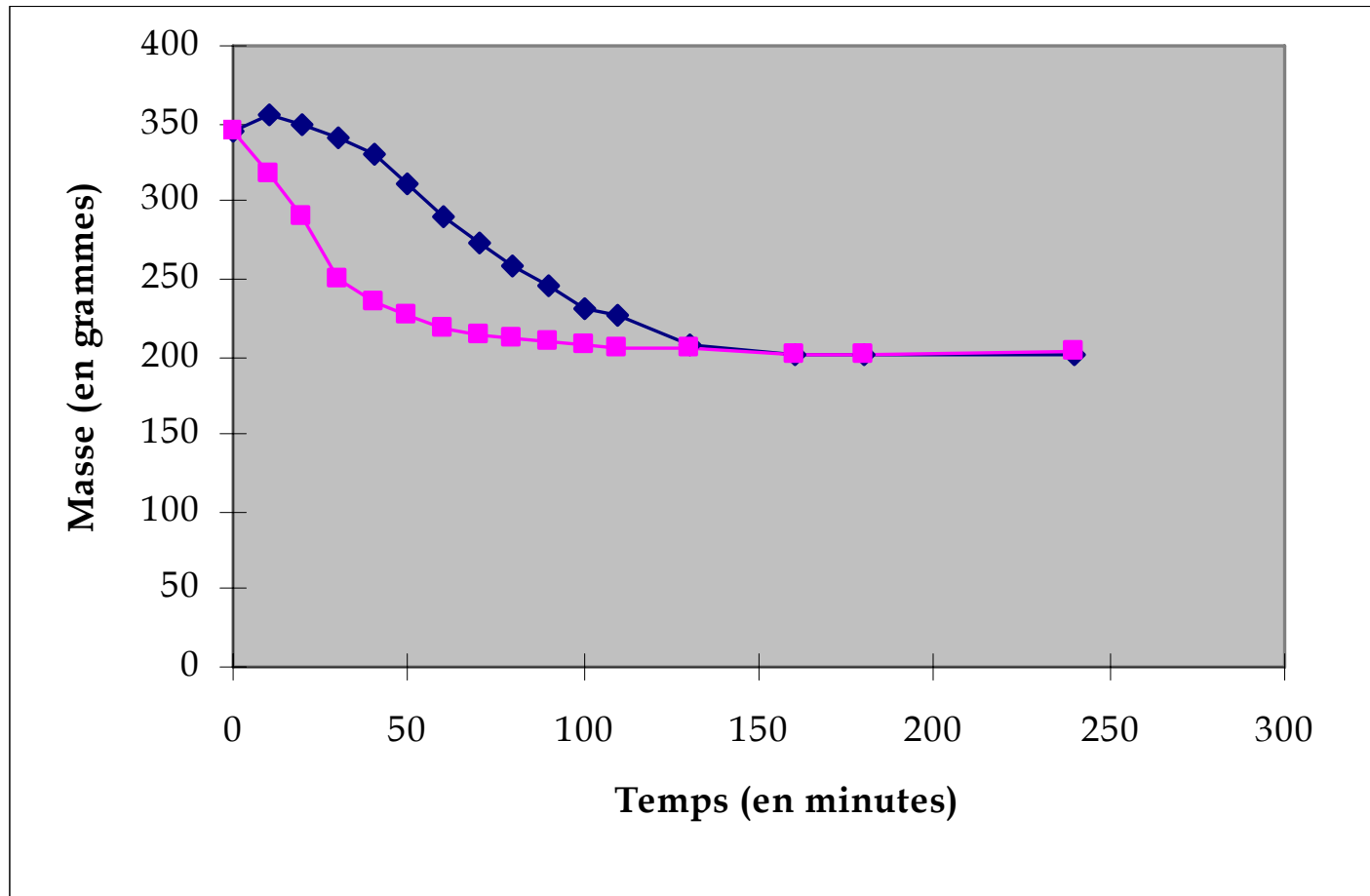
1890

- C. Durandeaup, *Guide de la bonne cuisinière*^[1]: « On placera la marmite sans la couvrir tout à fait sur un feu doux et régulier, pour faire écumer. Si le feu était ardent, la viande serait saisie, elle se resserrerait et les sucs qu'elle contient, au lieu de se répandre dans le bouillon, resteraient dans l'intérieur de la viande, qui, à la vérité, serait meilleure à manger, mais on tient autant au bouillon qu'à la viande ».^[2]
- ^[1] C. Durandeaup, *Guide de la bonne cuisinière*, Paris, Vermot, 1890, p. 21.
- ^[2] « The pan should be put on a slow fire, so that scum can be eliminated. If heating were too violent, meat would be cooked, it would shrink and juices that it contains, instead of going into stock, would stay in the meat; the latter would be good, but one appreciates generally as much stock as meat”.

« Le bouillon doit venir à l'ébullition très lentement sinon "l'albumine coagule, se durcit ; l'eau n'ayant pas eu le temps nécessaire de pénétrer la viande, empêche la partie gélatineuse de l'osmazome de s'en dégager. »

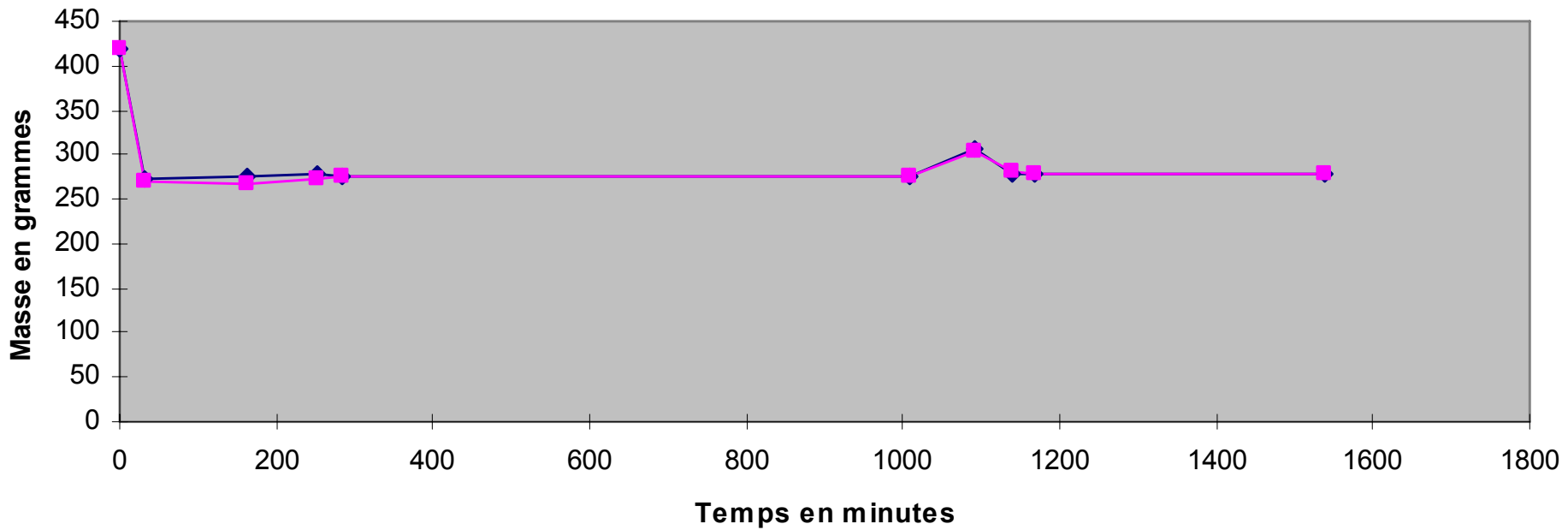


What should be the conclusion when you observe the contrary of the theory?



A « thermal sponge »

Premier bouillon, avec arrêt et reprise



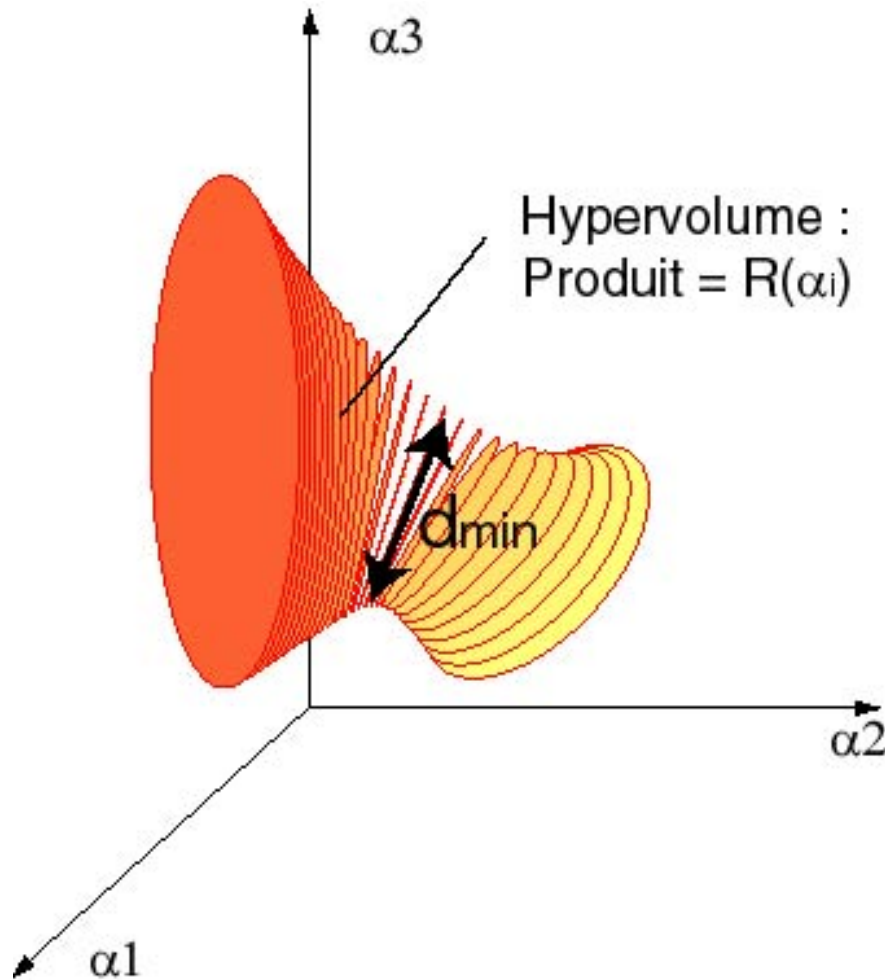
WHY DO PRECISIONS ARISE?

The assumption of failure possibility

The recipe R is a function of variables :
times (t1, t2...), temperatures (T1, T2...),
ingredients (m1, m2...), details of process
(p1, p2...).

$$P = R(t_1, t_2, \dots, T_1, T_2, \dots, p_1, p_2, \dots)$$

How is it possible to quantify the robustness of a recipe?



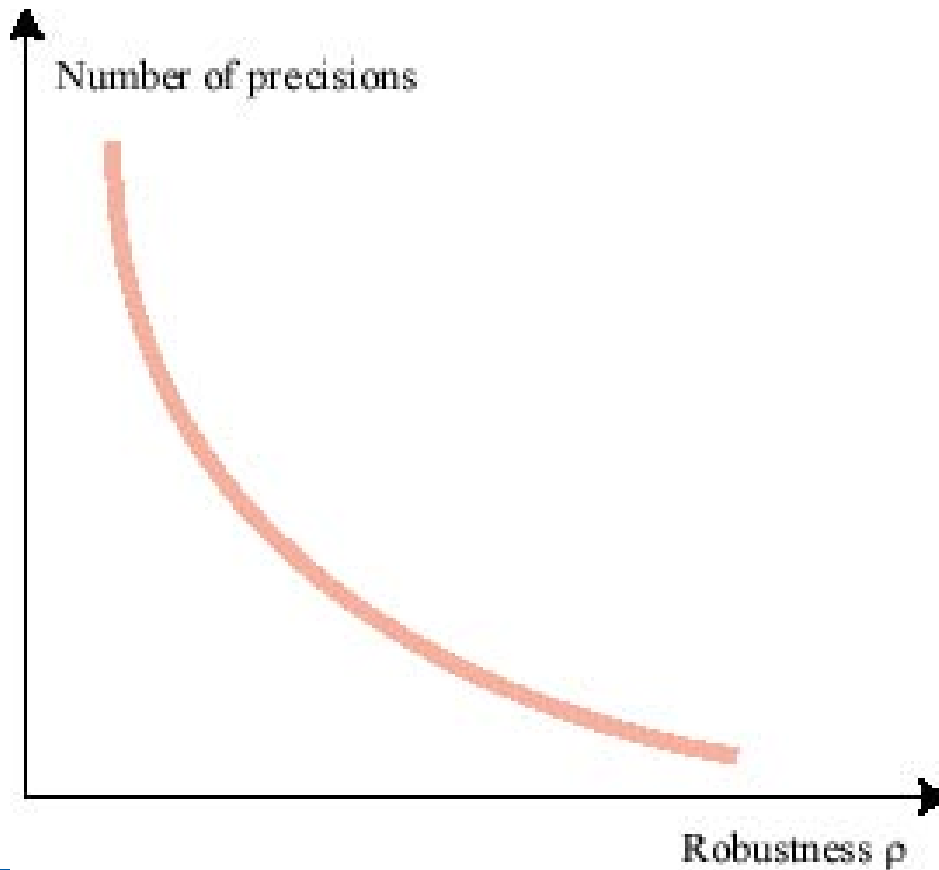
Robustness

$$\rho = d_{\min}$$

For a simple case:

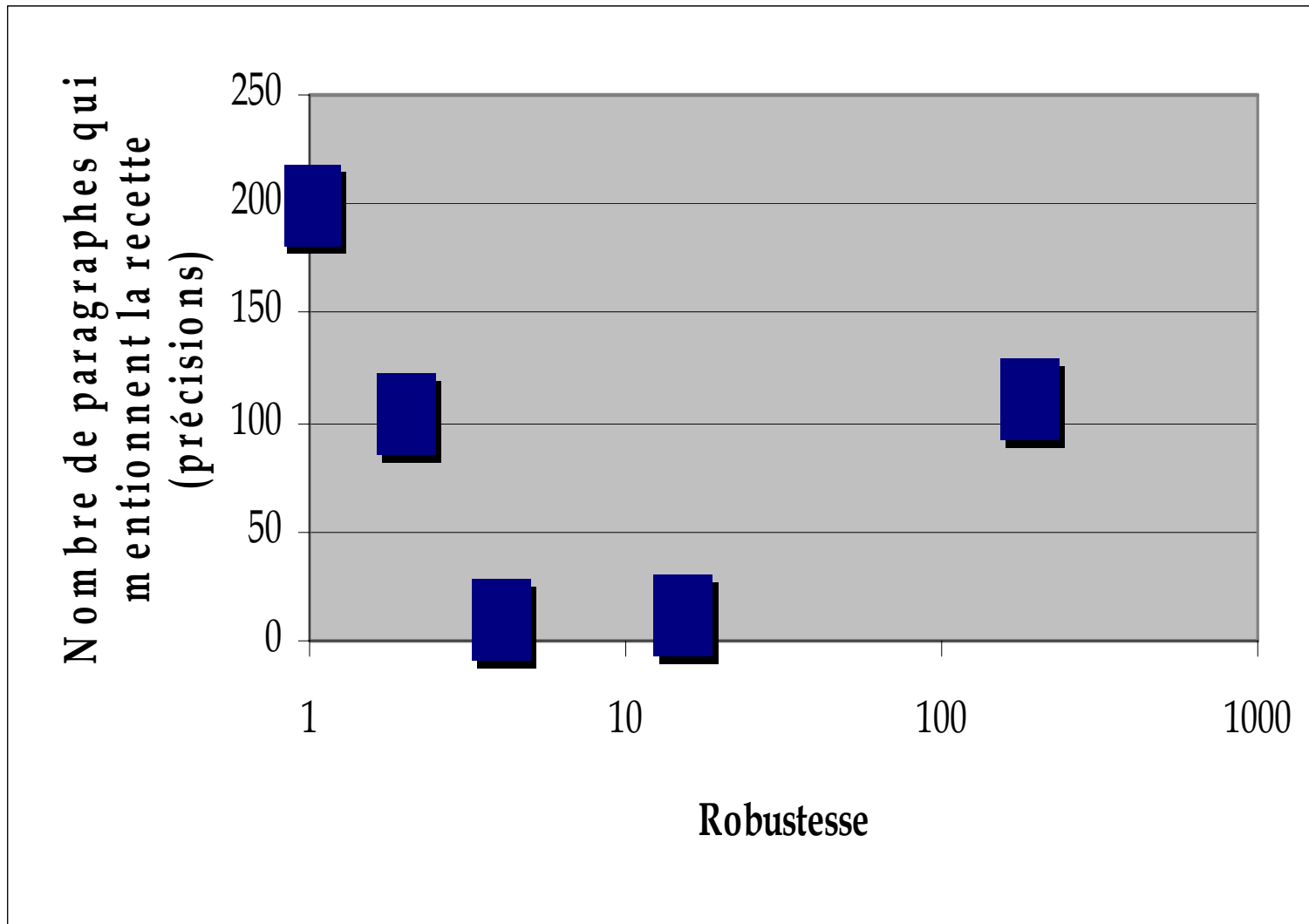
$$\rho_i = \Delta\alpha_i / p_i$$

The relationship between robustness and the number of precisions?



$$N = 1/\rho ?$$

Answer : No!



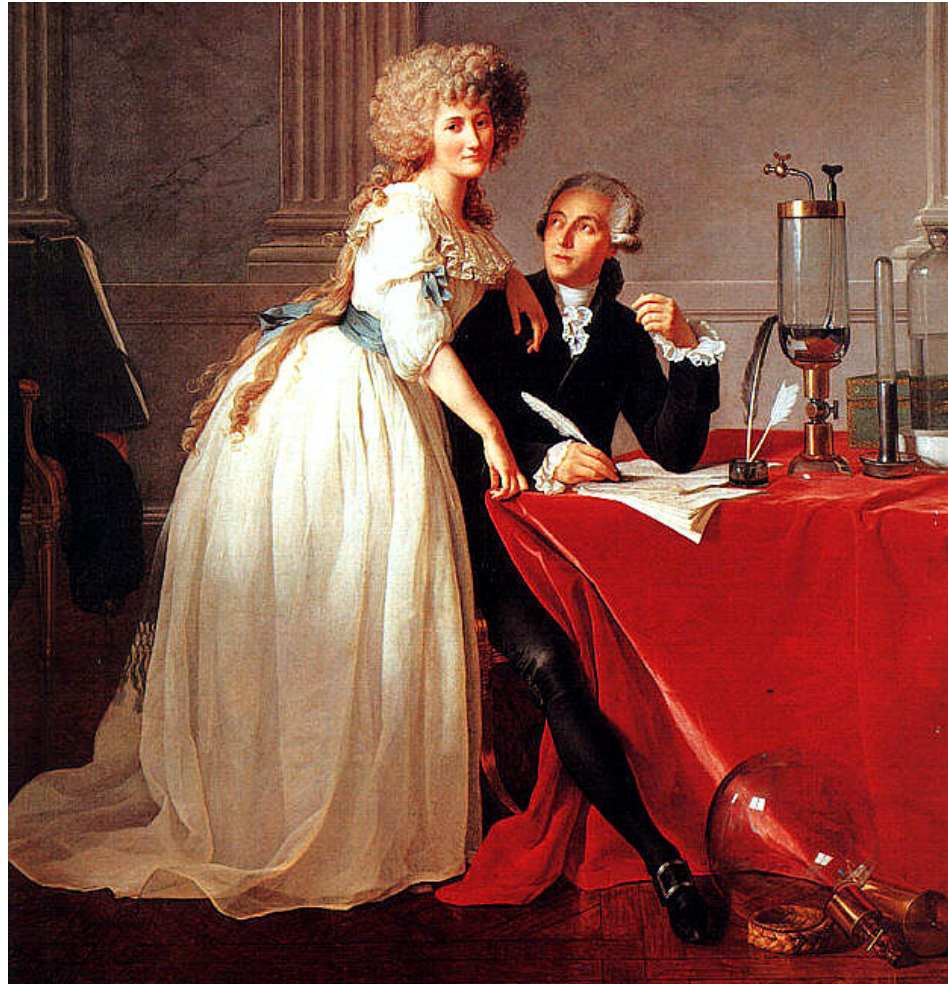
And more in this line...

- Aggregation of partial robustness:

$$1/\rho = 1/\rho_1 + 1/\rho_2 + \dots$$

- $dR = \sum_i (\delta R / \delta \alpha_i) d\alpha_i$
- Interdependency of variables
- Differential relationship

LAVOISIER AND MEAT STOCK



Antoine Laurent de Lavoisier, *Oeuvres complètes*, t. III, p. 563-578,

Expériences de novembre 1783,

Mémoire sur le degré de force que doit avoir le bouillon, sur sa pesanteur spécifique et sur la quantité de matière gélatineuse solide qu'il contient

« La Société royale de médecine ayant été consultée, par le ministre de la marine, sur le régime qu'on doit faire observer aux malades dans les hôpitaux, elle s'est aperçue, dans les conférences nombreuses qui ont été tenues à cet effet, **qu'on n'avait pas de connaissances assez précises sur la nature du bouillon qu'on donne aux malades, sur la proportion d'eau et de viande qu'on donne aux malades pour le composer, sur la quantité de matière gélatineuse ou extractive qu'il contient, sur les différences qu'apportent dans sa qualité les différentes espèces de viandes ; sur le degré de force que doit avoir le bouillon, suivant les différents états de maladie ou de convalescence ; enfin, sur les caractères au moyen desquels on peut connaître sa qualité.**

On ne peut s'empêcher d'être surpris, toutes les fois qu'on s'interroge soi-même sur les objets qui nous sont les plus familiers, sur les choses les plus triviales, de voir combien nos idées sont souvent vagues et incertaines, et combien, par conséquent, il est important de les fixer par des expériences et par des faits.

M. Geoffroy a communiqué à l'Académie des sciences, en 1730, un travail sur le même objet ; mais, comme son but était différent du mien, nous ne nous sommes rencontrés ni dans les moyens, ni dans les résultats. L'objet de ce chimiste était de connaître, par l'analyse chimique, la nature des différentes substances nourissantes, soit animales, soit végétales ; en conséquence, dans les expériences qu'il a faites sur les chairs des animaux, il les a successivement fait bouillir dans un grand nombre d'eaux différentes, qu'il renouvelait jusqu'à ce que la viande fût entièrement épuisée de toute matière extractive ; alors il faisait évaporer toute l'eau qui avait passé sur la viande, et il obtenait ainsi séparément toute la partie gélatineuse et extractive qu'elle contenait.

Mon objet, au contraire, était d'acquérir des connaissances purement pratiques et de déterminer, non ce que la viande contient de substances gélatineuse et extractive, mais ce qu'elle en peut communiquer par une ébullition lente et longtemps continuée, à une quantité donnée d'eau.

WHAT IS EXTRACTED?

J'ai d'abord reconnu qu'une livre de bouillon, faite avec une livre d'eau et 4 onces de viande [un quart de livre, car une livre fait 16 onces], ne formait qu'un bouillon très-faible, dont la pesanteur spécifique était, à celle de l'eau, dans le rapport de 1002322 à 1000000, et qu'on en obtenait, par l'évaporation seulement 35 grains $\frac{1}{2}$ de matière gélatineuse réduite à la consistance de tablettes de bouillon. C'est de la tranche qui a été employée dans cette expérience et dans les deux suivantes.

Une livre de bouillon dans lequel il était entré 8 onces ou une demi livre de viande, s'est trouvée avoir, pour pesanteur spécifique, 1003080 ; il a laissé par évaporation, 47 grains $\frac{1}{2}$ de matière gélatineuse réduite à consistance de tablettes. Ce bouillon pouvait être encore regardé comme faible, mais suffisant cependant pour le cas de maladie.

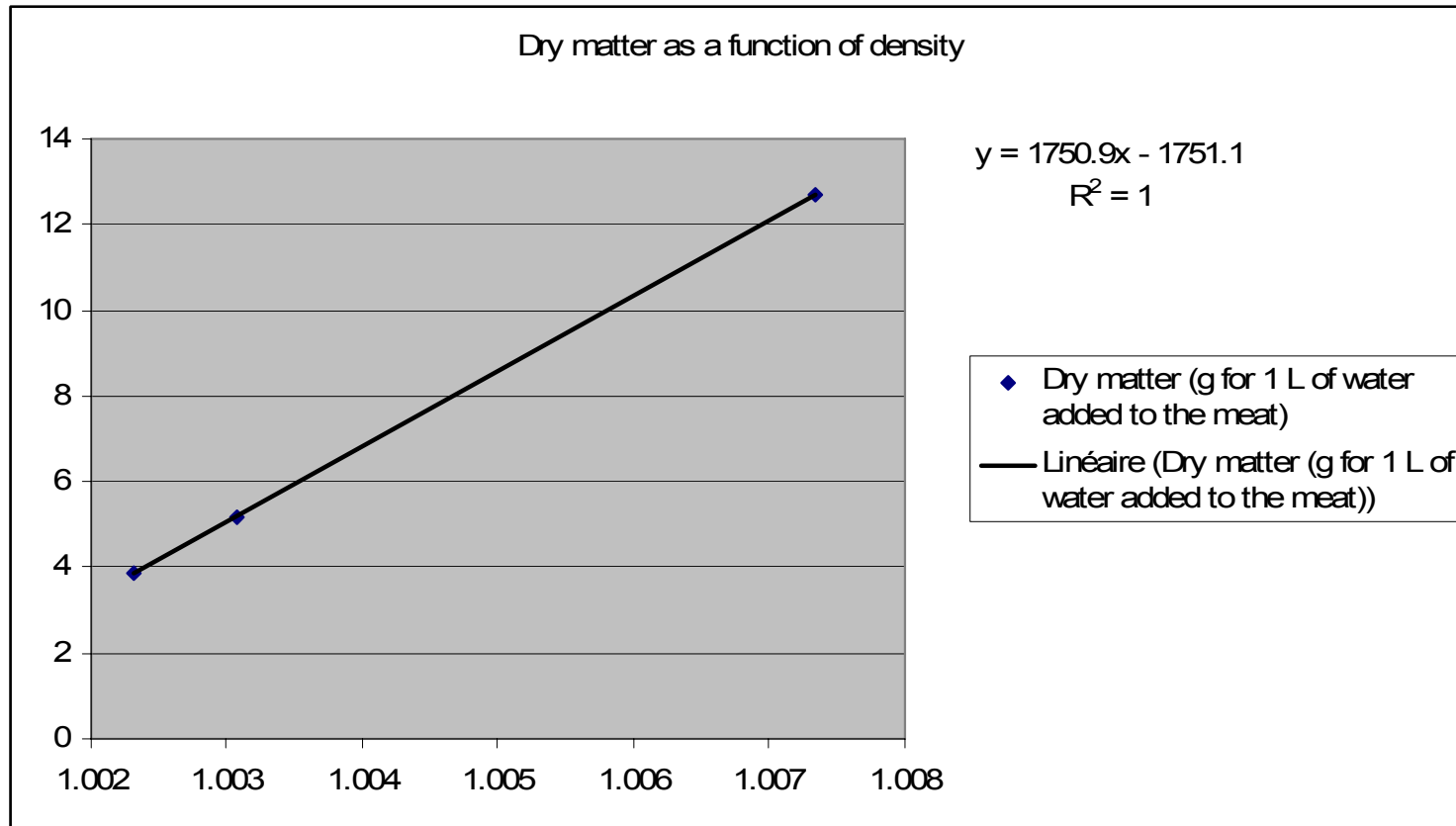
Enfin une livre de bouillon, formé avec une livre de viande, avait pour pesanteur spécifique 1007347 ; il était fort et succulent, et a laissé par évaporation 116 grains de substance gélatineuse desséchée.

RESULTS SHOULD BE CHECKED

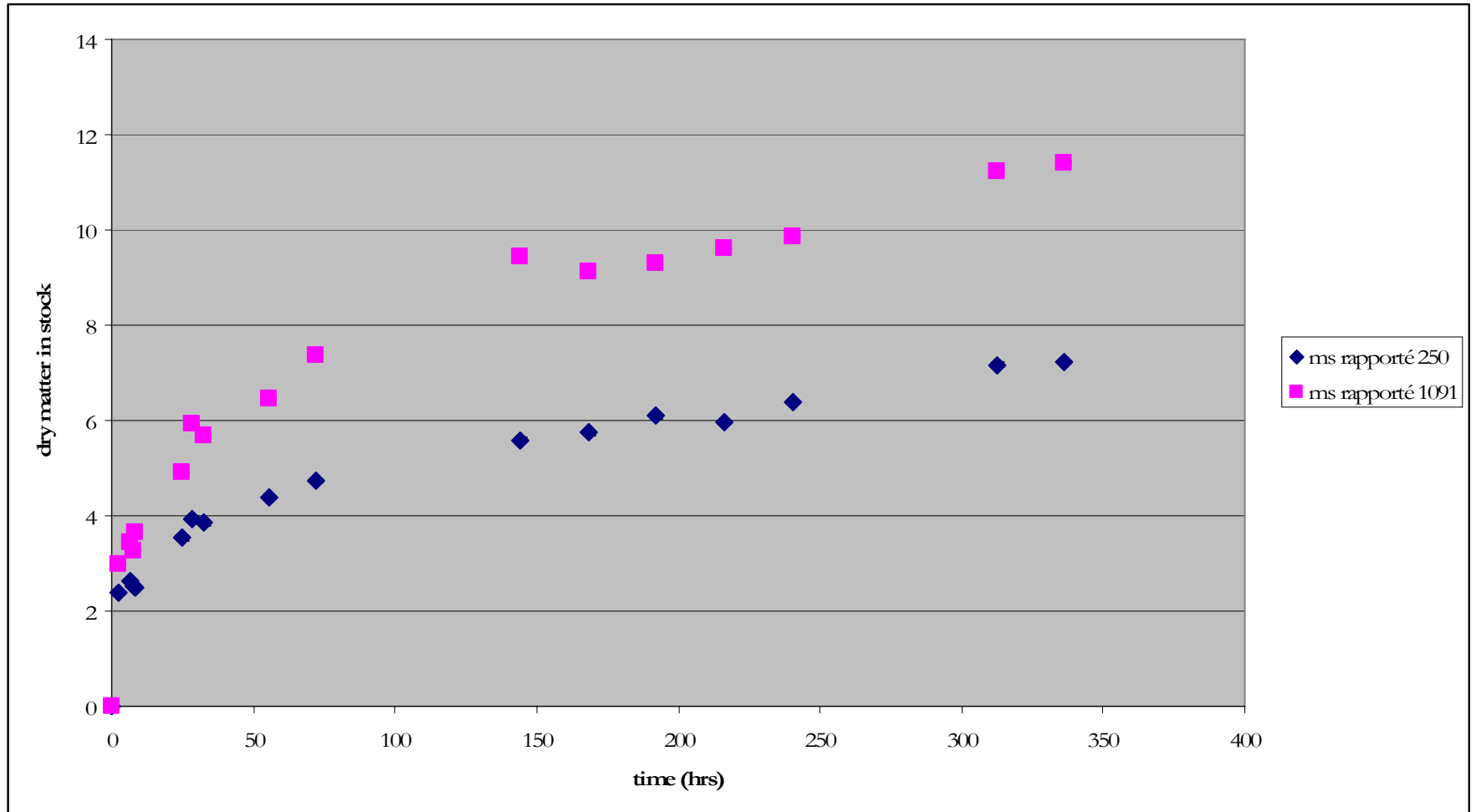
« Ces premières expériences m'ont appris trois choses.

1. Que la proportion **convenable** pour faire du bouillon à l'usage des malades est d'environ deux parties d'eau contre une de viande ;
2. Qu'il existe un rapport **assez exact** entre la quantité de substance gélatineuse contenue dans le bouillon et la pesanteur spécifique, de sorte qu'on peut conclure l'un de l'autre ;
3. **Qu'en faisant bouillir la viande à grande eau, on en extrait, proportion gardée, plus de matière extractive que quand on la fait bouillir à courte eau.** On a vu, en effet, que 4 onces de viande ont donné 35 grains $\frac{1}{2}$ de matière gélatineuse ; une livre, dans cette proportion, en aurait dû donner 142, et cependant on n'en a obtenu que 116 ; il y a donc un sixième environ à gagner à faire du bouillon à grande eau.

Proportion of meat/water	Density measured	Dry matter (g for 1 L of water added to the meat)	Sensory appreciation
0.25	1.002322	3.8871	Very weak
0.5	1.003080	5.1907	Weak but enough for convalescent
1	1.007347	12.6763	Strong, good



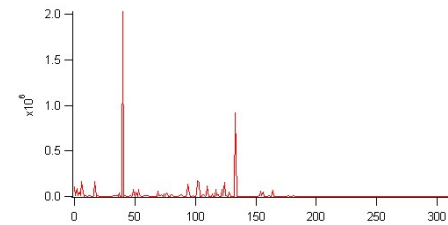
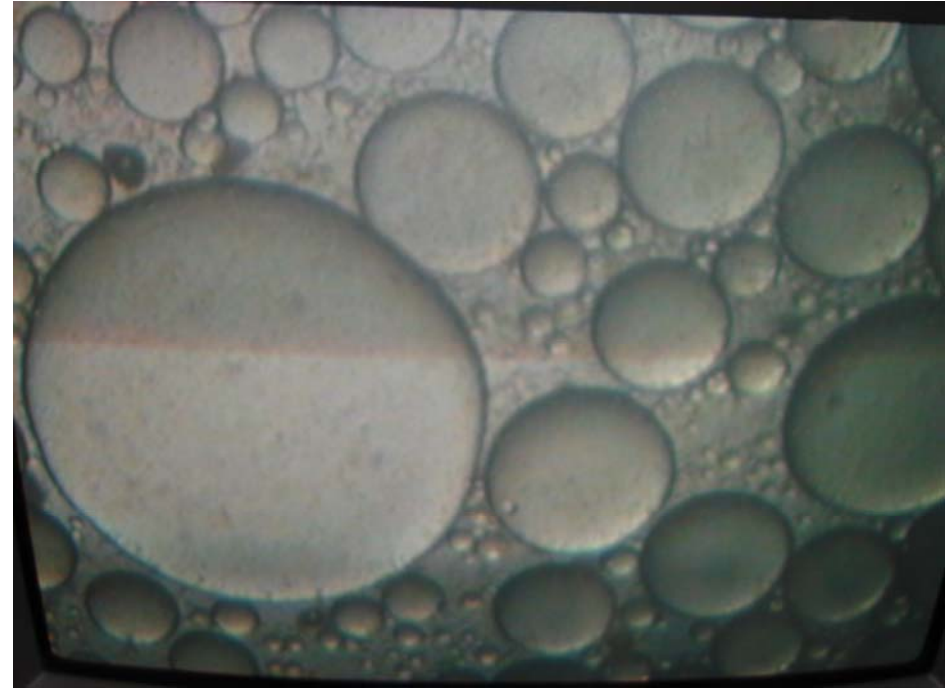
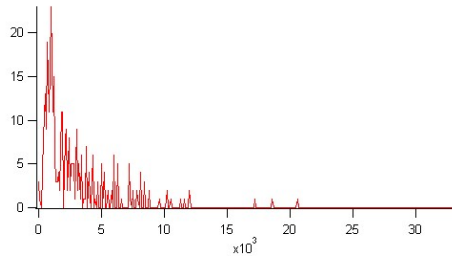
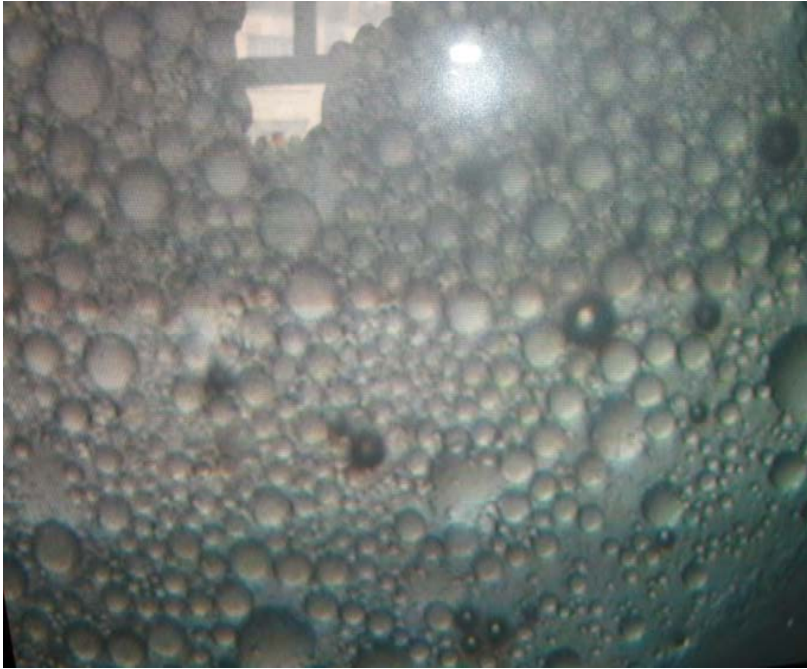
LAVOISIER WAS RIGHT!



WINE SAUCES?



FIRST RESULTS



IS THIS CHEMISTRY?

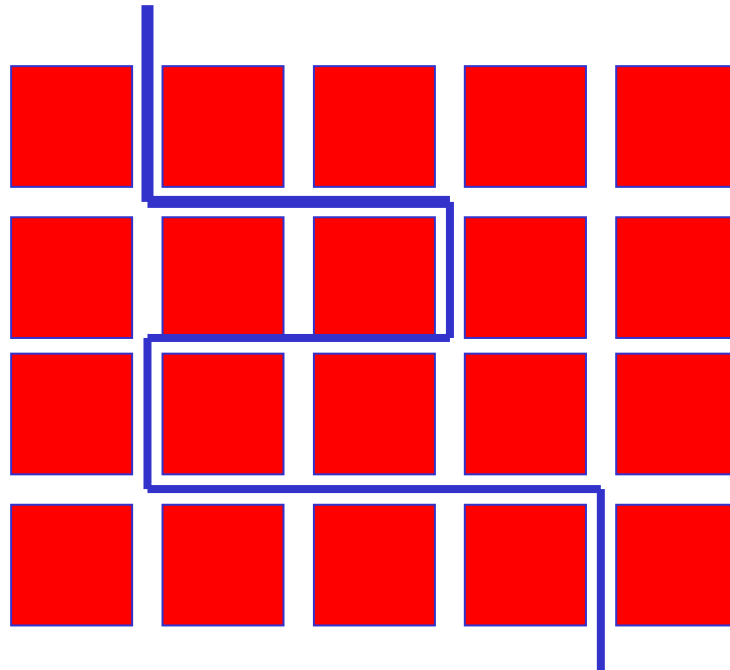
No.

IS THIS MOLECULAR
GASTRONOMY?

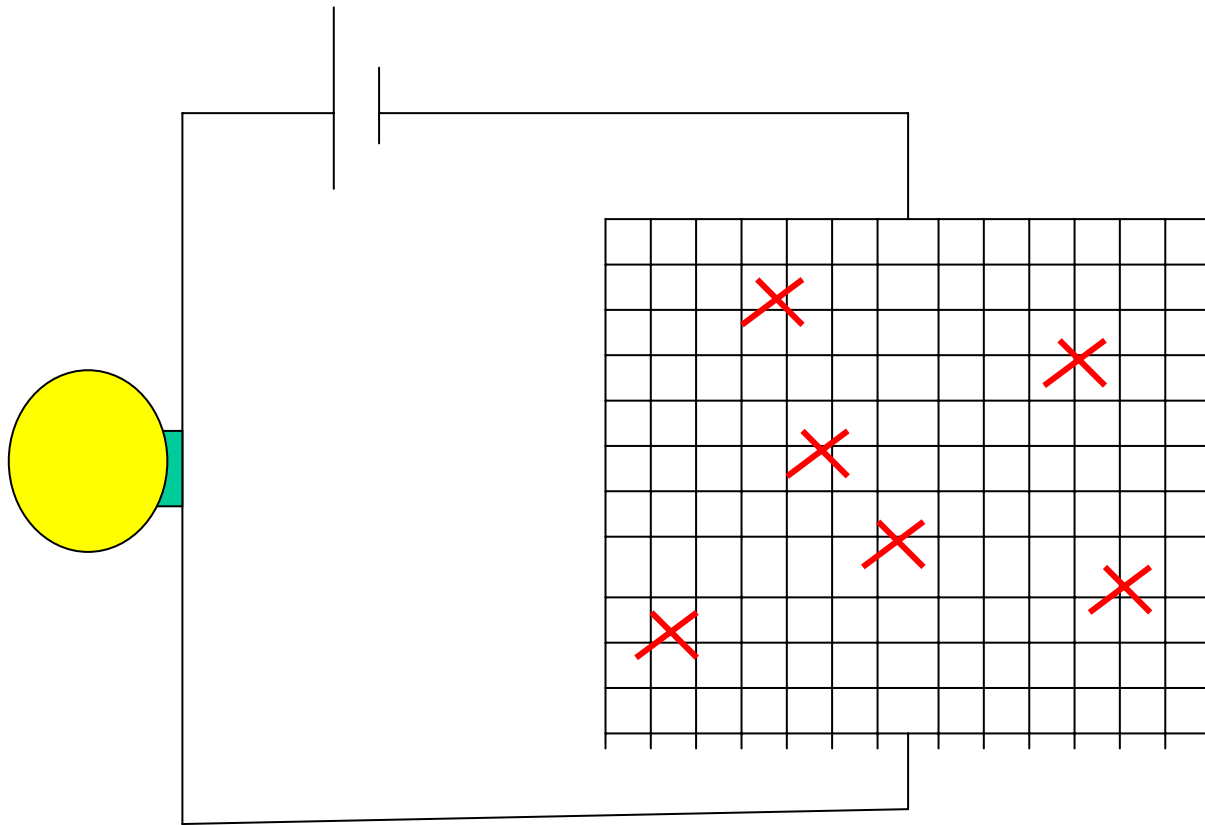
YES.

IS IT IMPORTANT THAT IT IS NO
CHEMISTRY?

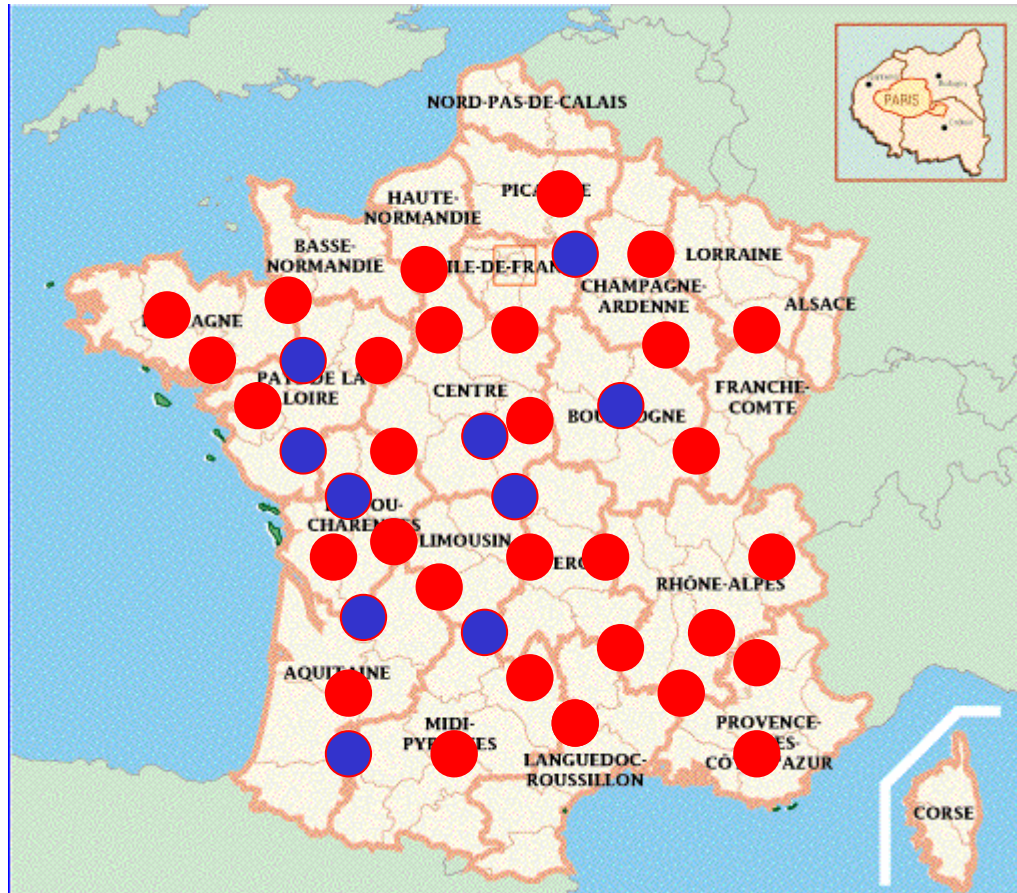
CELEBRATE KNOWLEDGE!



IN ELECTRICAL DEVICES



IN MEDICINE



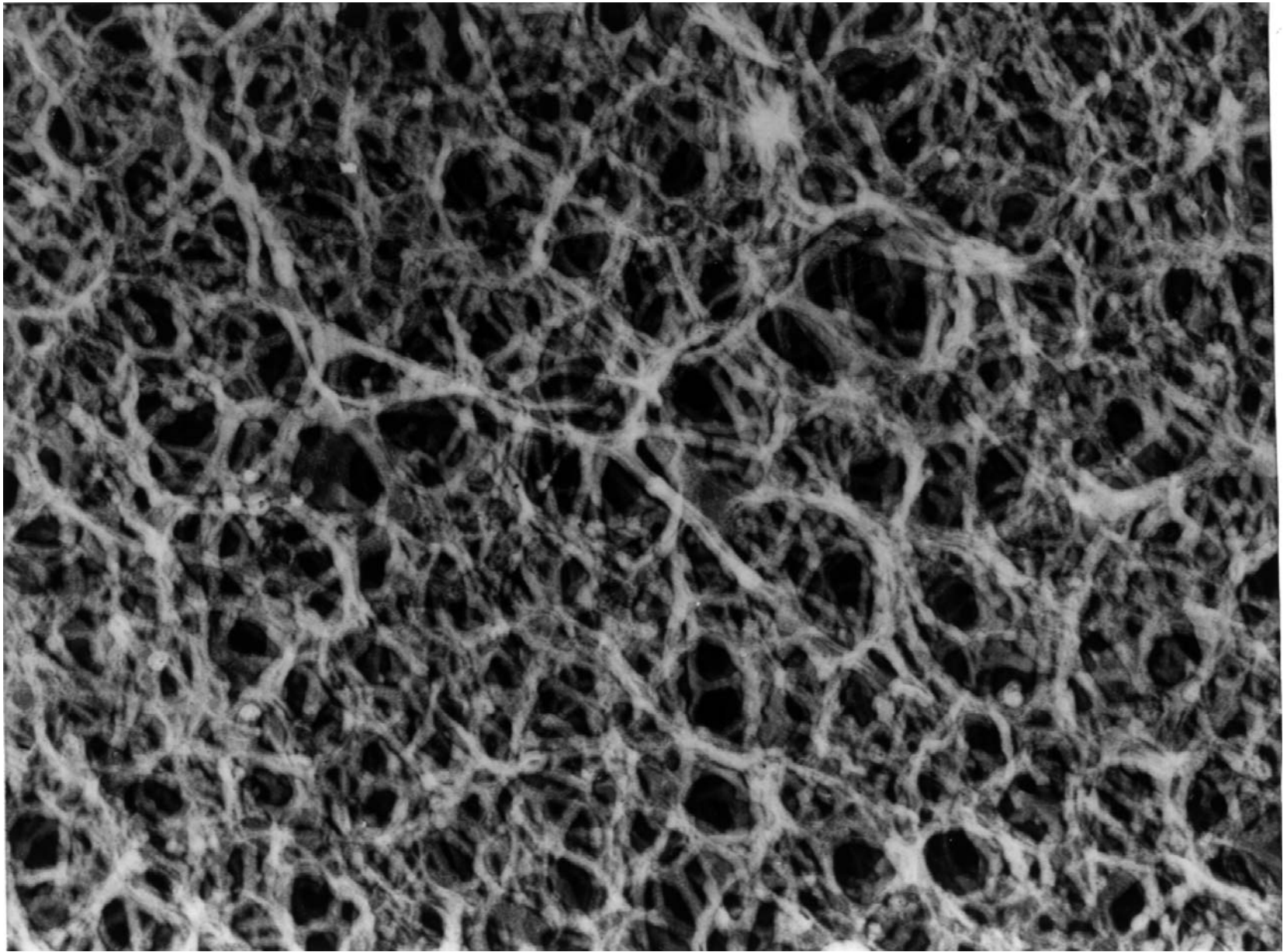
AND IN THE KITCHEN?

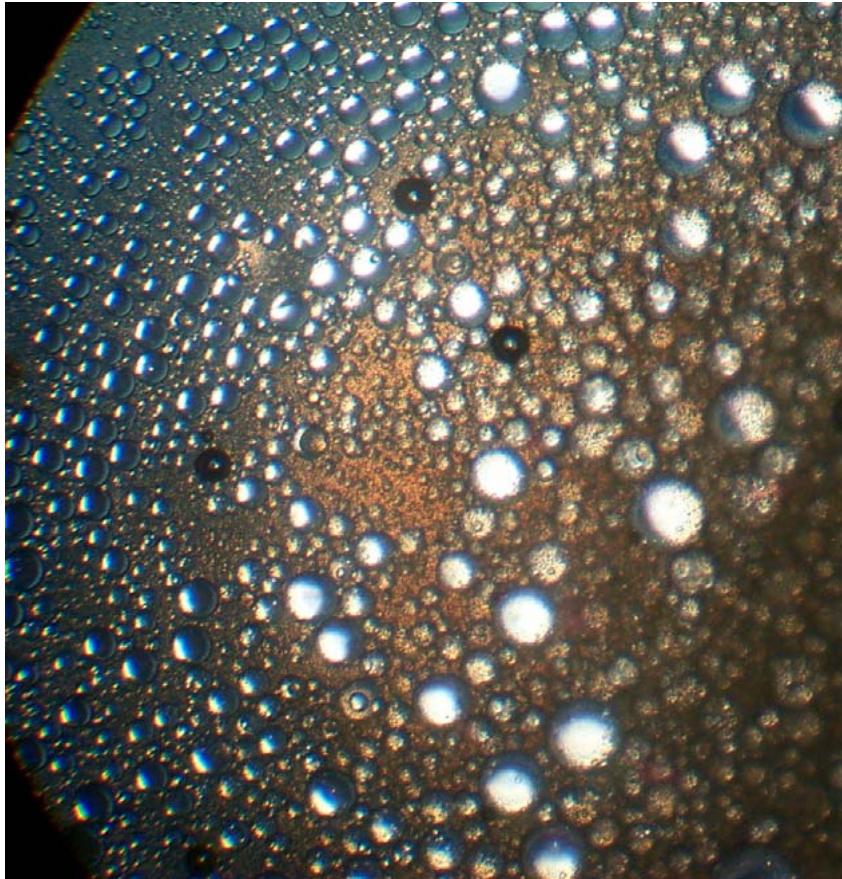
MOLECULAR GASTRONOMY: A MOLECULAR BASED SCIENCE

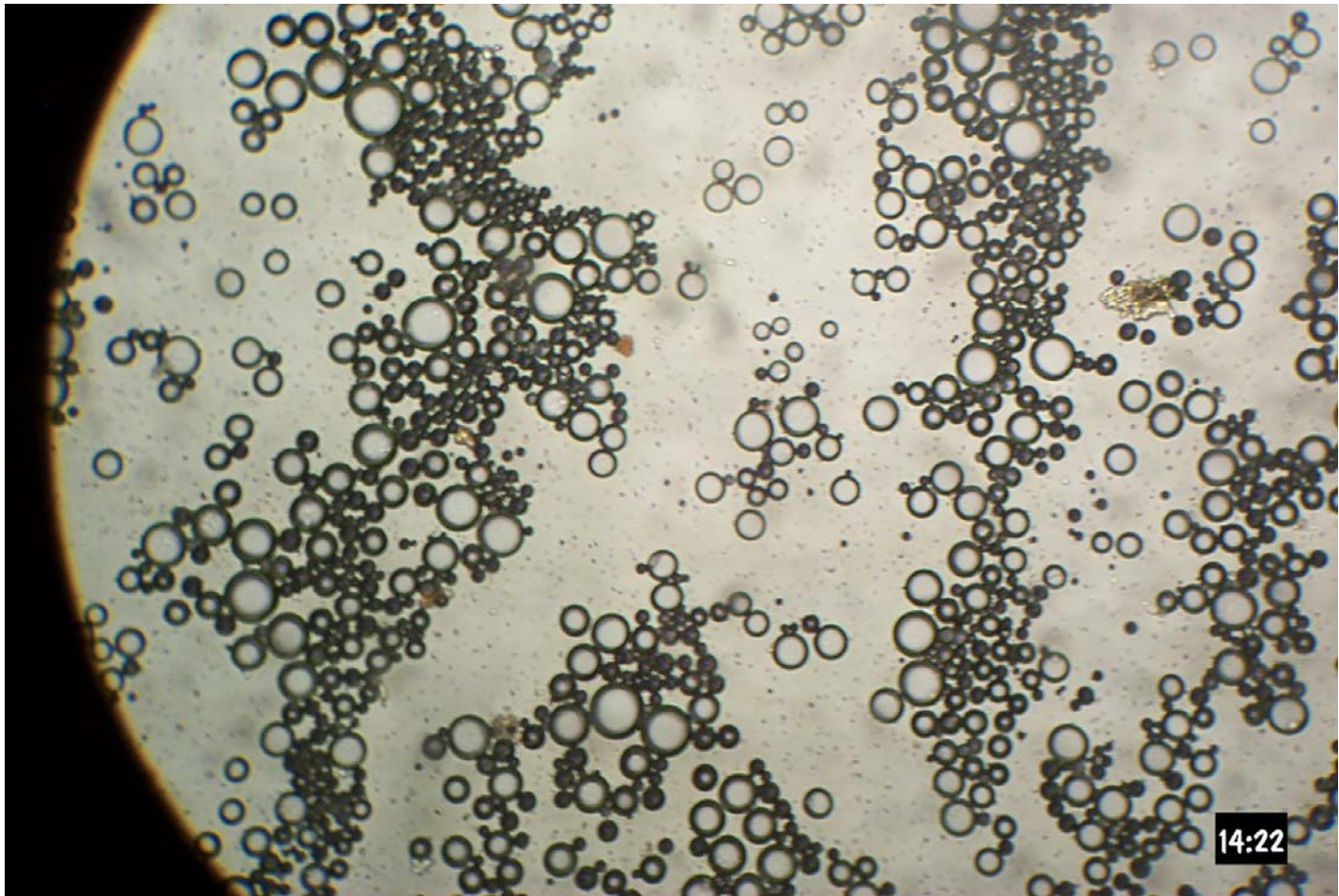


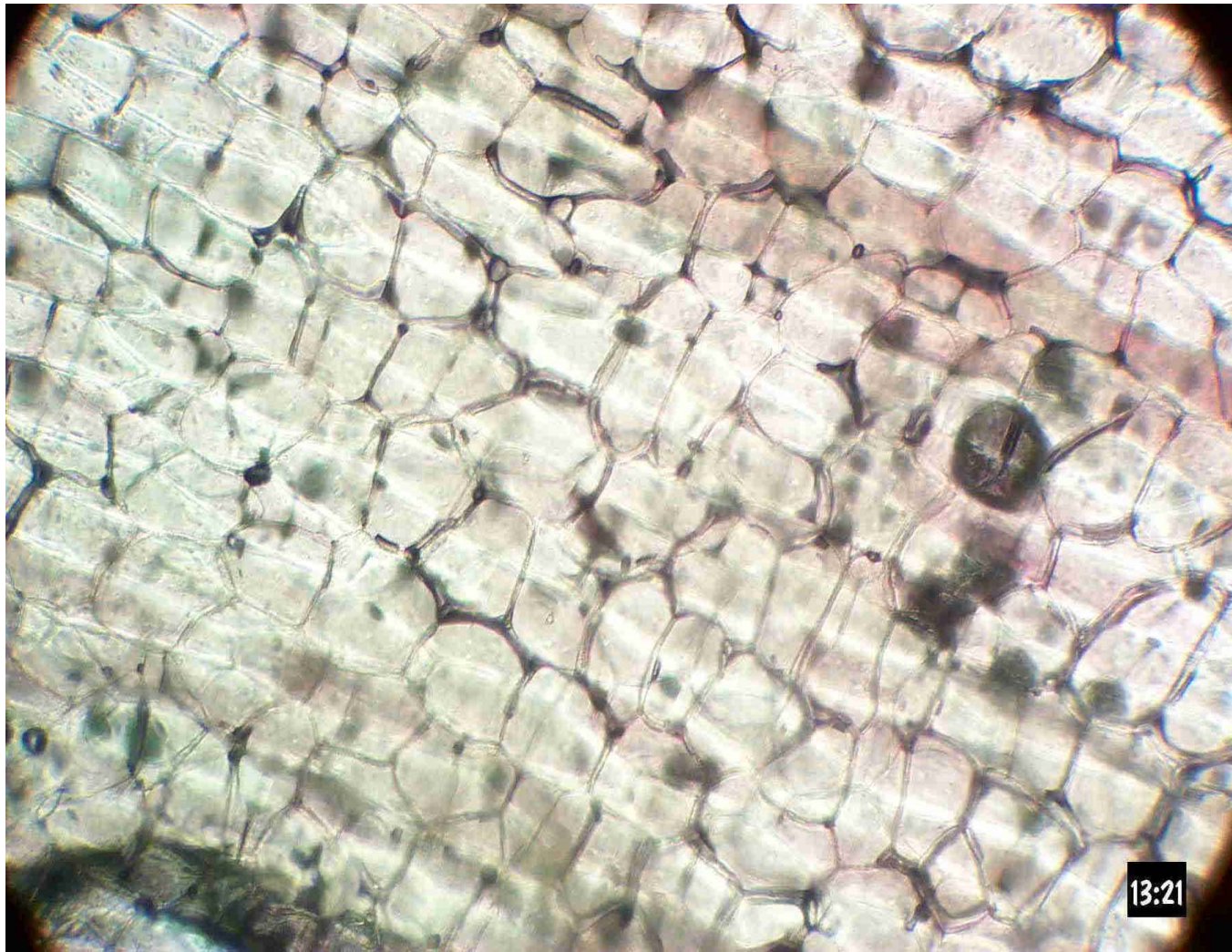
CONCEPTUAL STUDIES

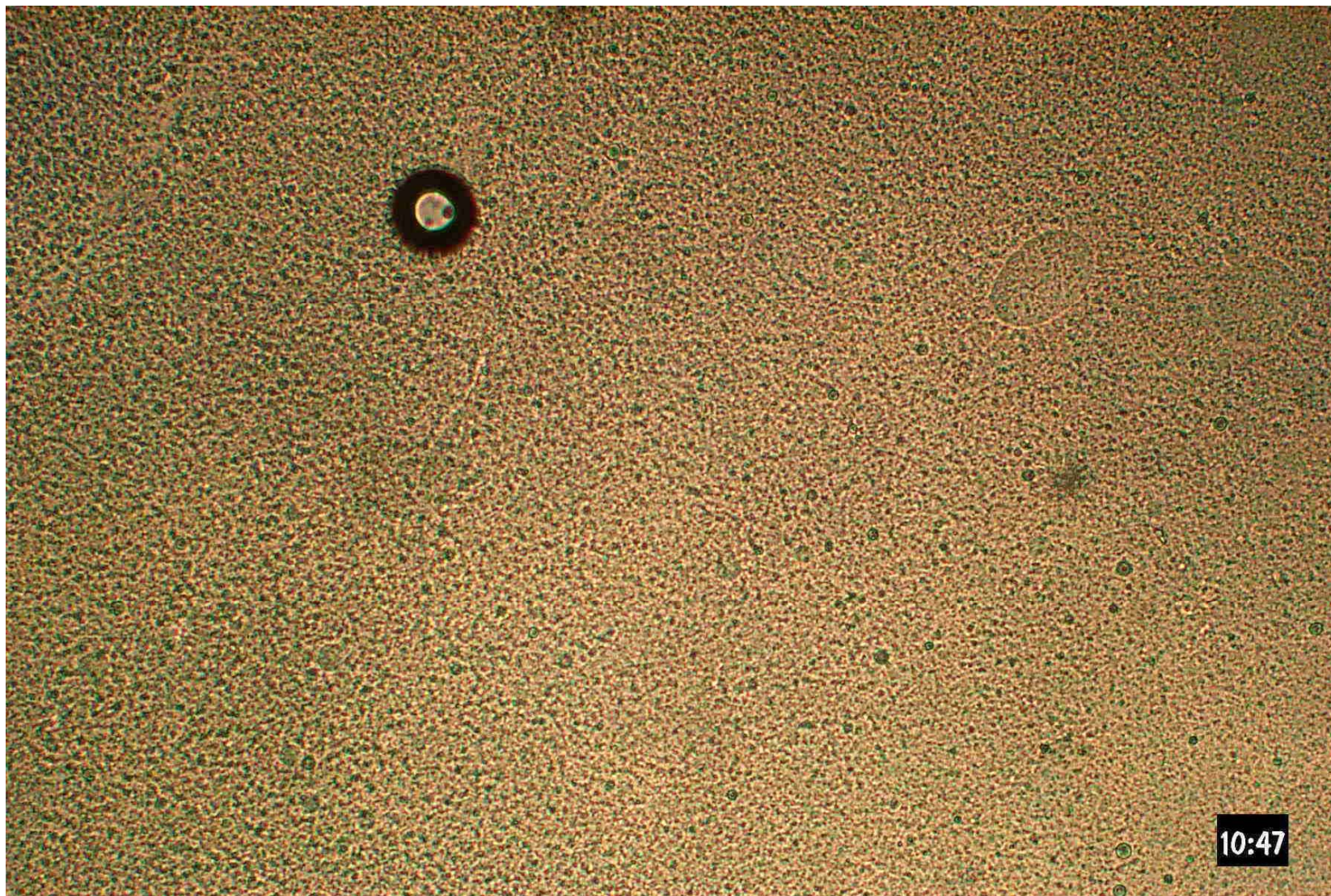
COMPLEX DISPERSE SYSTEMS

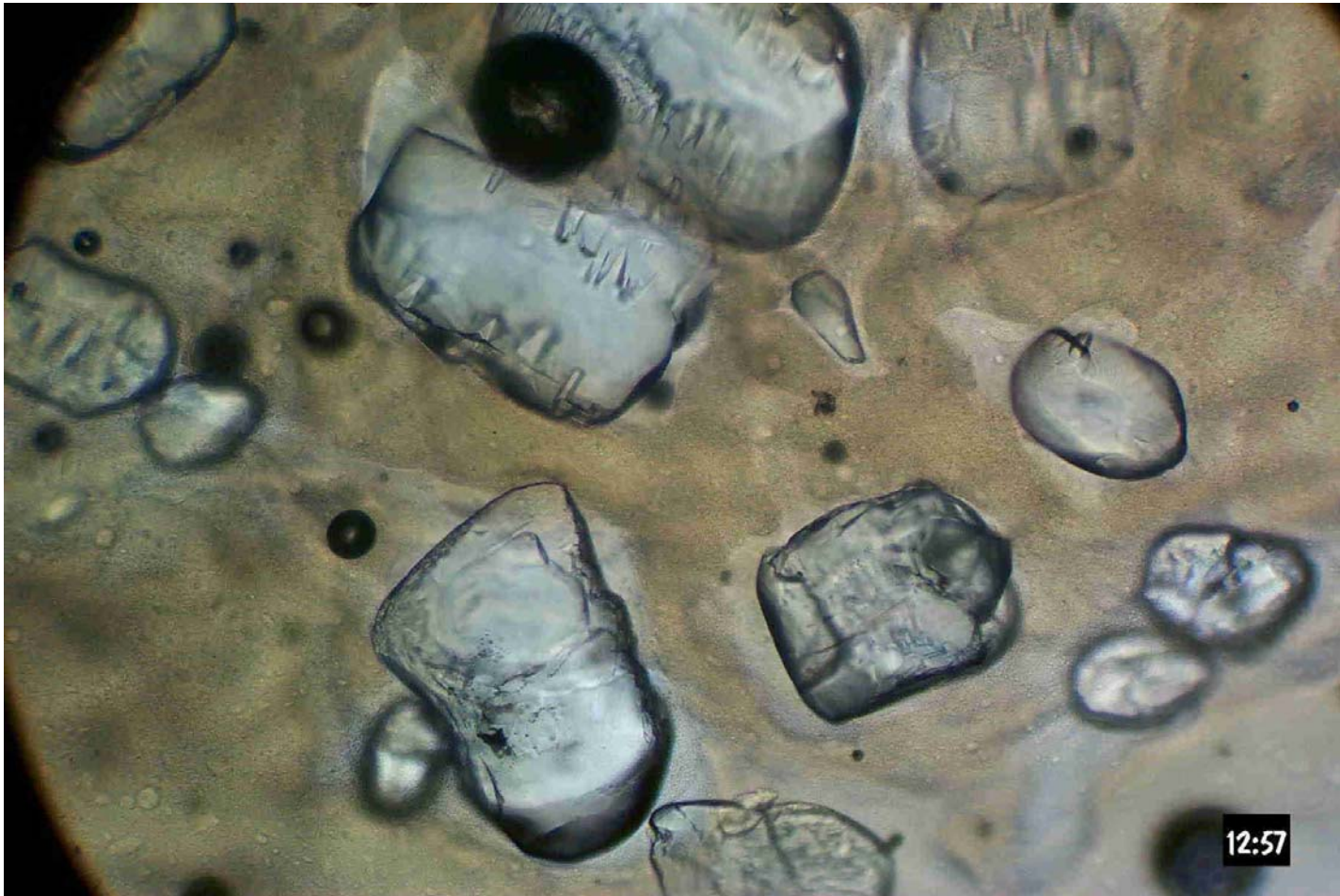


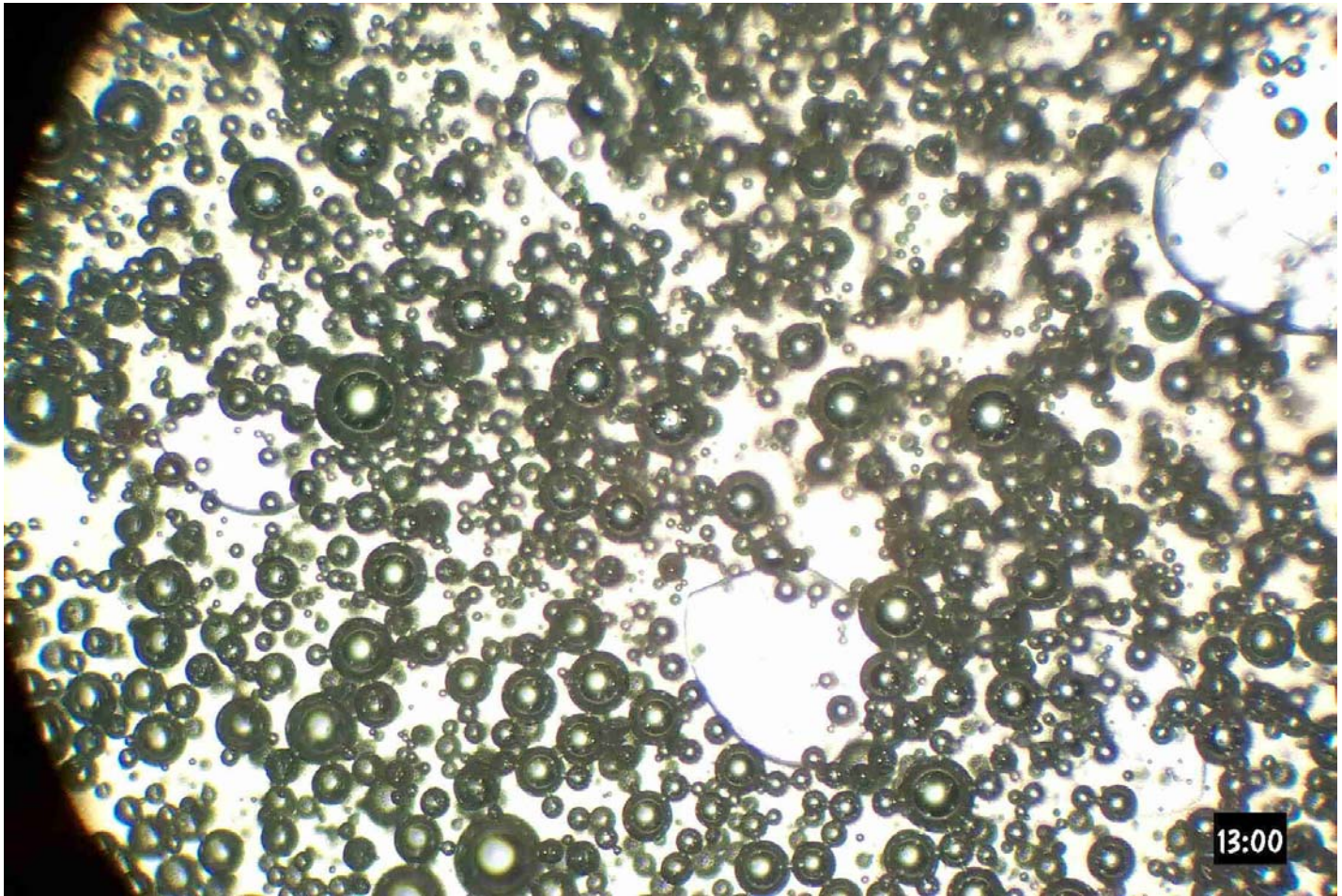








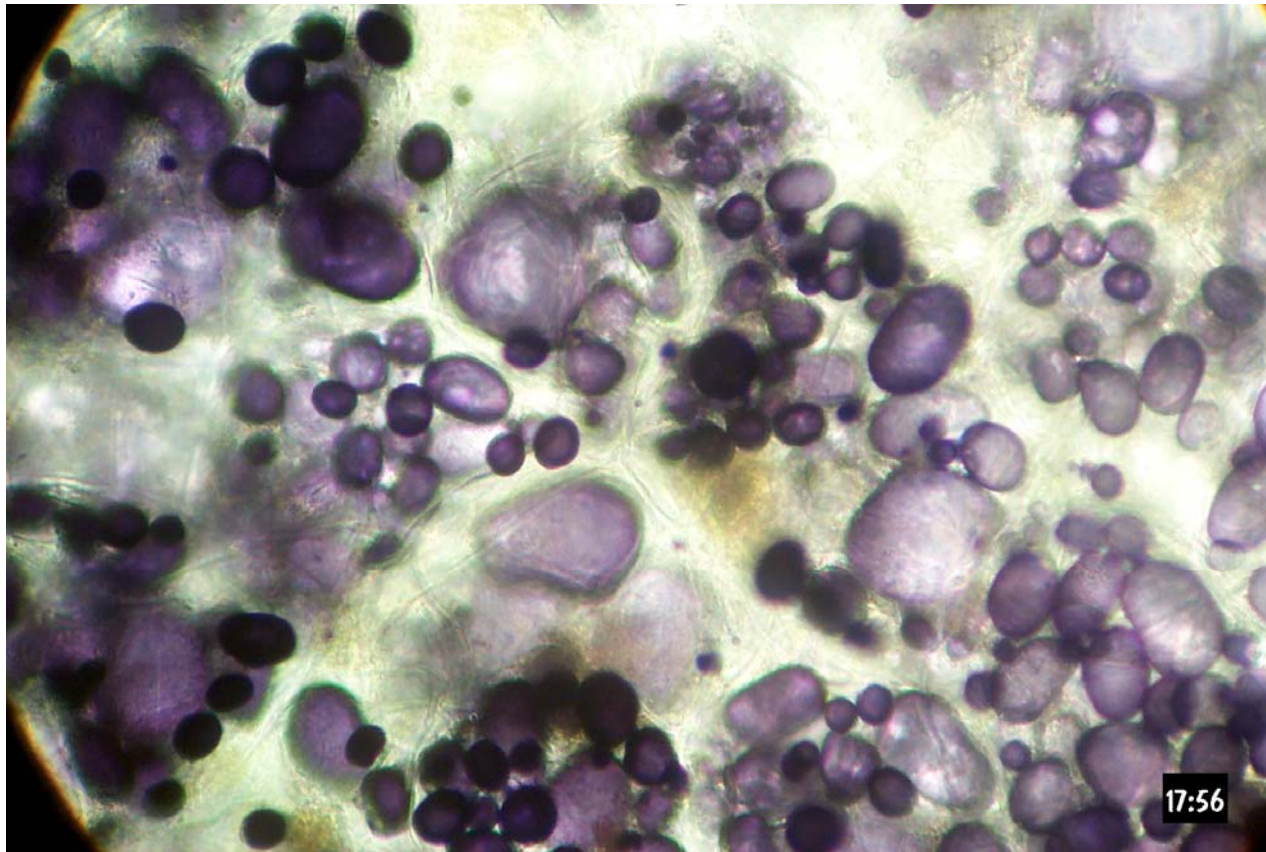




SIMPLE DISPERSE SYSTEMS

LINE DISPERSED IN COLUMN	GAS	LIQUID	SOLID
GAS	GAS (NOT A DISPERSE SYSTEM)	LIQUID AEROSOL	SOLID AEROSOL
LIQUID	FOAM	EMULSION	SUSPENSION
SOLID	SOLID FOAM	GEL	SOLID SUSPENSION

HOW CAN WE DESCRIBE COMPLEX DISPERSE SYSTEMS



CDS formalism

FOUR SYMBOLS :

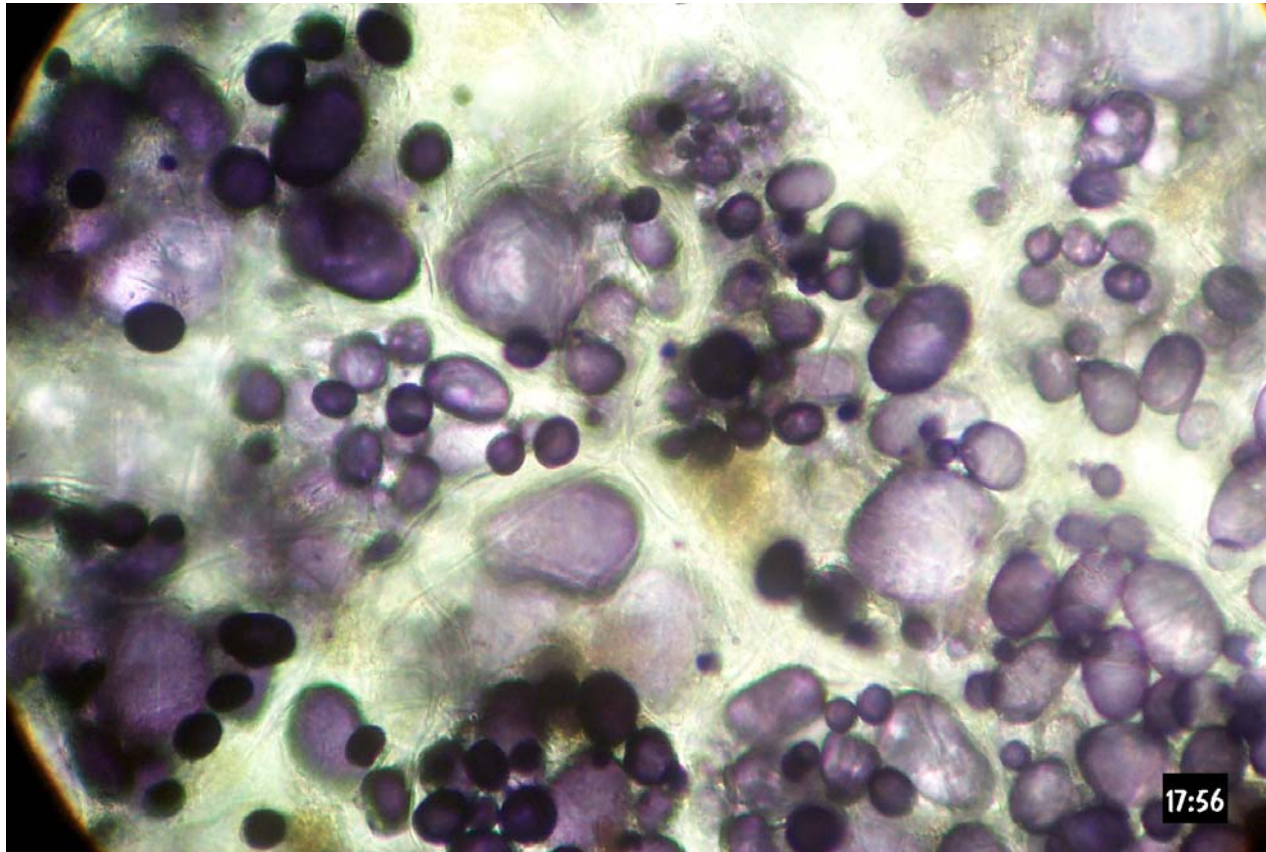
- / : DISPERSED INTO
- + : COEXISTENCE OF PHASES, MIXTURE
- @ : INCLUSION
- σ : SUPERPOSITION (ACCORDING TO X,Y,Z)

FOUR KIND OF PHASES :

- G : GAS
- W : SOLUTION
- O : OIL
- S1, S2, ... : SOLIDS

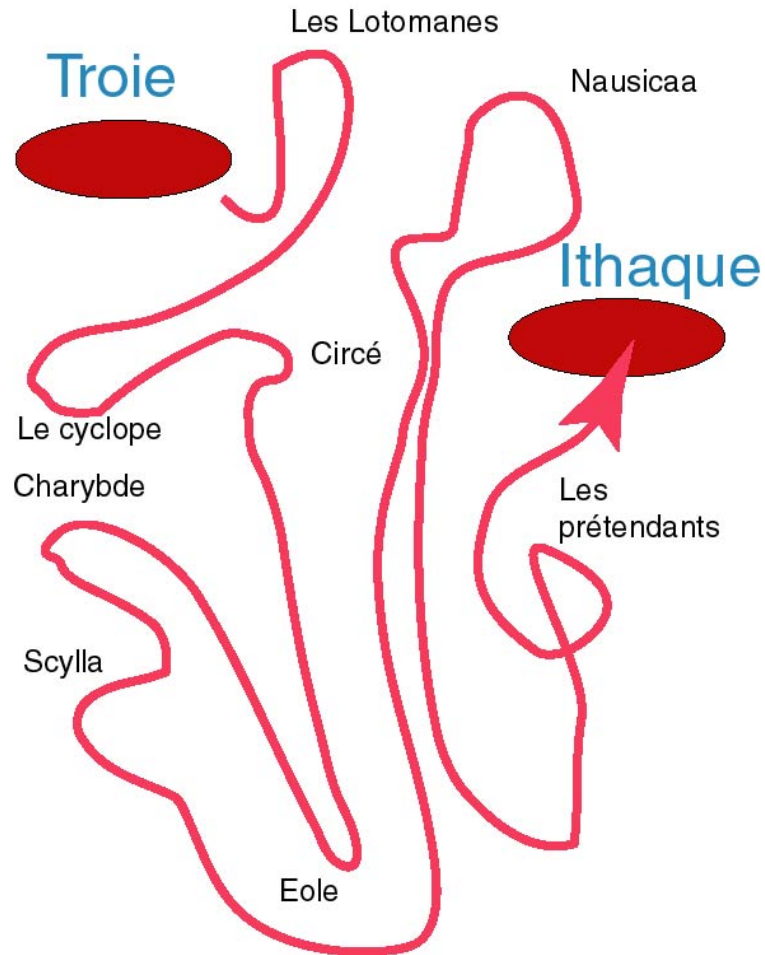
Hervé This, 2003, *La gastronomie moléculaire, Science des aliments*, Vol. 23, N°2, 187-198.

(S1/W)/S2



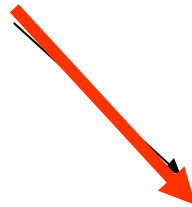
**NPOS FORMALISM
(NON PERIODICAL
ORGANIZATION OF
SPACE)**

ALL BEGAN WITH AESTHETICS QUESTIONS?



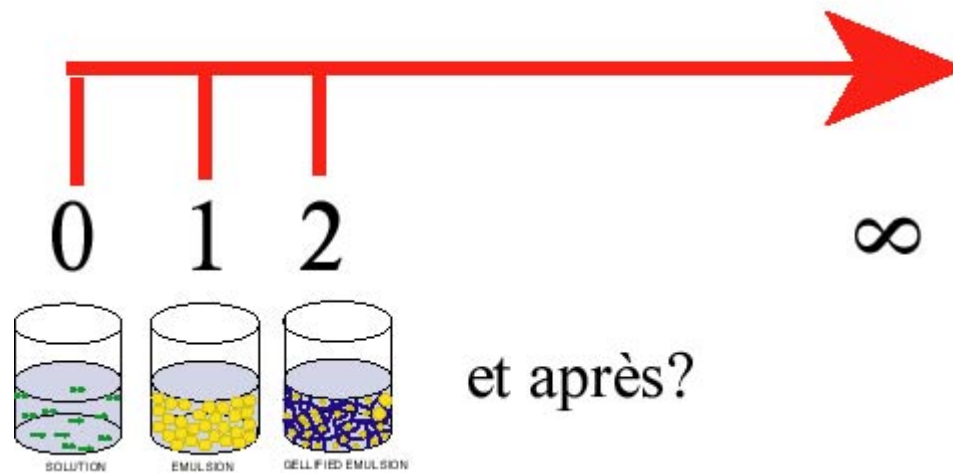
THE STORY

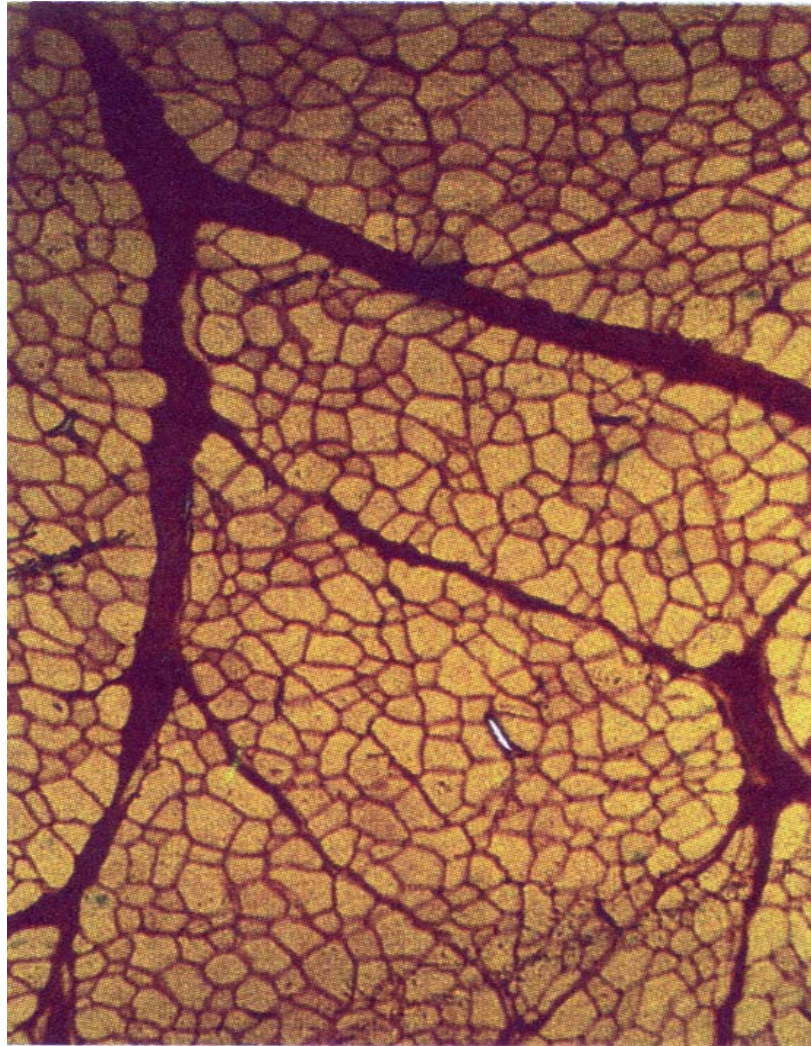
Assiette pleine



Assiette vide

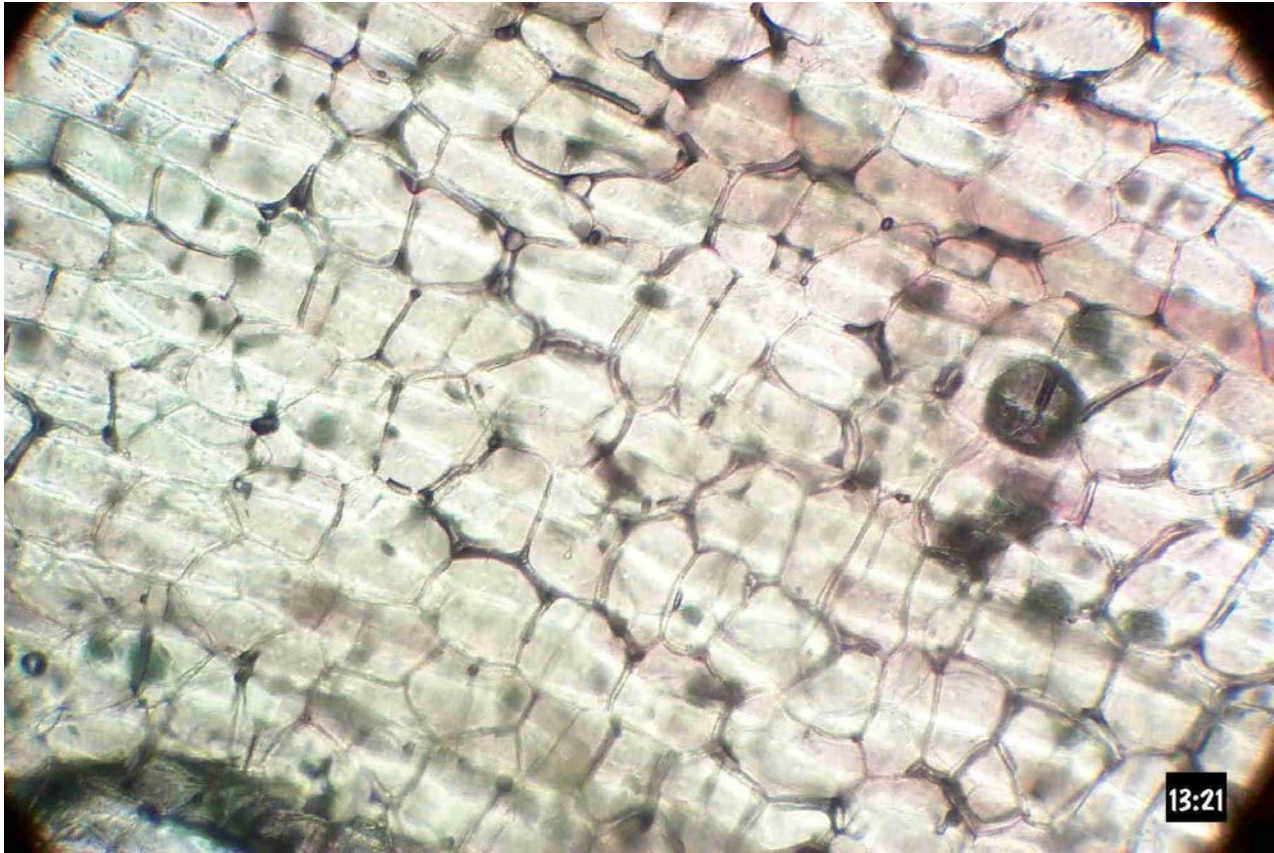
EPIC COOKING



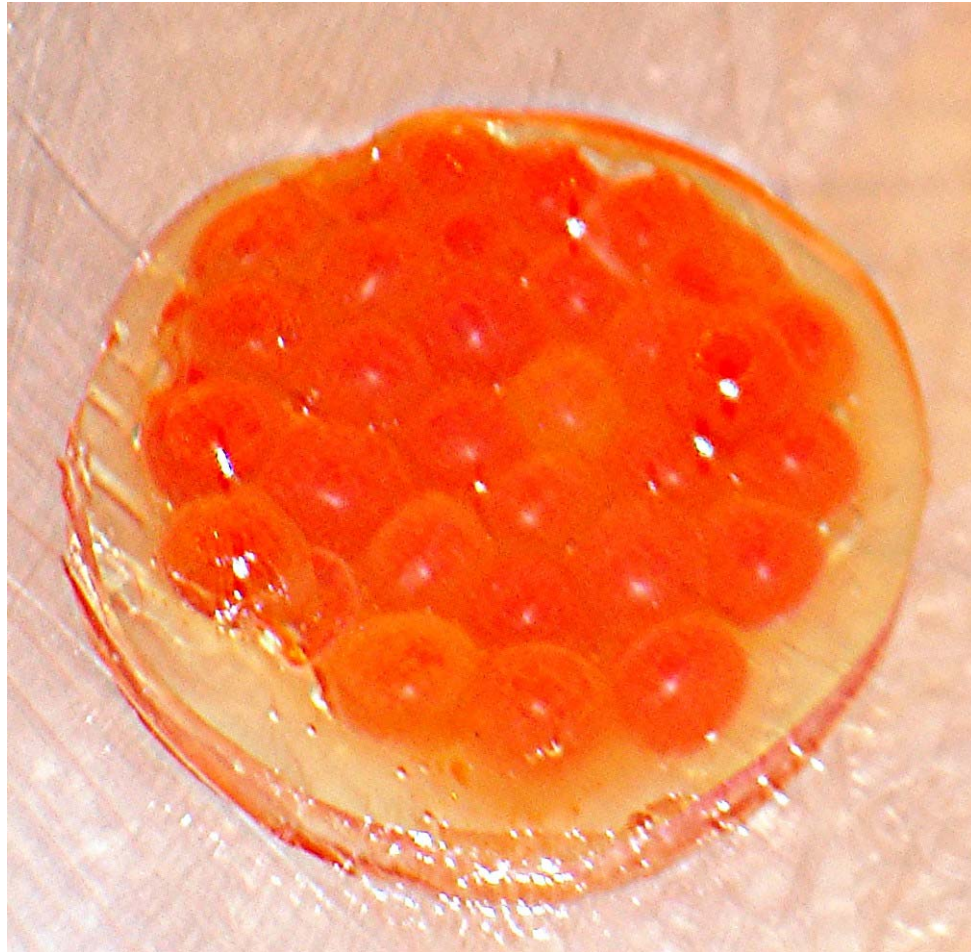


FIBERS, ARTIFICIAL MEATS





CONGLOMELES: ARTIFICIAL FRUITS AND VEGETABLES



FUNDAMENTALS

- D_0 :
- object of dimension 0,
- Dots :

- D_1 :
- Objects of dimension 1,
- lines :

- D_2 :
- Objects of dimension 2,
- Plane, sheets :

- D_3 :
- Objects of dimension 3,
- cubes :

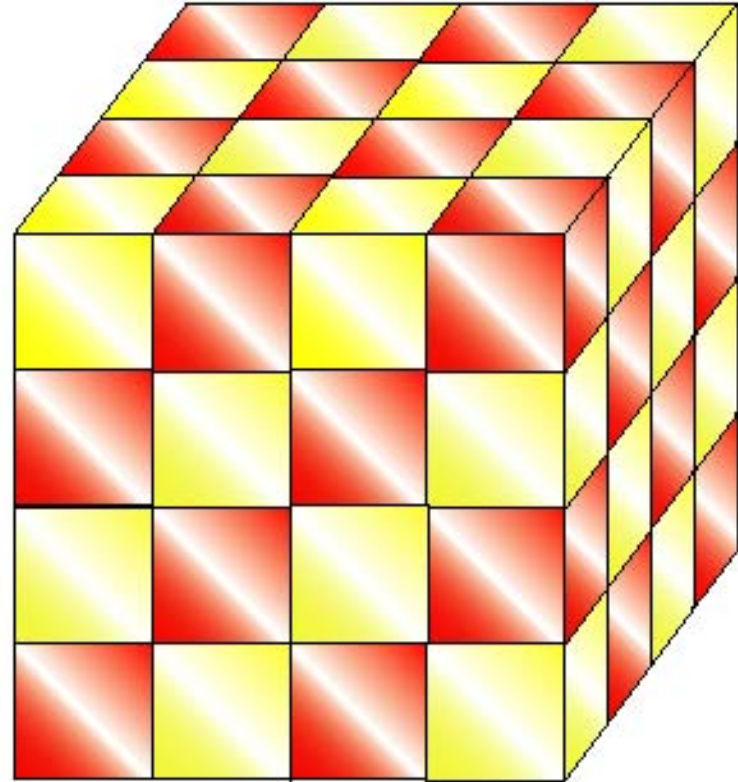
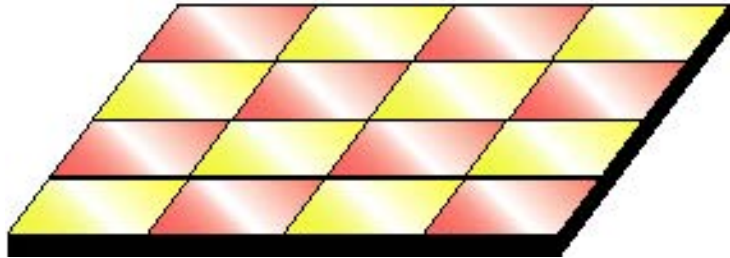


OPERATORS TO BE USED IN THE NPOS FORMALISM

- PROCESSES :
- / : RANDOM DISPERSION
- † : DOUBLE DISTRIBUTION
- $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$: SUPERPOSITION IN THE VARIOUS DIRECTIONS OF SPACE
- @ : FOR INCLUSIONS
- AND ALL NECESSARY OPERATORS.

HENCE FORMULAS SUCH AS $(D_{3A}\sigma_z D_{3B})^{K\sigma_x, L\sigma_y, M\sigma_z}$

CHESSBOARDS

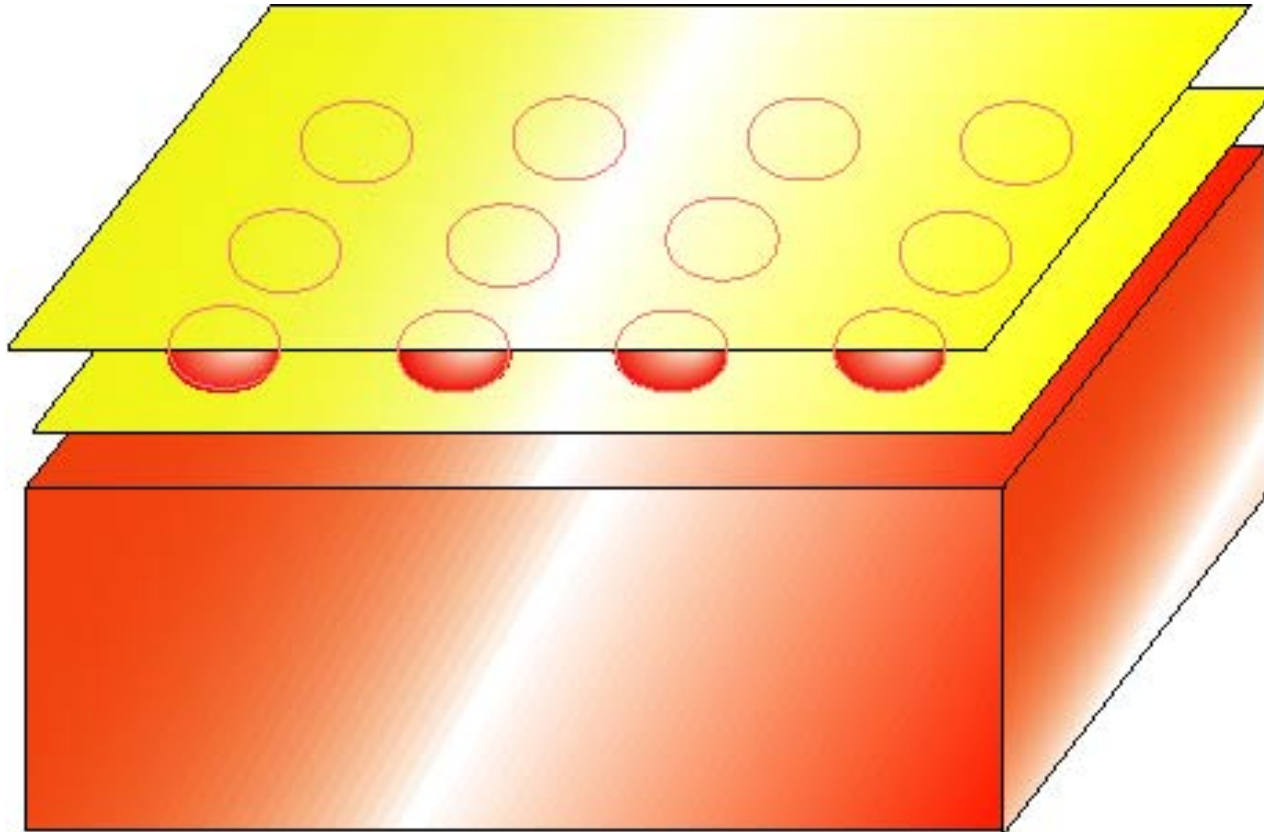


$$[(D_{2A}\sigma_x D_{2B})^{2\sigma_x}] \sigma_y [(D_{2B}\sigma_x D_{2A})^{2\sigma_x}]^{2\sigma_y}$$



Aurélien Girard, Lycée
Jean Monnet, Limoges

AN INFINITE NUMBER OF POSSIBILITIES

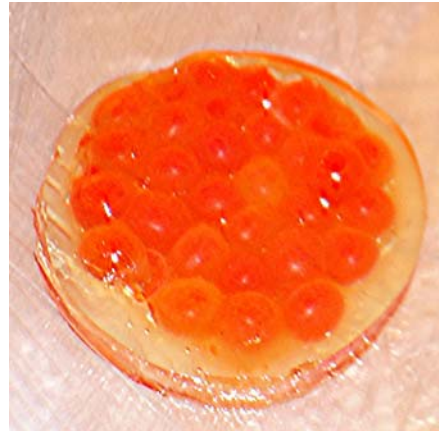


$$D_2 \sigma_z [[(D_1 \sigma_x D_1)^{4\sigma_x}] \sigma_y [(D_1 \sigma_x D_1)^{4\sigma_x}]^{4\sigma_y}] \sigma_z D_2 \sigma_z D_3$$

BOTH FORMALISMS CAN BE LINKED



$$(D_{1,1}(W_1/S_1)@D_{1,2}(W_2/S_2))/D_3$$



$$D_0(W_1)@D_0(W_2/S_1)/D_2(W_3/S_2)$$

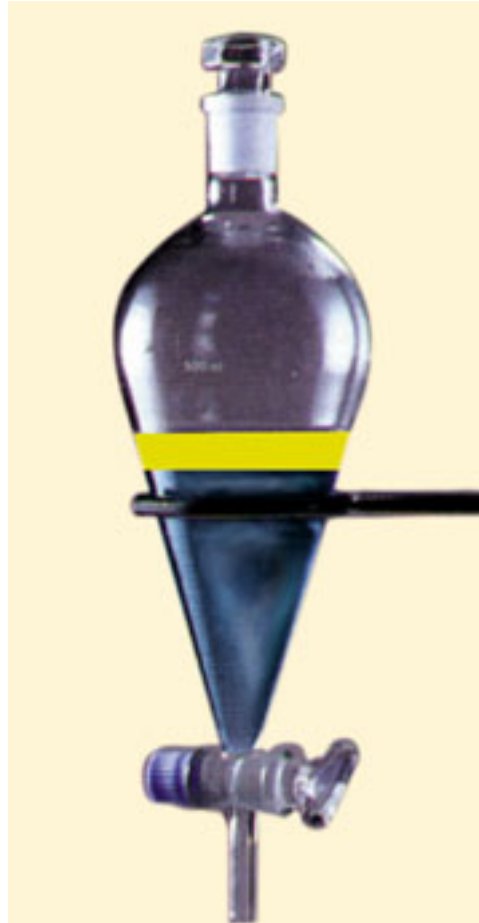
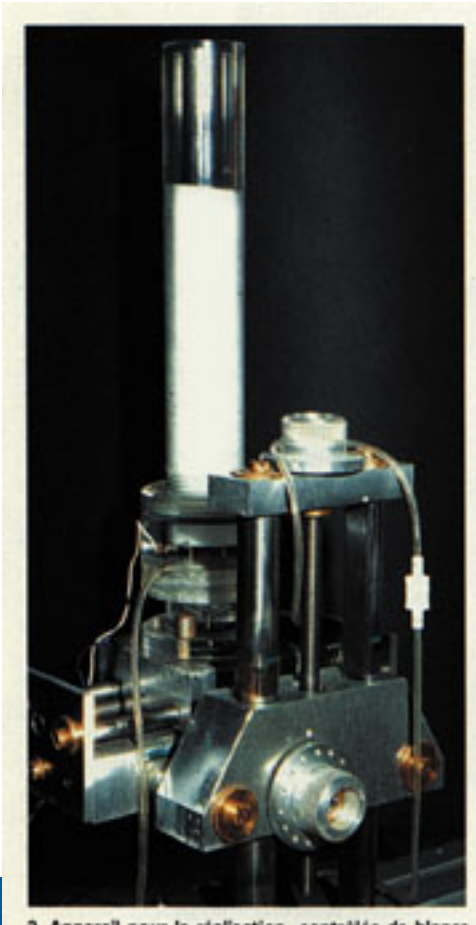


$$D_1(S)/D_3$$

HERVÉ THIS, *FORMAL DESCRIPTION FOR FORMULATION*, IN *INTERNATIONAL JOURNAL FOR PHARMACEUTICS* (ACCEPTED FOR PUBLICATION).

5. Technology

MOLECULAR COOKING





14:40

1984!



INICON: A EUROPEAN PROGRAM

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying the INICON website. The browser's address bar shows the URL http://www.inicon.net/content/cms/front_content.php. The website header features the INICON logo and the tagline "Introduction of innovative technologies in modern Gastronomy for modernisation of Cooking". A navigation menu includes links for HOME, IMPRINT, and CONTACT. The main content area is titled "WELCOME" and features a quote by Heston Blumenthal: "IN ESSENCE ... the brain has tired of the same flavour and has become bored. This is one of the many reasons that we find main courses in gastronomic restaurants to be most uninteresting." Below the quote, a list of project goals is provided:

- NEW WAYS TO CREATIVE AND INNOVATIVE COOKING
- A BETTER UNDERSTANDING OF COOKING AND INGREDIENTS
- NEW TECHNIQUES AND NATURAL INGREDIENTS TO OVERCOME TECHNICAL GAPS IN GASTRONOMY
- NEW INSPIRATION FOR NEW FOOD PRODUCTS
- SUSTAINABLE COLLABORATION BETWEEN CHEFS, SCIENCE AND FOOD INDUSTRY

The text continues: "are the visions shared within the European Research Project INICON. This web-site is the first portal towards information and services that will help to put those visions into reality - and it is growing successively during the project run-time (2003 - 2005). Enjoy a glance at the Art of Cooking, in-sight into Science and Molecular Gastronomy or establish contact, if you are interested in a collaboration with Europe's leading Chefs to explore new work fields." A search bar and a "Search" button are located below the text. On the right side, there are two menu sections: "CONTACT" with links for PROJECT, PARTNERS, BOARD, and GUESTBOOK - VIEW; and "INFORMATION & SERVICES" with links for RELATED SITES, Our Recipes, DOCUMENTS, and Molecular Gastronomy. The browser's status bar at the bottom shows "Terminé" and "Internet".

The issue of ice creams and sherbets

アトランティック産平目の骨つきロティ、ロマーメレタス、レクリスと抹茶のソース
魅惑的な車海老のカクテル、リコッタとほうれん草の透明なラヴィオリ
お好みで“ハワイ産赤塩、島唐辛子、レモンゼストのメランジェ”と共に

LE BŒUF 牛フィレ肉

*Filet de bœuf grillé (origine Hokkaido) ; gras de seiche et caviar osciètre; salsifis caramélisés.
Fondue d'oseille au shiso. Quinoa au jus de viande.*

北海道産牛フィレ肉のグリエ; 甲イカ、オシエトラキャビア、西洋ゴボウのキャラメリゼ、
紫蘇風味のオゼイユフォンデュ ジュでからめたキノワと共に

LE CANARD 鴨料理

*Tranches de canard de Challand au vadouwan, radis noirs braisés, dattes aux noisettes.
Pommes Inka fondantes aux fruits de la passion. La cuisse traitée en salmis, à l'aubergine.*

シャラン産鴨の“ヴァドゥヴァン”黒大根のプレゼ ノワゼットとナツメヤシの“プーシェ”
インカの目覚めのフォンダン パッションフルーツのアクセント 赤ナスを添えた腿肉のサルミ

COCHON & ABALONE 豚と鮑の一皿

*Noix de cochon (origine Mr. Hayashi) rôtie à la sauge, himéringo pochée aux raisins blonds,
biscuit roquette et palette ibérique. Velouté et glace de potimarron. Abalone et chorizo à la coriandre.*

セージが香る林牧場産の豚ロースのロティ 姫りんごのファルシ ブドウの香り
ロケットのビスキュイ かぼちゃのヴルーテ イベリコチョコリソー 鮑のコリアンダー添え

The issue of soufflés

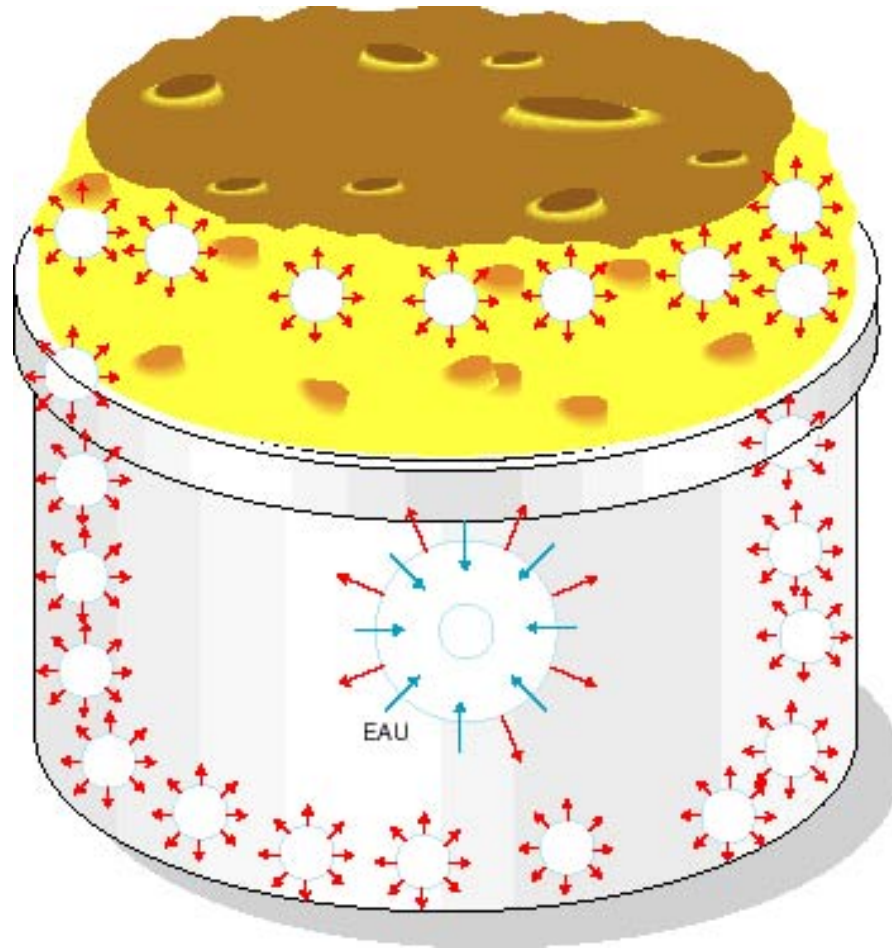
7品からなる“ひらめき”のデザート
季節のフルーツから程良い甘さのコンフィズリー、ショコラ

UN BISCUIT CHAUD ビスキュイ・ショー

*Biscuit soufflé aux cassis · Le sorbet.
Crème paresseuse à l'eau de vie, Tuile croustillante.*

カシスのビスキュイスフレ ソルベ
オー・ド・ヴィのクレームパレسسーズ 食感のあるチュイルを添えて

Vaporization drives the soufflé up





H. This, *Molecular Gastronomy*,
in *Angewandte Chemie*, 2000.

Vegetables Demi glaces

LE MENU DU SOIR...

001

(Minimum 2 Personnes お2人様より)

*Gelée "Noire", crème de foie gras au porto;
betteraves rouges "cuisinées". Pain dentelle aux mendiants.*

黒いジュレをまとったポルト酒風味のフォワグラのクリーム、赤ピーツのアイスクリーマンディアンのカリカリトーストを添えて

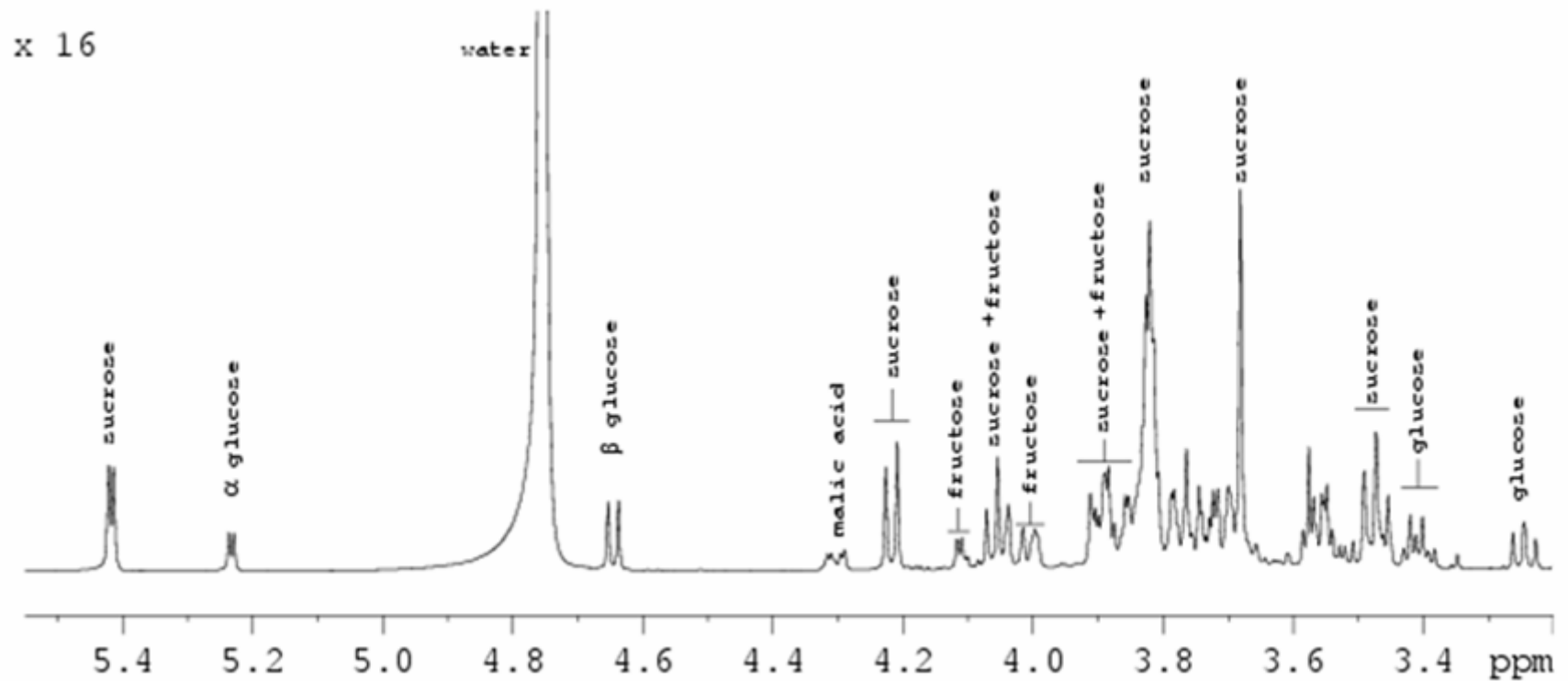
TT *Corolle de St-Jacques au curcuma, une noix enrobée d'un suc de cidre, crème de choux,*
ターメリックの効いた帆立貝のロザス仕立て、カリフラワーのクリーム

TT *Pavé de bar voilé de farine de pois chiche, fondue d'endive et côte de romaine en amert*
スズキのムニエル、エジプト豆の粉を使って
ほろ苦い野菜たち(アンディーヴのフォンデュ/ロメインレタス/大根のカンパリ漬け)

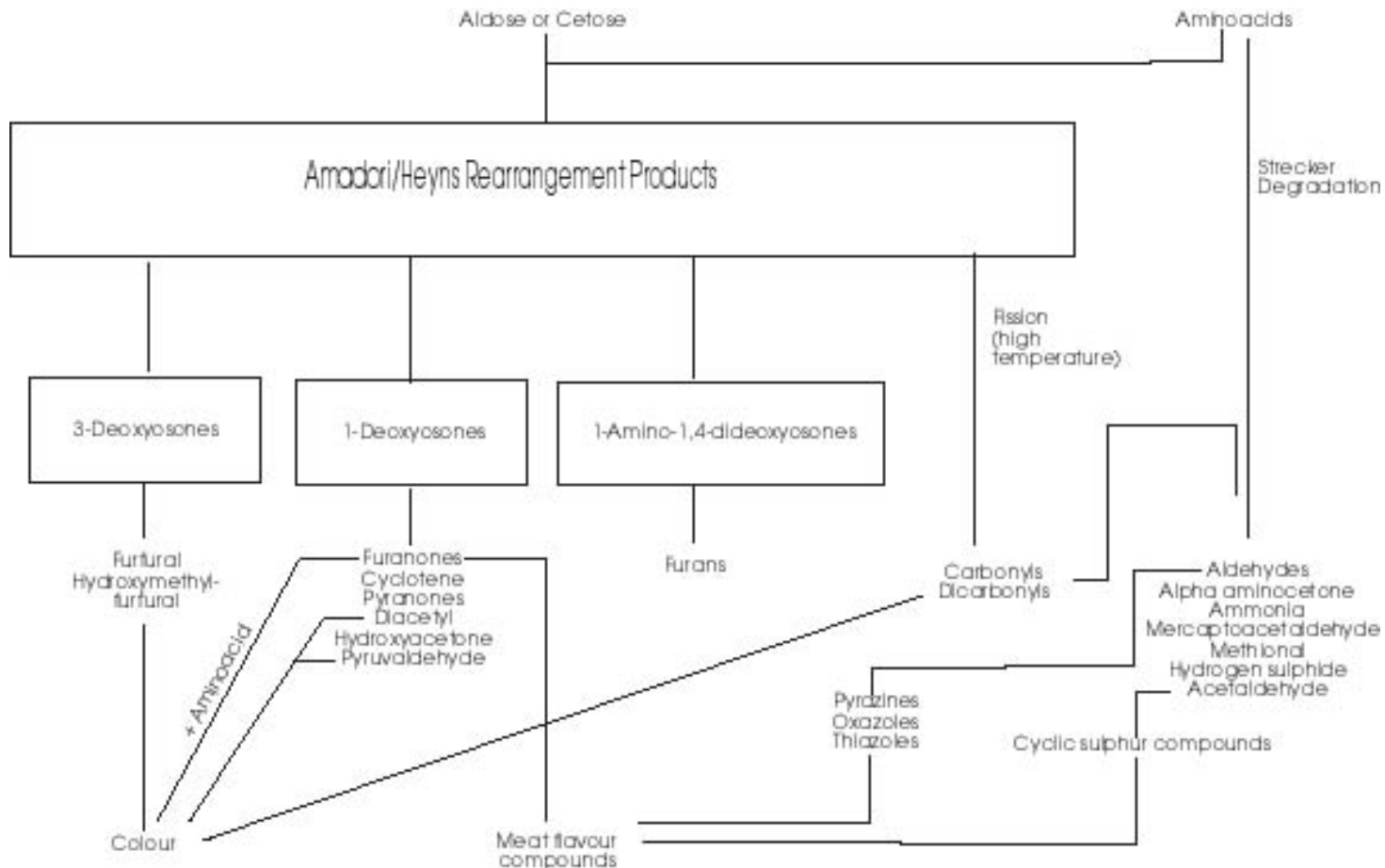
Mitonnée de coquillage au beurre Nantais, poireau.

小さな貝類の"ミトネ"、高貴なバターの香り
ポトフ仕立てに火を入れたこぶみかん風味のポロ葱

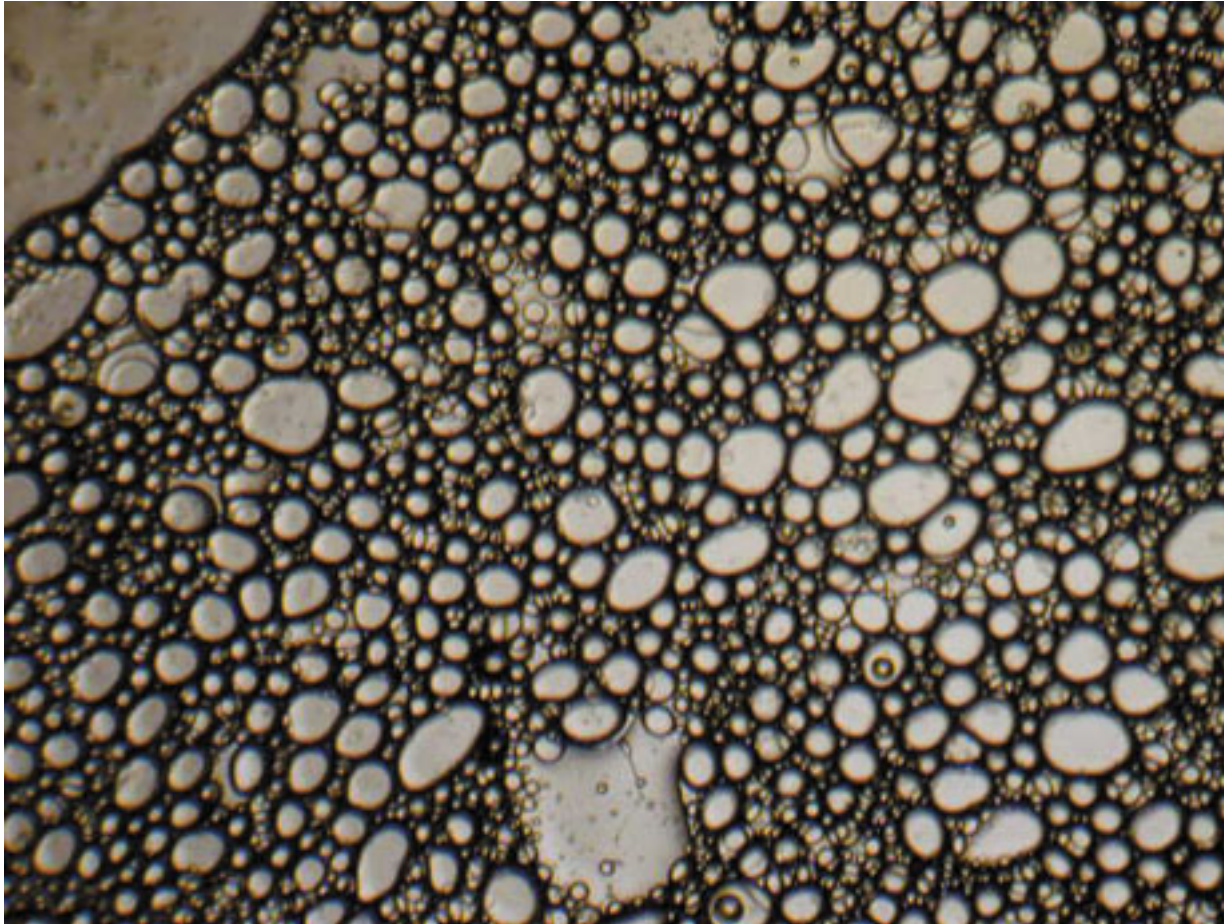
Sugars from a carrot stock



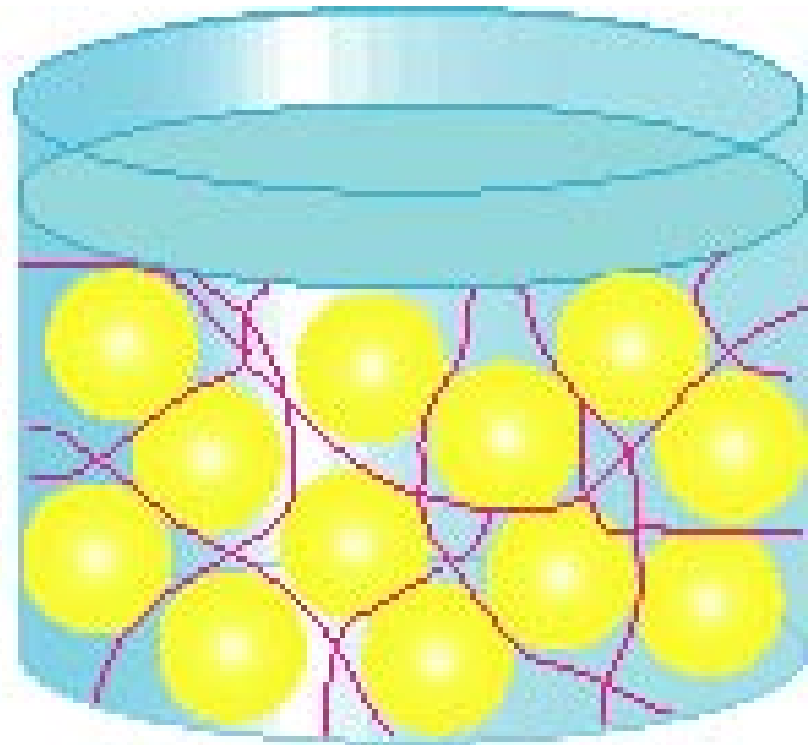
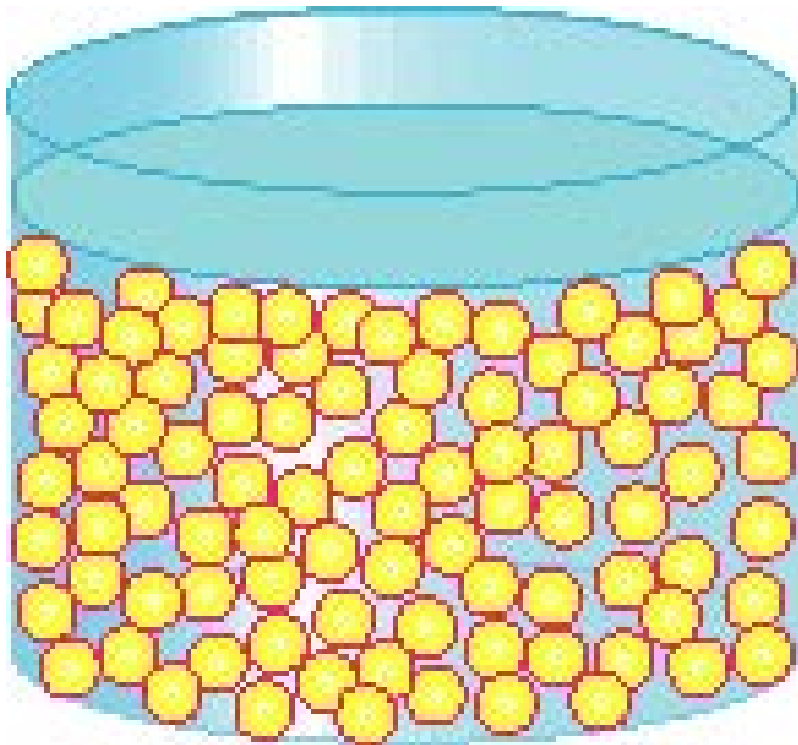
You're missing the amino acids to make Maillard Reactions



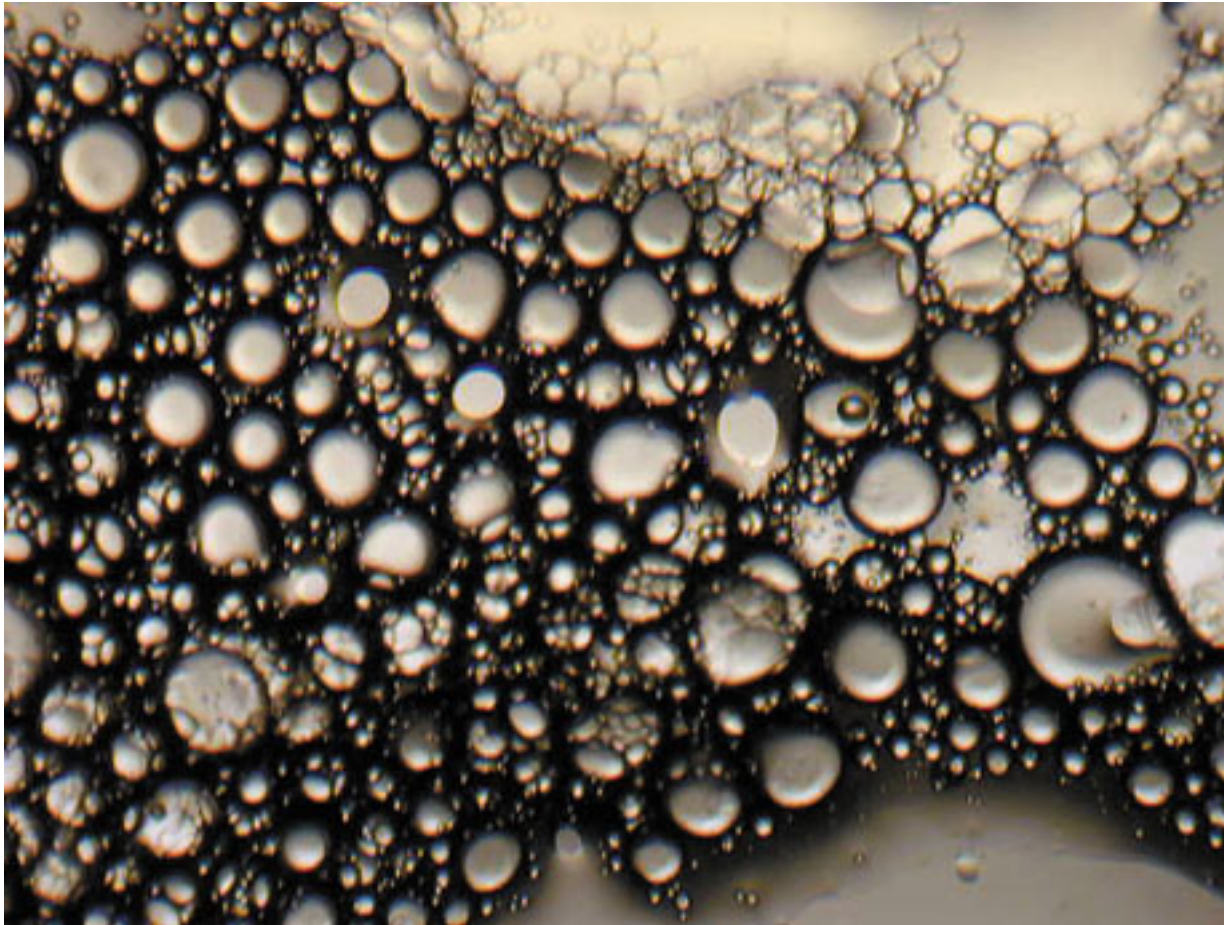
« Olis » and their cousins



Emulsions trapped in gels



Jellified emulsions

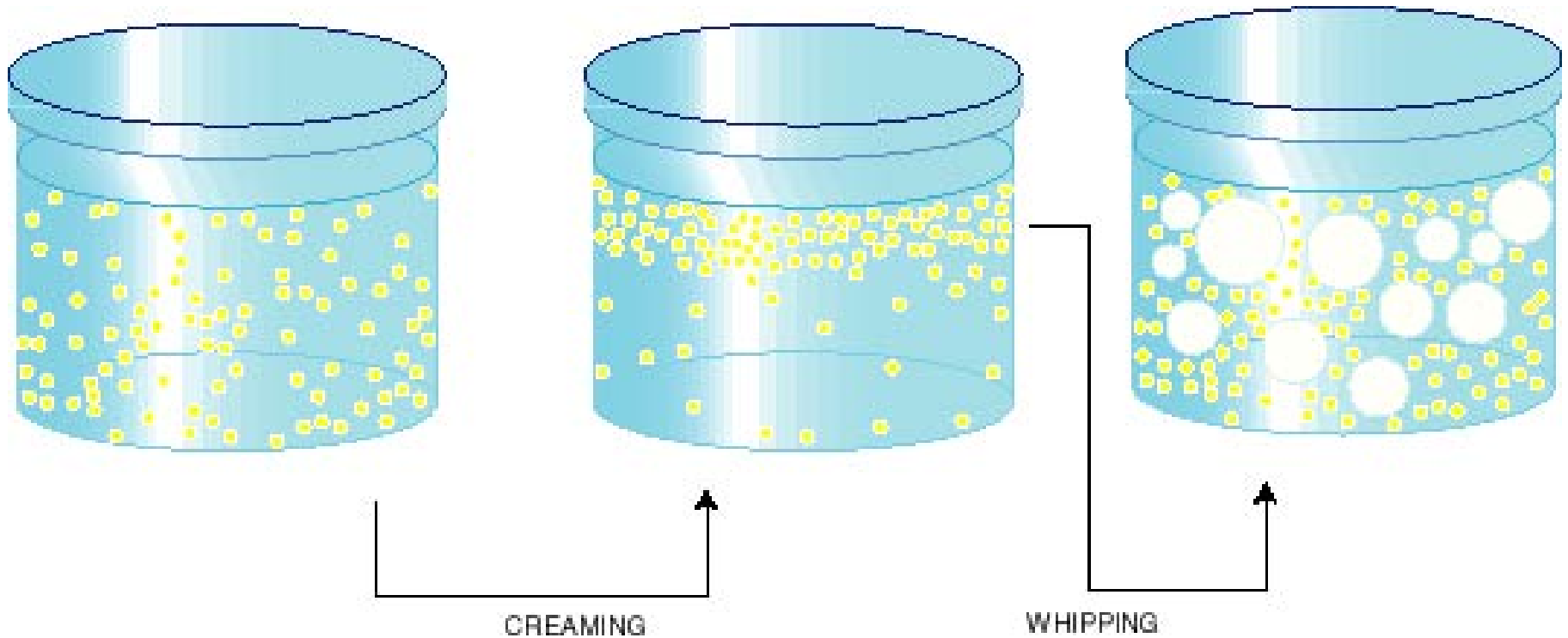


In a chemical gel



15:32

Formalism leads to generalizations



From chocolate bearnaise...



... to Chocolate Chantilly





With the same process :
 $O/W + G \rightarrow (G + O)/W$

And also :

Fromage Chantilly

Foie gras Chantilly

Beurre Chantilly

...

Pierre Gagnaire - Microsoft Internet Explorer

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

Précédente Rechercher Favoris Média

Adresse <http://www.pierre-gagnaire.com/francais/cdmodernite.htm> OK Liens »

Pour le chimiste, l'eau, c'est l'eau, et même si du bouillon n'a pas le même goût que du jus d'orange, les deux liquides sont majoritairement composés d'eau.
 Dans cette eau, le procédé précédemment décrit disperse de la matière grasse :
 en 1995, il a proposé d'utiliser du chocolat en conservant le même procédé.

l'objet

sketch s'inscrire
 Pierre Gagnaire Culinaire Vitae
 Le Restaurant Culinaire Modernité
 Carte et menus 24 heures chez nous
 Réservations Services Humeurs et recettes

femme de chef

LES TOMATES...

Beurre de tomate chantilly.

Le marché pour 4 personnes.

- 2 tomates de taille moyenne (280gr environ)
- 50 gr de beurre
- 2 étoiles de badiane
- Sel et poivre

Méthode :

*Couper les tomates et les mixer à cru avec une pincée de sel.
 Passer le tout au tamis pour obtenir un jus un peu épais.
 Fondre les 50gr de beurre (sans les cuire)
 et faire infuser les deux étoiles d'amis (concassées) pendant 5 minutes environ.*

idees recettes de Pierre Gagnaire :

SOLE MEUNIÈRE beurre de cuisson chantilly.
 BEURRE DE TOMATE CHANTILLY.

Chantilly »
 le gras Chantilly »
 du beurre,
 dans de l'eau,
 appropriées
 ne Chantilly :

Royales at the extreme

HOMMAGE À TOKYO 東京に敬意を表して (minimum 2 personnes お2名様より)

Bouillabaisse comme une royale.

Gras de thon rouge laqué d'un suc de carotte à l'orange.

Saint-Jacques enrobée d'une mousseline; infusion de légumes à la citronnelle agrémentée d'une pointe de miel. Pressé de crabe au yuzu, pâte de haricot Tarbais au curry doux.

Oursins et petites crevettes au beurre moussoux; une crêpe de blé noir. Cresson aux algues.

ブイヤベースの“ロワイヤル”

大トロのスライス オレンジと人参のエッセンスを効かせて

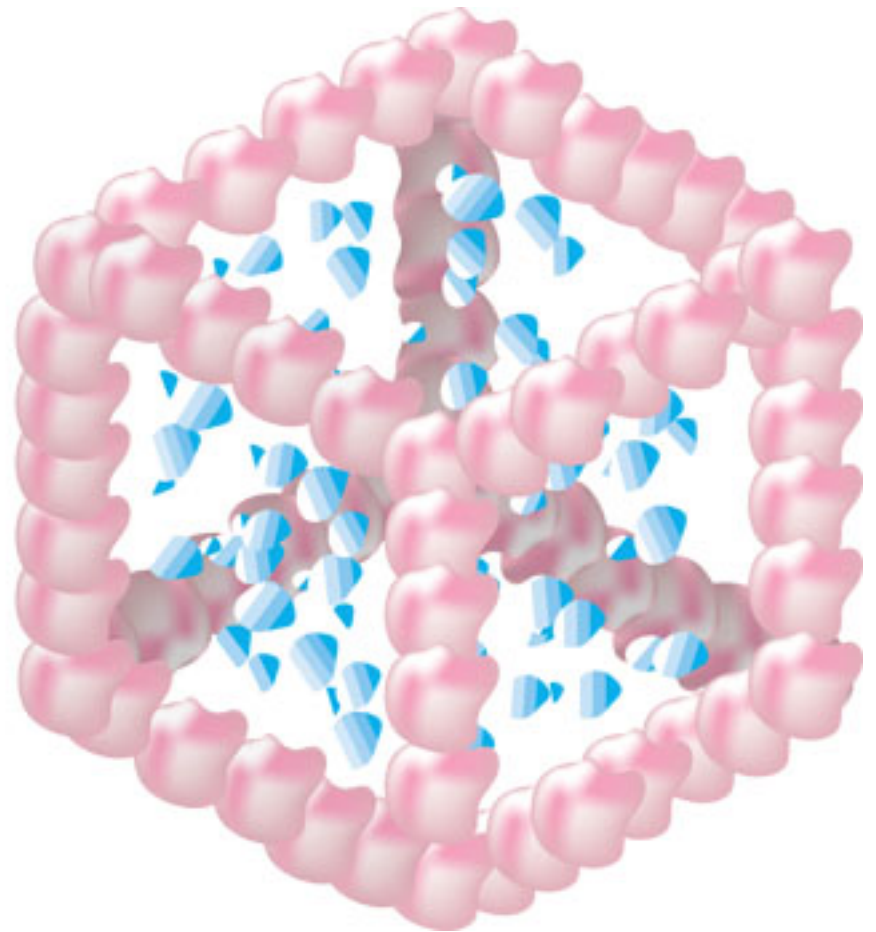
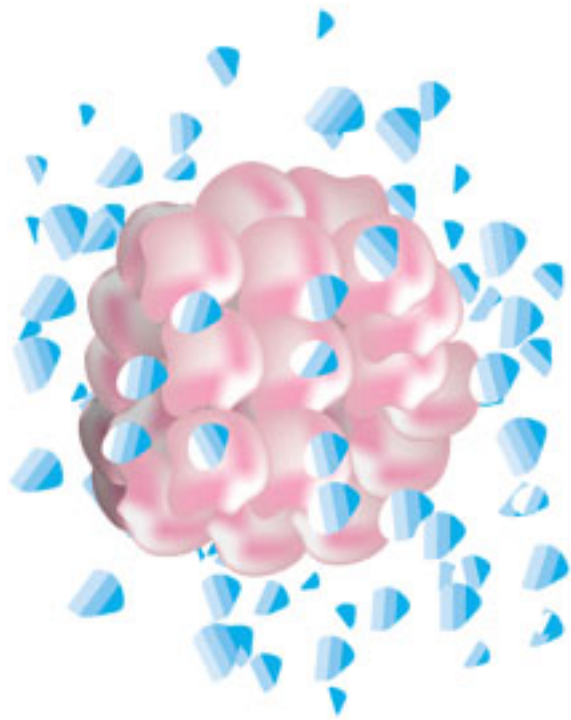
帆立貝のムースを浮かべたレモングラスのアンフュージョン ハチミツのアクセント

松葉ガニのサラダ 柚子の香り タルブ産インゲン豆のカレー風味

そば粉のクレープで包んだ車海老とウニのバターソテー クレソンと岩のりのピューレを添え

LE VÉGÉTAL -14 Variétés- 14種類の野菜料理

Soubise d'oignon aux céleris, poireaux à la moutarde de Meaux, voile de choux rouges acidulé, crumble torrifié. Gelée de concombre à la pomme verte, glace artichaut.



A dish in honor of Michael Faraday



Un nombre infini de mets nouveaux

Méthode générale :

- considérons k phases :

A B C D E ... K

- Entre chaque paire de phases, ajoutons un connecteur : /, +, @ or σ
- Puis ajoutons des parenthèses.

Avec 3 phases : 1200 formules possibles !

One dish in the infinity

- Choisissons une formule telle que :
- $((G+S1+O) / W) / S2.$
- Et faisons un plat au homard

How to make it :

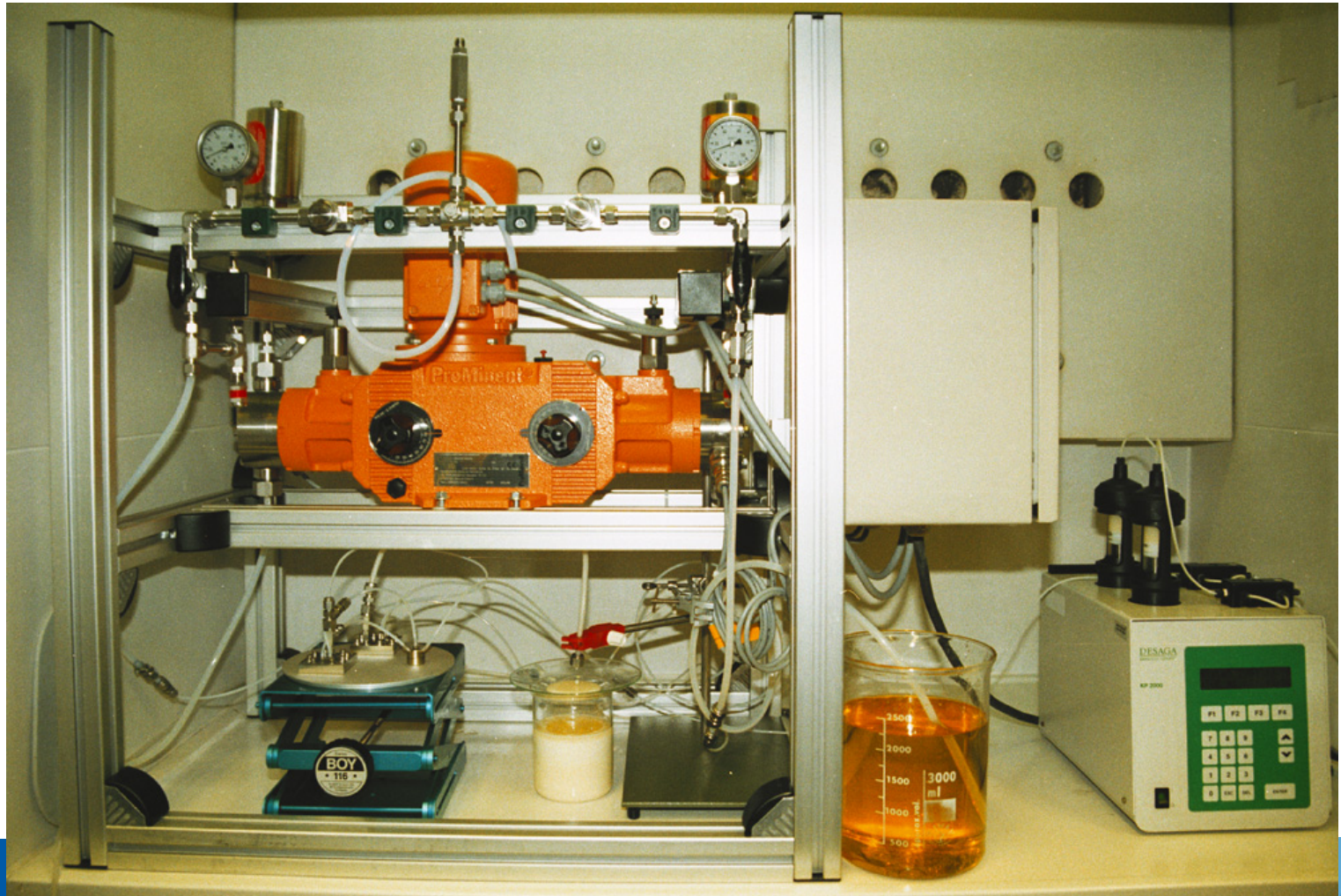
- 1. prepare a lobster oil O
- 2. add the meat S1
- 3. prepare a bisque W
- 4. disperse the meat S1 and the oil O in the bisque W using gelatine as a surfactant
- 5. foam G
- 6. wait for jellification S2

$((G+S1+O) / W) / S2$

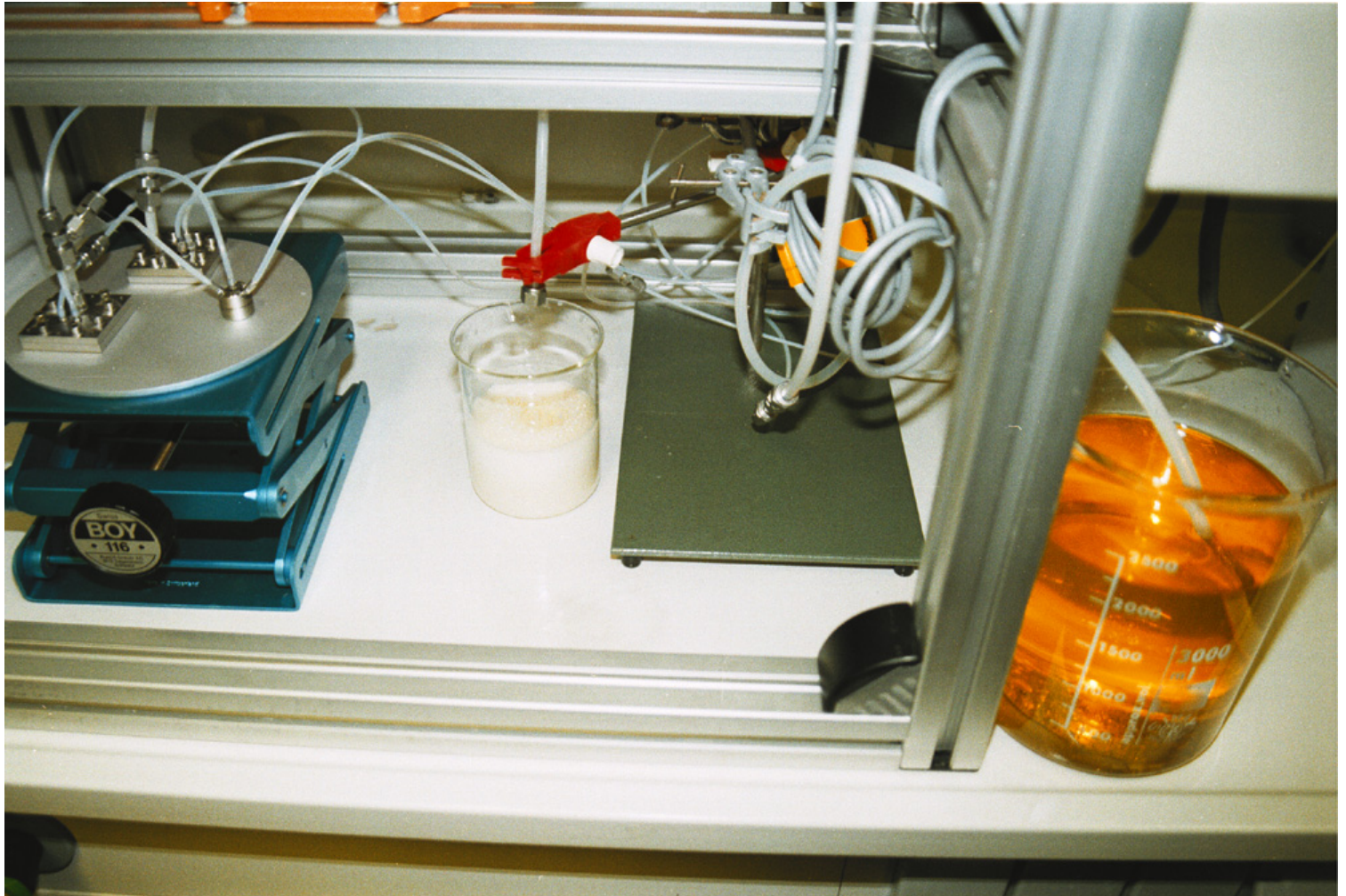
Faraday of lobster



January 2003 : robots to make new dishes



$$(G + O + S) / W$$

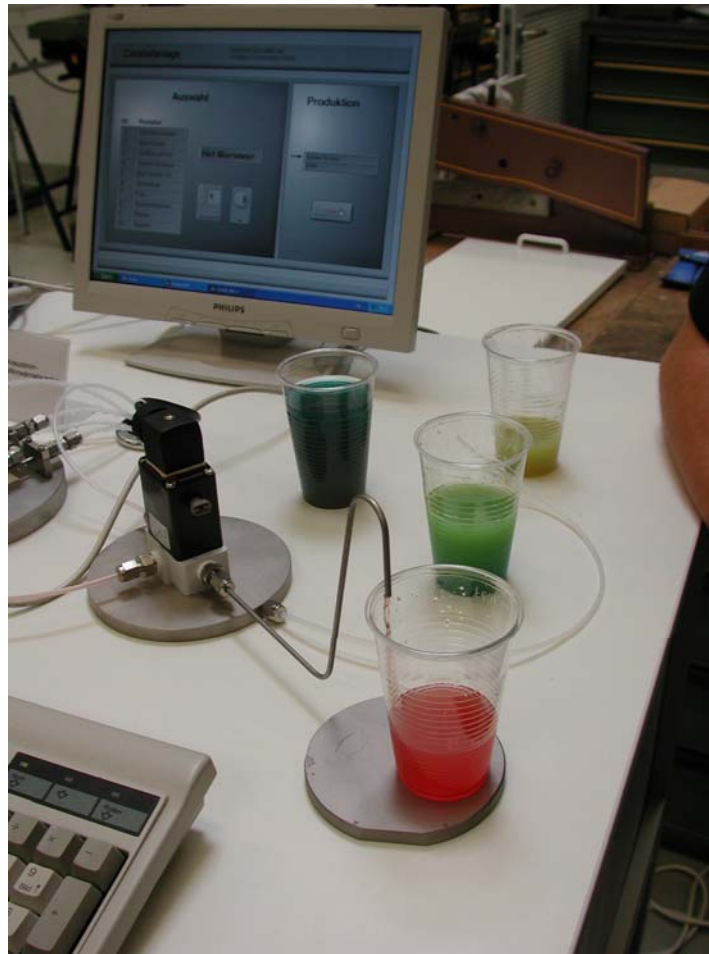




May 2003, Franckfurt : a more powerful prototype



Cocktails « sur mesure »



November 2003 : a « Pianocktail »



The microreactor at the core



One innovation per month

Pierre Gagnaire, le restaurant - Microsoft Internet Explorer

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

Précédente Recherche Favoris Média

Adresse <http://www.pierre-gagnaire.com/> OK Liens >>

PIERRE GAGNAIRE

Je veux que mon restaurant
soit un lieu ouvert,
c'est-à-dire dynamique,
présent aujourd'hui,
tourné vers demain
mais soucieux d'hier,
et qui ne perde jamais de vue
son objectif :
donner du plaisir par la cuisine,
une cuisine généreuse, vivante,
avec le risque de ces fausses
notes
que certains me reprochent ;
qu'ils me pardonnent
mon excès de vitalité !

Pierre Gagnaire

conception réalisation Aragorn
photos Alexandre Lardeur, Owen Franken et Jacques Gavard

24 heures chez nous s'inscrire

sketch

femme de chef

Carte et menus

Pierre Gagnaire

Culinaire Vitae

Le Restaurant

Culinaire Modernité

Réservations Services

English version

Humeurs et recettes

Pierre Gagnaire - Microsoft Internet Explorer

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

← Précédente → Recherche Favoris Média

Adresse D:\Hervé\Communication\Orale\Conférences, séminaires\Documents pour conférence\pages internet\Pierre Gagnaire, culinaire modernité 1.htm OK Liens >>


Pierre Gagnaire / Vie / Cuisine / Sens / Harmonie / ... / **Culinaire modernité**

Complicité avec Hervé This

La soupe à l'oignon,
huile de courge et galette de parmesan
ou comment créer un flan

Elaboration du menu " gastronomie moléculaire "

janvier 2003 : le beurre chantilly
novembre 2002 : la cuisine en
formules
juin 2002 : L'œuf à 65°C



l'objet



le beurre chantilly

Le beurre Chantilly

Je prends les devants parce que je sais qu'il y a un risque de confusion : il n'y aura pas de crème, dans ce nouvel ingrédient. Seulement du beurre et de l'eau, plus des molécules odorantes. Oui, mais avant d'arriver à la recette proprement dite, je dois parler du lait et de la crème.

Le lait est blanc

parce que c'est ce que l'on nomme une « émulsion » : il est majoritairement composé d'eau, mais, dans cette eau, sont dispersées des gouttelettes de matière grasse. Et le lait est blanc, quand il est éclairé par de la lumière blanche, parce que cette lumière vient se réfléchir sur les gouttelettes (l'eau, elle, laisse passer la lumière) : ce que nous voyons, ce sont les innombrables reflets sur les innombrables gouttelettes de matière grasse.

En voulez-vous une preuve ?

Eclairer du lait avec de la lumière rouge et vous le verrez rouge ! Donc le lait est fait de gouttelettes de matière grasse dispersées dans de l'eau (d'autres choses aussi, mais nous pouvons éviter de les évoquer). Quand on laisse le lait reposer, les gouttelettes de graisse viennent flotter en surface, ce qui engendre une émulsion concentrée en matière grasse, la crème, et laisse dans la partie inférieure du récipient une émulsion appauvrie : le lait écrémé.

Prenons cette crème, refroidissons-la et fouettons-la :

le fouet introduit des bulles d'air, qui sont piégées par la matière grasse, laquelle vient former une sorte de coque autour de chaque bulle. On obtient ainsi la crème fouettée, ou crème Chantilly, quand on ajoute du sucre. Nous sommes maintenant prêts pour décrire la nouvelle invention.

Pierre Gagnaire - Microsoft Internet Explorer

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

Précédente Rechercher Favoris Média

Adresse <http://www.pierre-gagnaire.com/francais/cdmodernite.htm> OK Liens »

Pour le chimiste, l'eau, c'est l'eau, et même si du bouillon n'a pas le même goût que du jus d'orange, les deux liquides sont majoritairement composés d'eau.
 Dans cette eau, le procédé précédemment décrit disperse de la matière grasse :
 en 1995, il a proposé d'utiliser du chocolat en conservant le même procédé.

l'objet

sketch s'inscrire
 Pierre Gagnaire Culinaire Vitae
 Le Restaurant Culinaire Modernité
 Carte et menus 24 heures chez nous
 Réservations Services Humeurs et recettes

femme de chef

LES TOMATES...

Beurre de tomate chantilly.

Le marché pour 4 personnes.

- 2 tomates de taille moyenne (280gr environ)
- 50 gr de beurre
- 2 étoiles de badiane
- Sel et poivre

Méthode :

*Couper les tomates et les mixer à cru avec une pincée de sel.
 Passer le tout au tamis pour obtenir un jus un peu épais.
 Fondre les 50gr de beurre (sans les cuire)
 et faire infuser les deux étoiles d'amis (concassées) pendant 5 minutes environ.*

idees recettes de Pierre Gagnaire :

SOLE MEUNIÈRE beurre de cuisson chantilly.
 BEURRE DE TOMATE CHANTILLY.

Chantilly »
 le gras Chantilly »
 du beurre,
 dans de l'eau,
 appropriées
 ne Chantilly :

INVENTION IS NOTHING, LET'S
REINVENT COOKING

Let's have an egg : 1.



1.1. Full egg

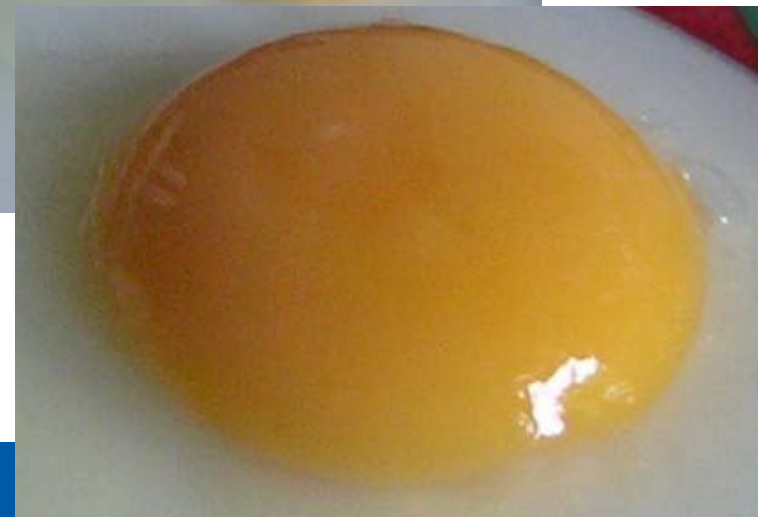
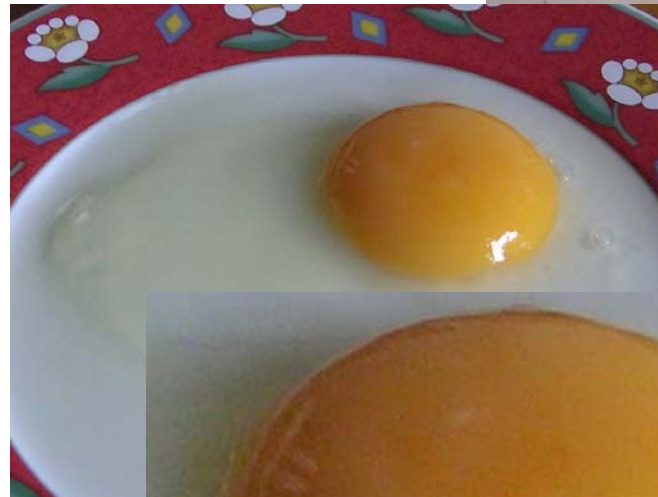
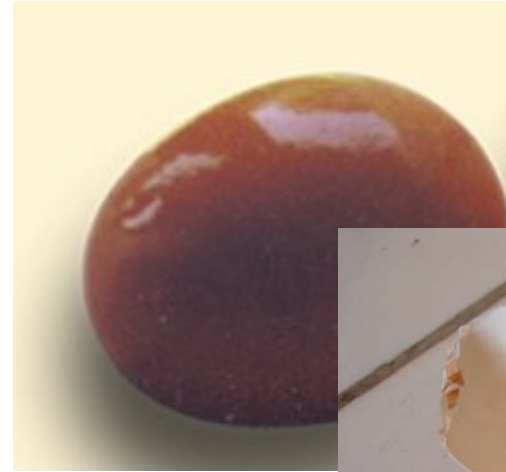
1.2. Shell alone

1.3. Yolk and white out of the shell but not mixed

1.4. Mixed yolk and white

1.5. Yolk alone

1.6. White alone



Let's now add
something

- 1 Nothing
2. Gas
3. Water
4. Oil
5. Solid
6. Ethanol
7. Acid
8. Alkali
9. Heat

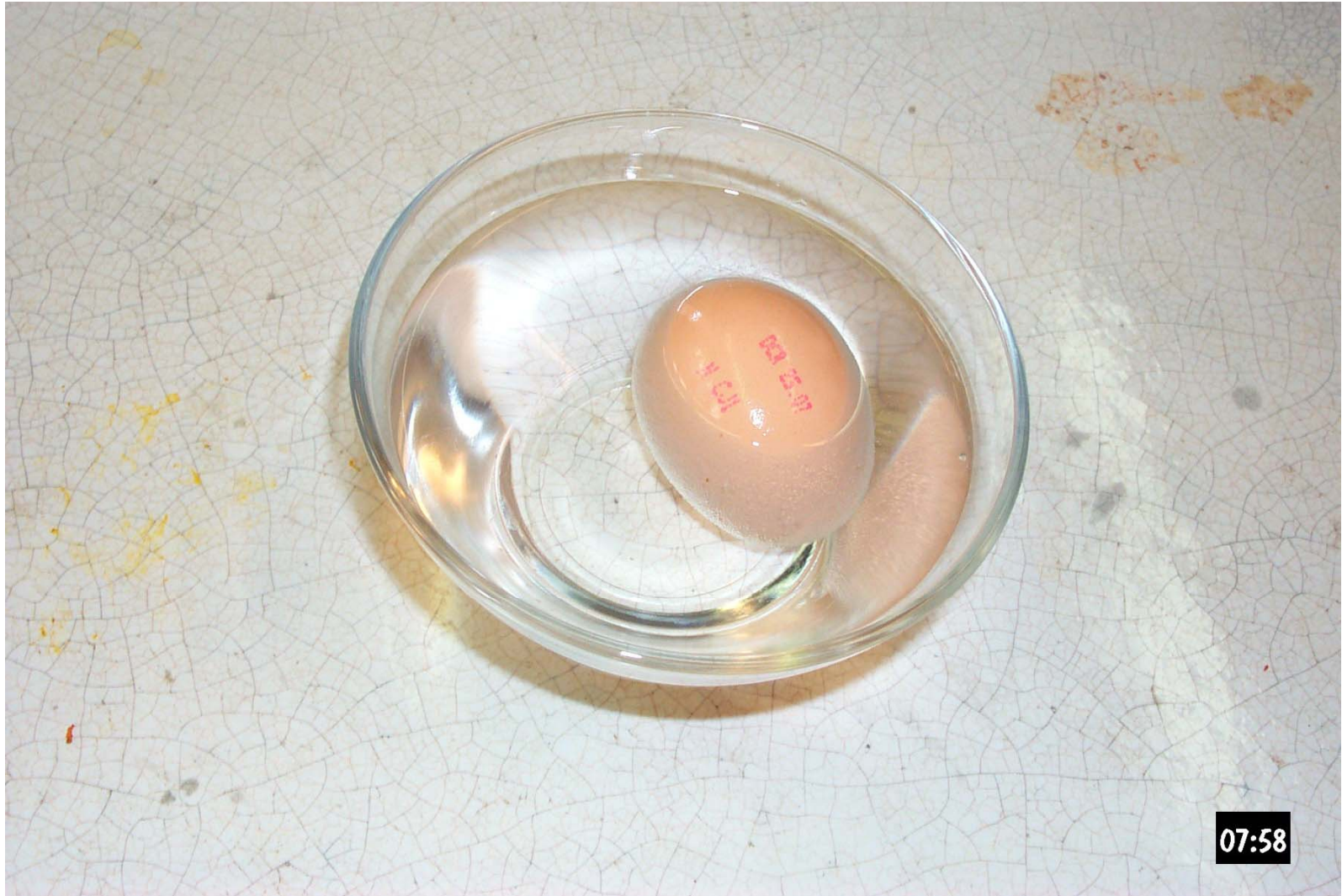
1. L'œuf entier					
1.1. Œuf entier dans sa coquille	1.2. Coquille seule	1.3. Jaune et blanc non mélangés sortis de coquille	1.4. Jaune et blanc mélangés	1.5 Jaune seul	1.6. Blanc seul
1.1.1 Rien 1.1.2. Gaz 1.1.3. Eau 1.1.4. Huile 1.1.5. Solide 1.1.6. Alcool : Beaumé 1.1.7. Acide : Œufs d'anti-cent ans 1.1.8. Base : Œufs de 100 ans 1.1.9. Chaleur : œuf dur, œufs à 6X°C	1.2.1. Rien 1.2.2. Gaz 1.2.3. Eau 1.2.4 Huile 1.2.5. Solide 1.2.6. Alcool 1.2.7. Acide 1.2.8. Base 1.2.9. Chaleur	1.3.1. Rien 1.3.2. Gaz 1.3.3. Eau 1.3.4. Huile 1.3.5. Solide 1.3.6. Alcool 1.3.7. Acide 1.3.8. Base 1.3.9. Chaleur : Œuf sur le plat, œuf cocotte,	1.4.1. Rien 1.4.2. Gaz : appareil à génoise 1.4.3. Eau : 1.4.4 Huile : mayonnaise (version ménagère) 1.4.5. Solide 1.4.6. Alcool : Thenard de blanc et jaune 1.4.7. Acide 1.4.8. Base 1.4.9. Chaleur : omelette, flans classique ou à 6X°C	1.5.1. Rien 1.5.2. Gaz 1.5.3. Eau 1.5.4. Huile : Mayonnaise 1.5.5. Solide 1.5.6. Alcool : Thenard de jaune 1.5.7. Acide 1.5.8. Base 1.5.9. Chaleur : jaune cuit	1.6.1. Rien 1.6.2. Gaz : blanc en neige 1.6.3. Eau 1.6.4. Huile : Geoffroy (émulsion de blanc) 1.6.5. Solide 1.6.6. Alcool : Thenard de blanc 1.6.7. Acide 1.6.8. Base 1.6.9. Chaleur : blanc cuit
			1.4.3.9. Lavoisier (royales de l'extrême),	1.5.3.9. Royale, flans, crèmes prises	1.6.2.2. Chaptal (appareil de cristal de vent



1.1.6. Alcohol : Baumé



1.1.7. Acid



07:58

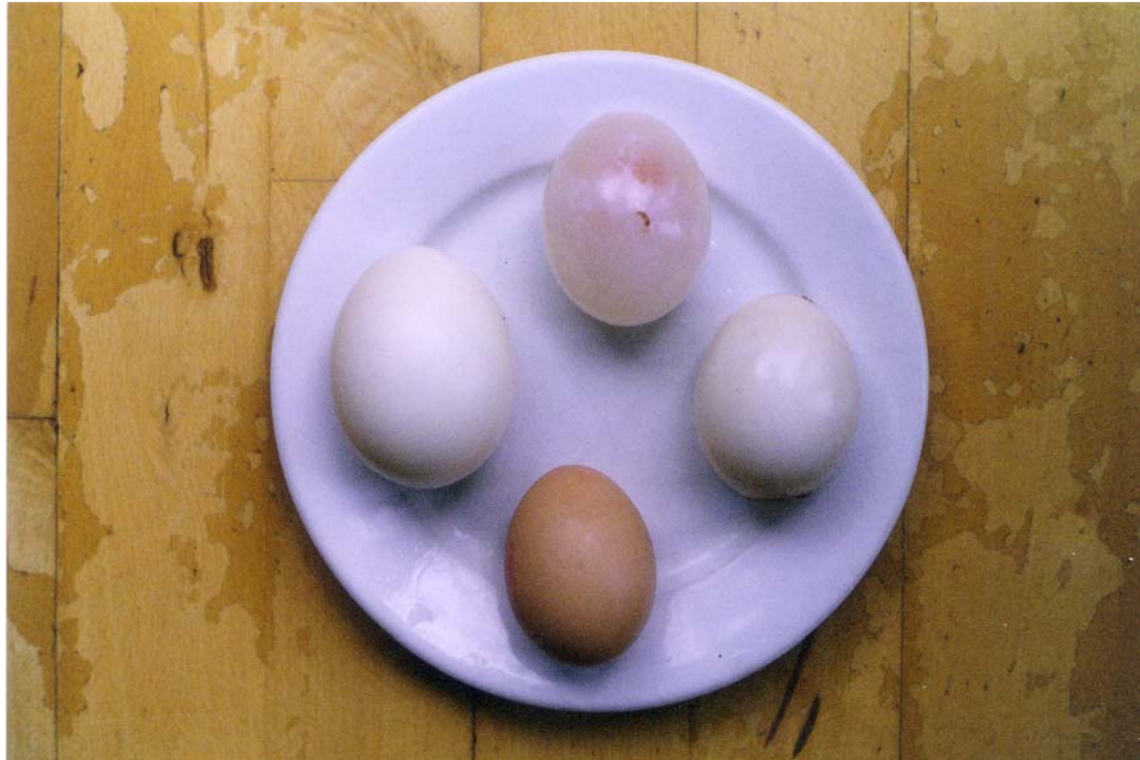


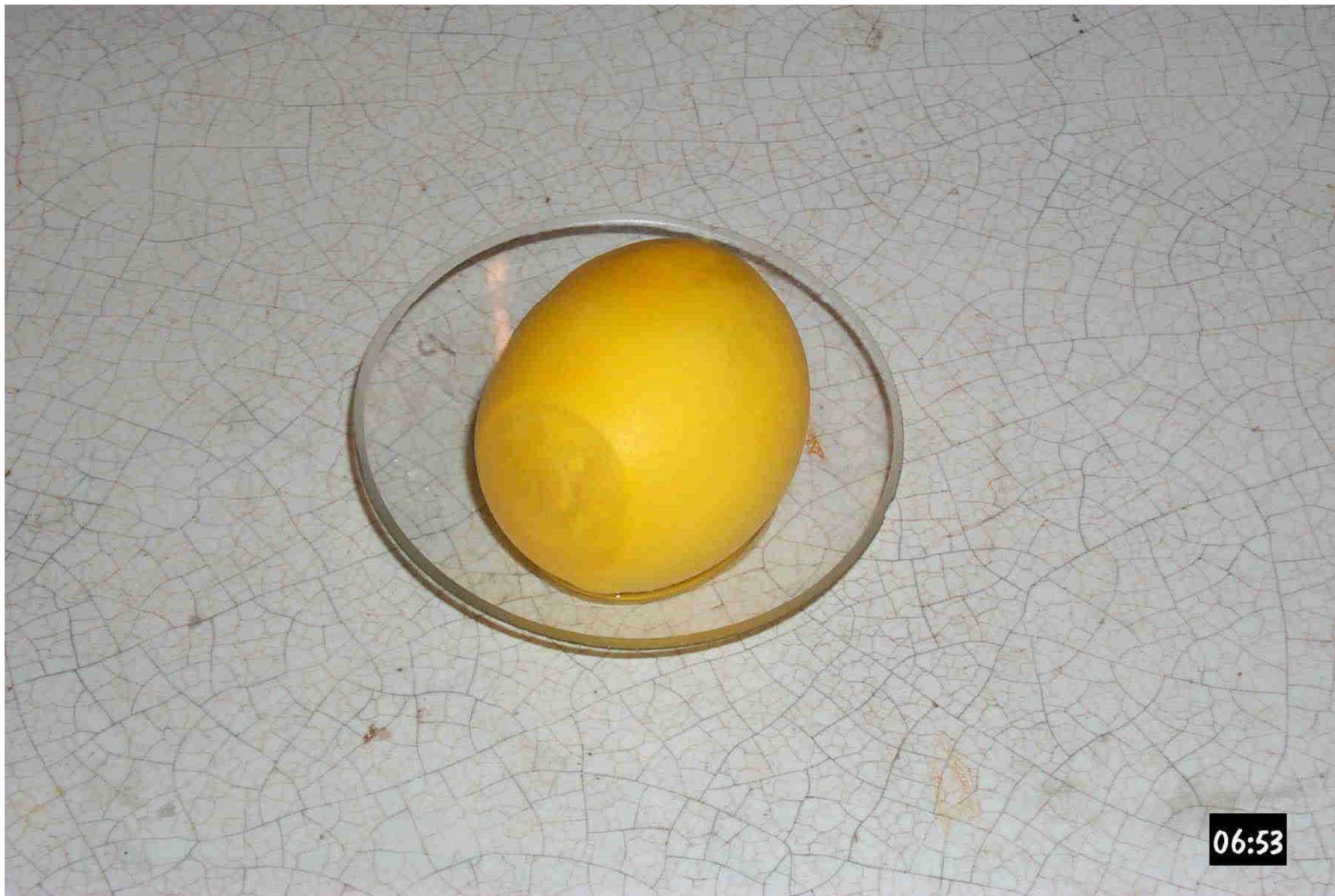
07:58





09:39

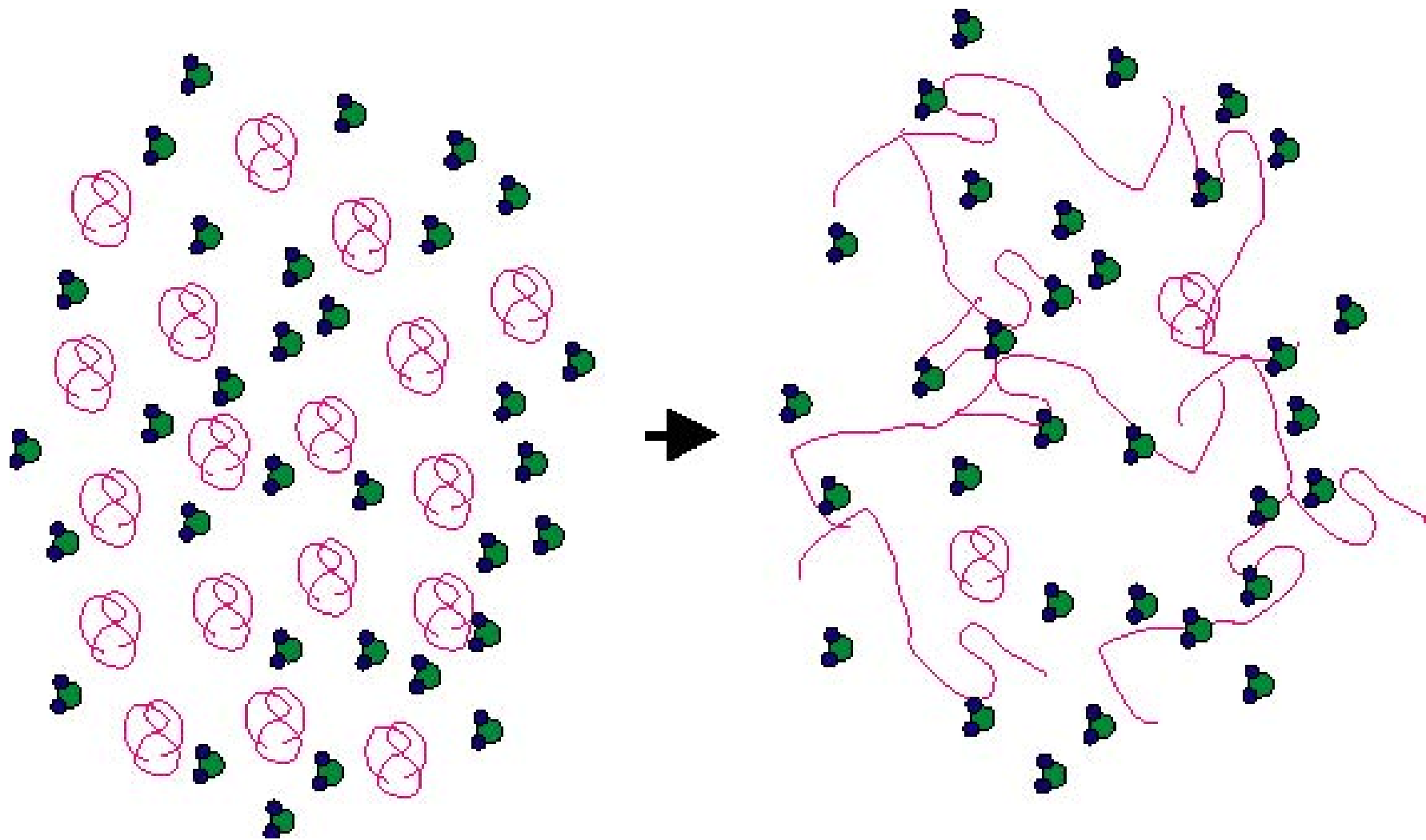


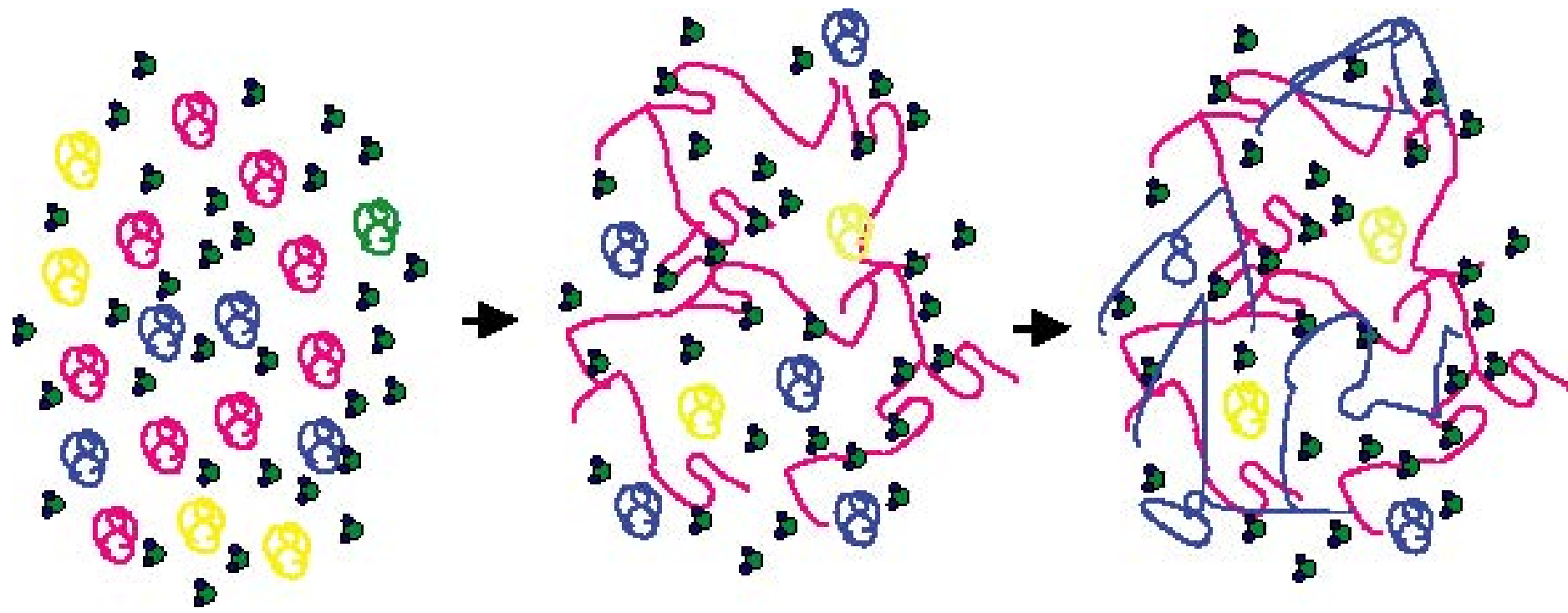


06:53

1.1.9. Heat







Denaturation temperatures

- POINTS DE DÉNATURATION : [\[1\]](#), [\[2\]](#)
- PROTÉINES TEMPÉRATURES DE DÉNATURATION
- DU BLANC : OVOTRANSFERRINE 61°C
- OVOMUCOÏDE 70°C
- LYSOSYME 75°C
- OVALBUMINE 84,5°C
- GLOBULINE 92,5°C

- DU JAUNE :
- LDL 70°C
- HDL 72°C
- LIVETINE ALPHA 70°C
- LIVETINE BÊTA 80°C
- LIVETINE GAMMA 62°C
- PHOSVITINE PLUS DE 140°C
- JAUNE COMPLET : 65-70°C (PARCE QUE LDL)
-
- [\[1\]](#) BIOCHEMICAL BASIS FOR THE PROPERTIES OF EGG WHITE, EUNICE LI-CHAN AND SHURYO NAKAI, IN CRITICAL REVIEWS IN POULTRY BIOLOGY, 1989, 2 (1) 21-58.
- [\[2\]](#) M THAPON ET M. BOURGEOIS, L'OEUF ET LES OVOPRODUITS, TEC ET DOC LAVOISIER, PARIS, 1994.

Eggs at 65°C : omsen tamago?



But then...

- EGGS AT 61°C
- EGGS AT 62°C
- EGGS AT 63°C
- EGGS AT 64°C
- EGGS AT 65°C
- EGGS AT 66°C
- EGGS AT 67°C
- EGGS AT 68°C
- EGGS AT 69°C
- ...



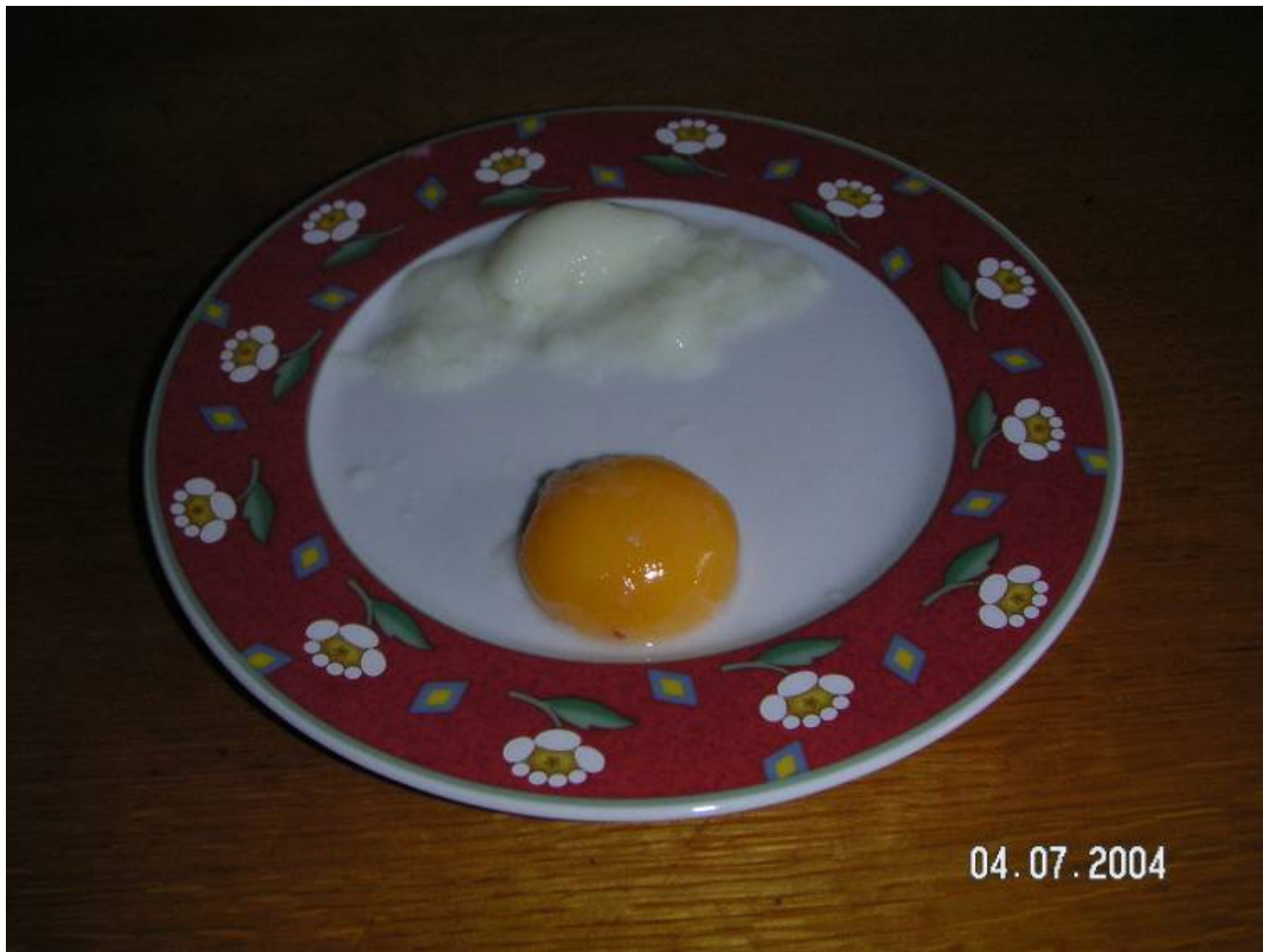






04.07.2004



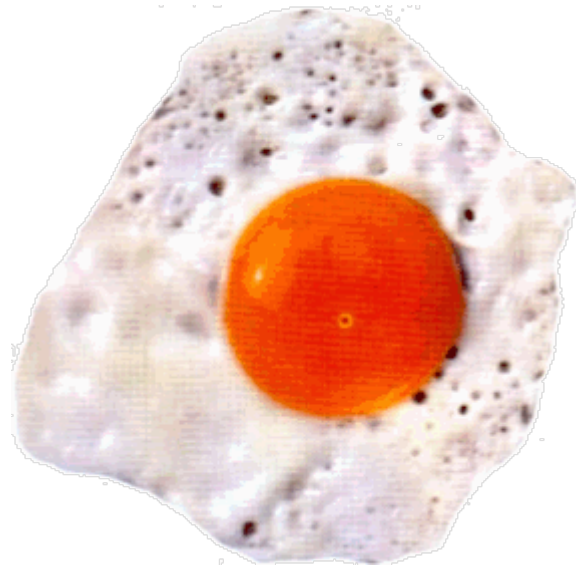


04.07.2004



04.07.2004

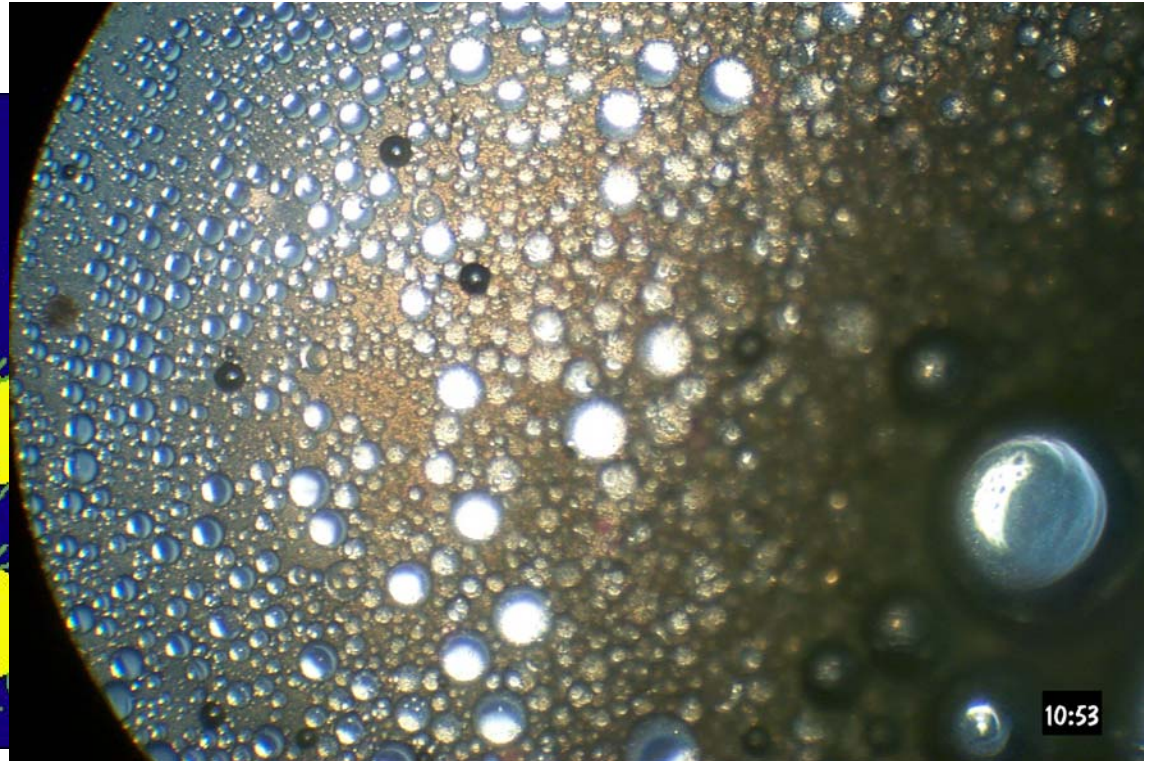
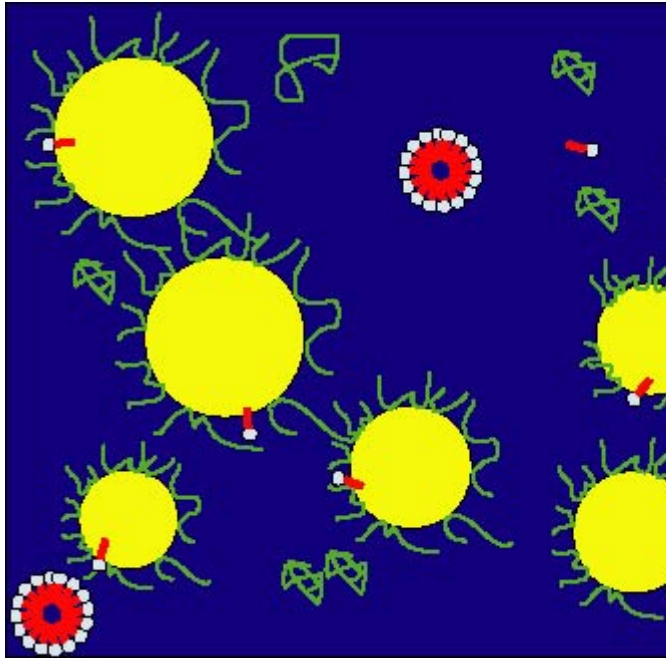
1.3.9. Fried eggs



1.4.9. Heat



1.5.4. with oil : Mayonnaise



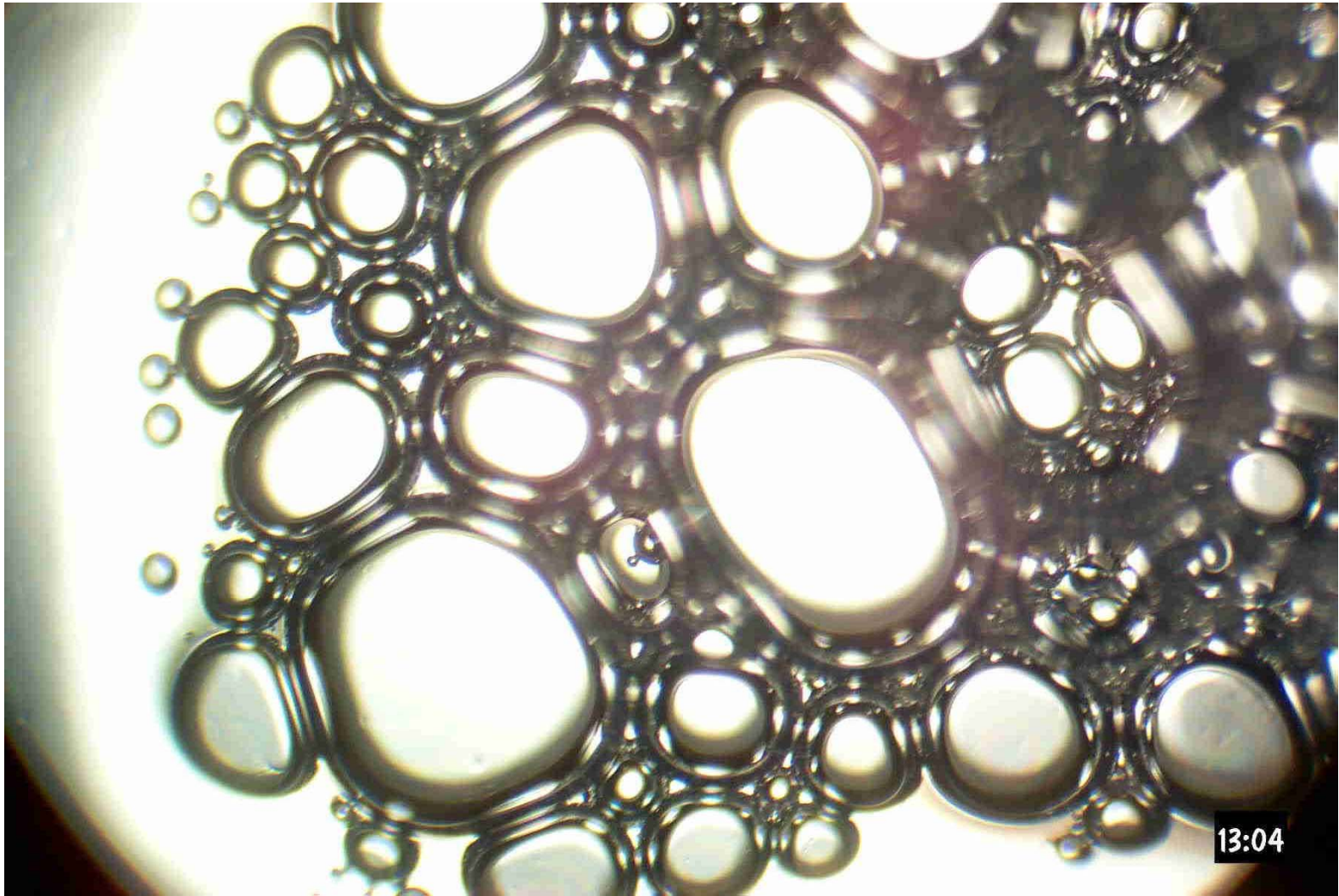
1.5.6. Alcool

- YOLK ALONE



Thenard of yolk : see Thenard
of white

1.6.2. Gas



13:04

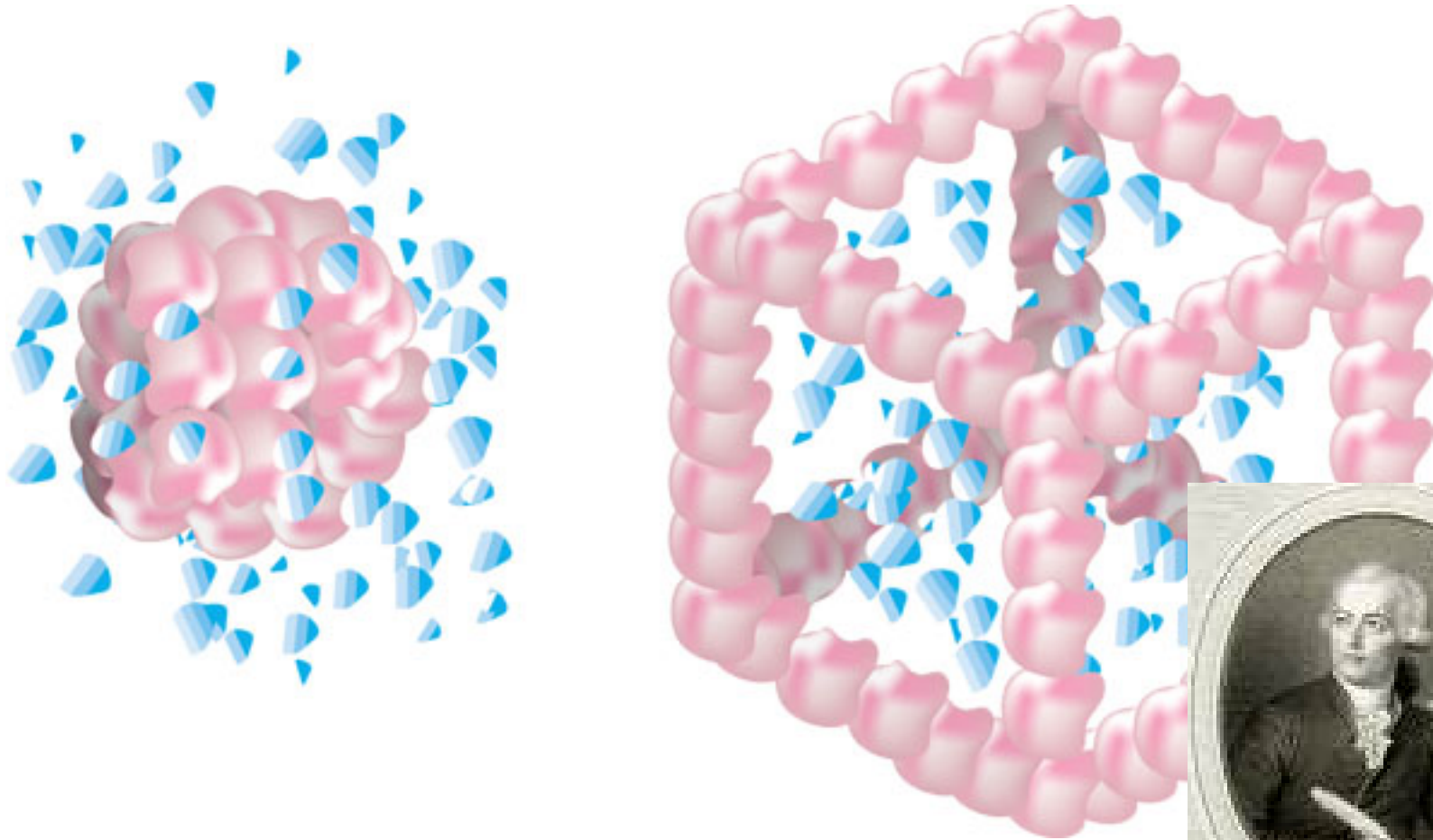
1.6.4. Geoffroy



1.6.6. Alcool : Thenard



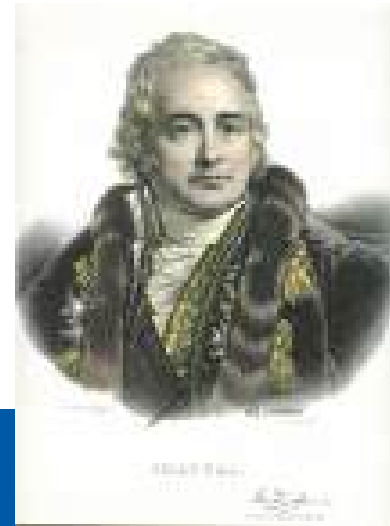
1.4.3.9. Lavoisier (extreme royales)



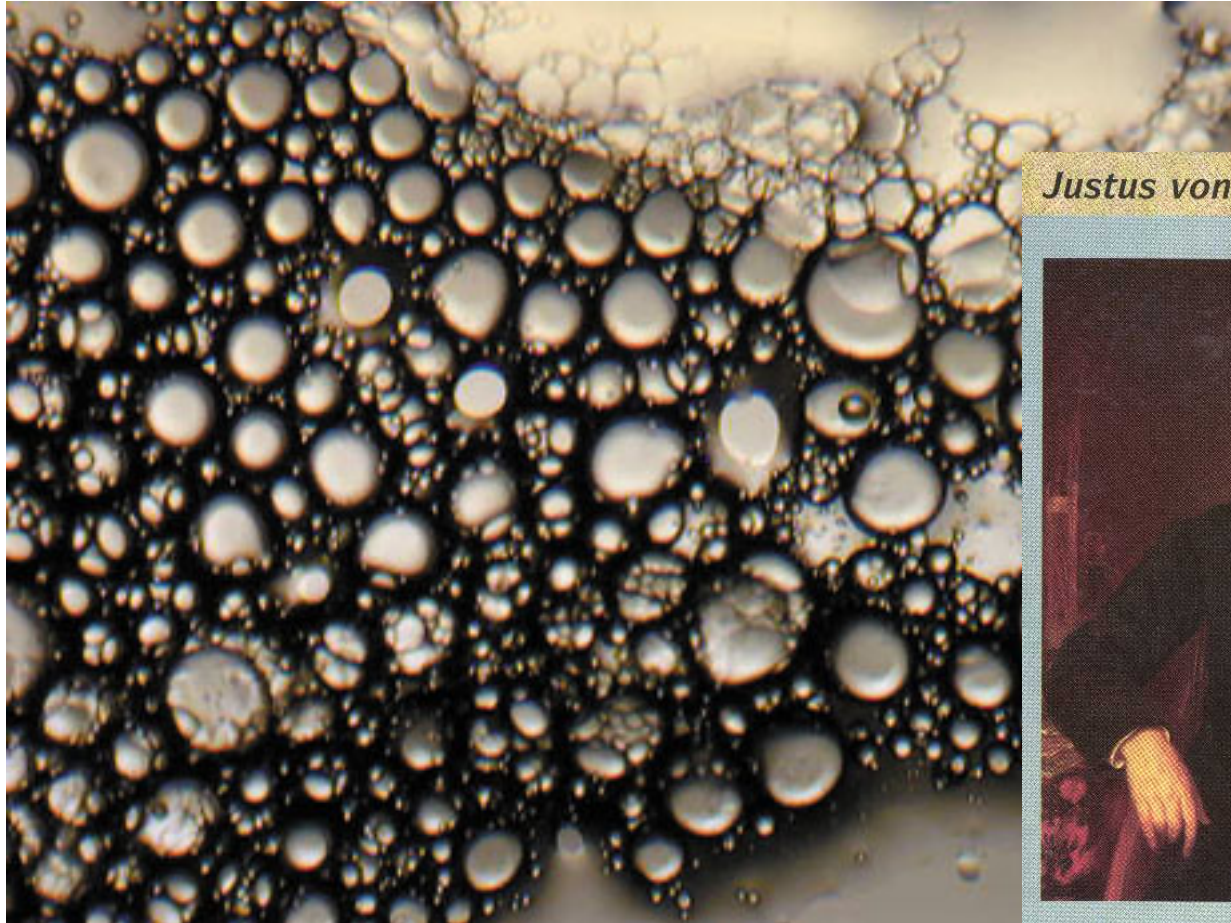
1.5.3.9. Flans



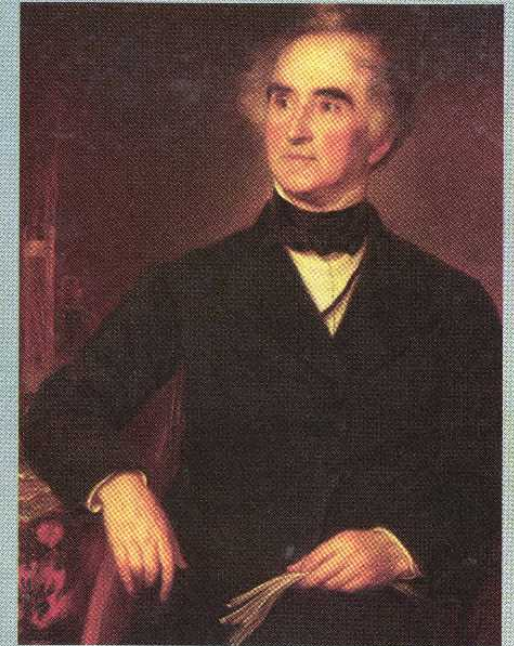
1.6.2.2. Chaptal (raw preparation for wind crystals)



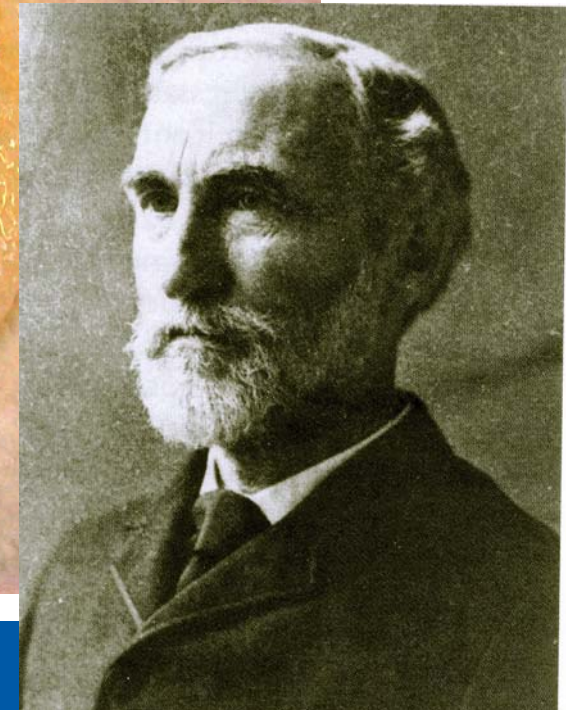
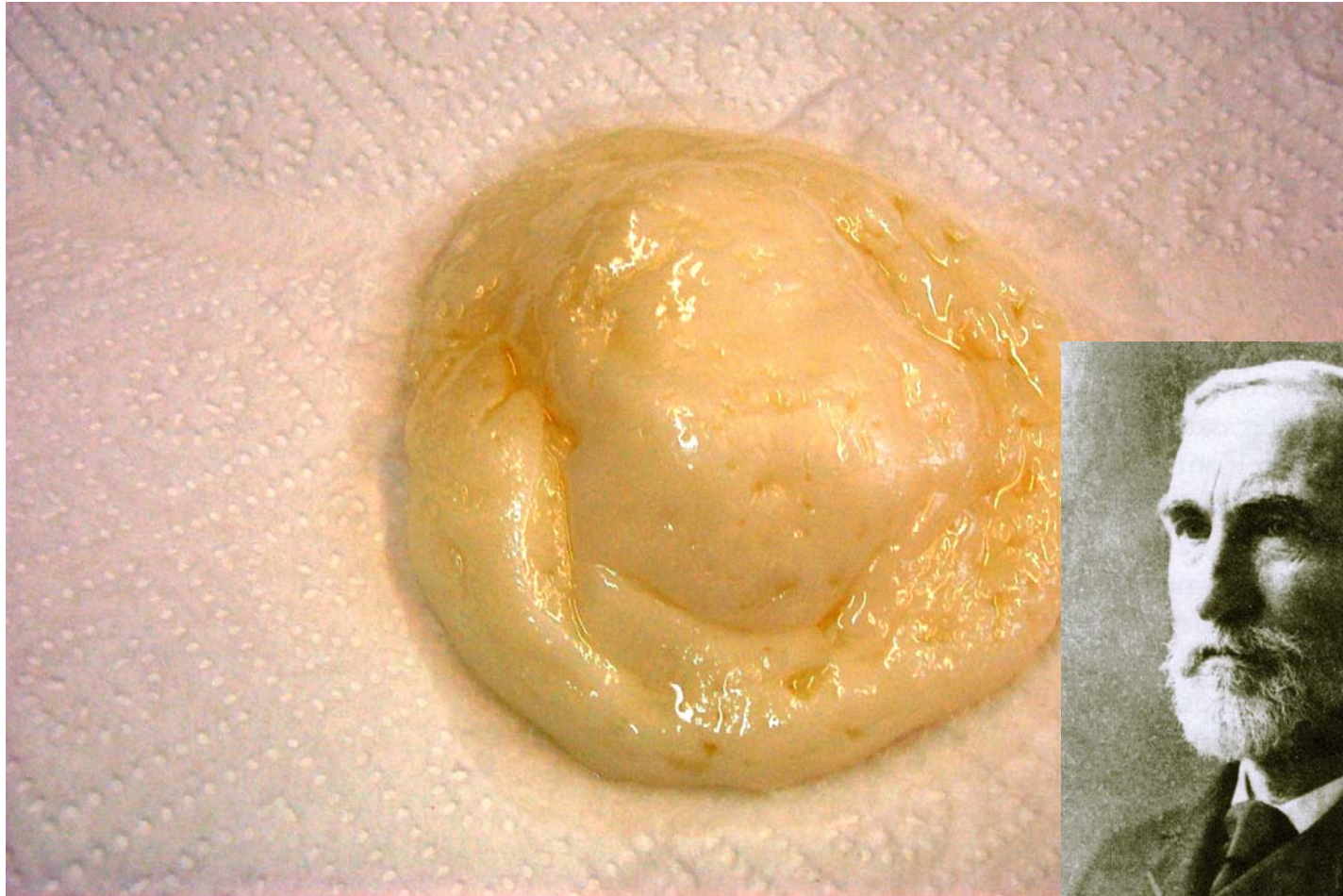
1.6.4.5. Liebig



Justus von Liebig



1.6.4.9 Gibbs



1.6.2.2.9. Wind crystals



1.6.3.2.9. Vauquelin (microwave cooked preparation for wind crystals)



Denis Martin, Vevey (Swiss)

<p>Œufs d'anti-cent ans 1.1.8. Base : Œufs de 100 ans 1.1.9. Chaleur : œuf dur, œufs à 6X°C</p>		<p>plat, œuf cocotte,</p>	<p>Thenard de blanc et jaune 1.4.7. Acide 1.4.8. Base 1.4.9. Chaleur : omelette, flans classique ou à 6X°C</p>	<p>jaune cuit</p>	<p>1.6.7. Acide 1.6.8. Base 1.6.9. Chaleur : blanc cuit</p>
			<p>1.4.3.9. Lavoisier (royales de l'extrême), Avogadro</p>	<p>1.5.3.9. Royale, flans, crèmes prises</p>	<p>1.6.2.2. Chaptal (appareil de cristal de vent cru) 1.6.4.5. Liebig (émulsion gélifiée physiquement) 1.6.4.9. Gibbs (émulsion gélifiée chimiquement)</p>
					<p>1.6.2.2.9. Cristal de vent 1.6.3.2.9. Vauquelin (appareil cristal de vent cuit micro-ondes)</p>

What shall we eat tomorrow?

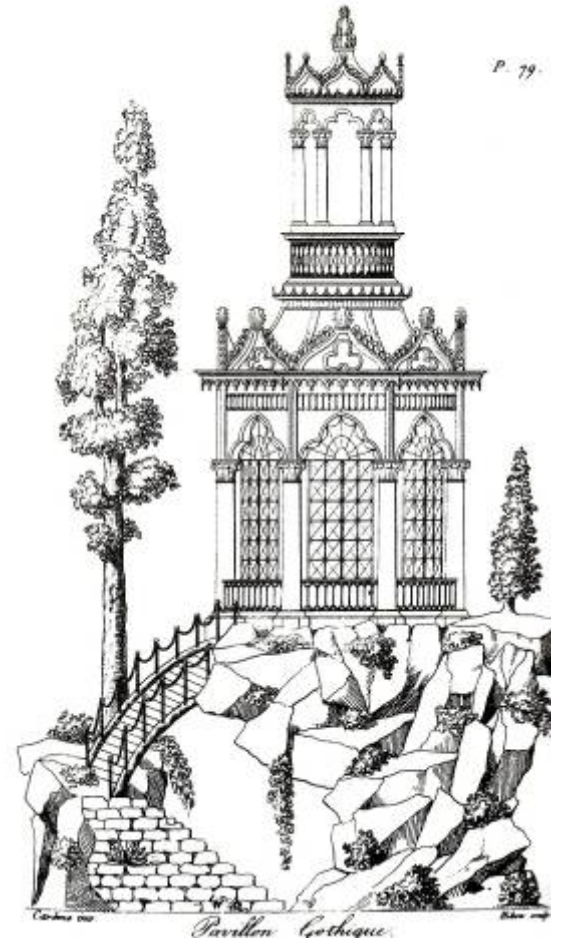
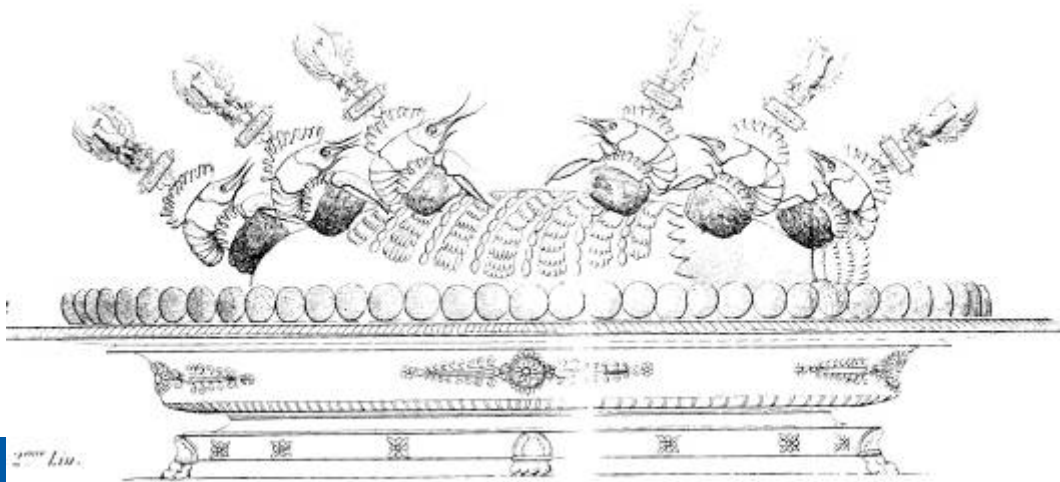
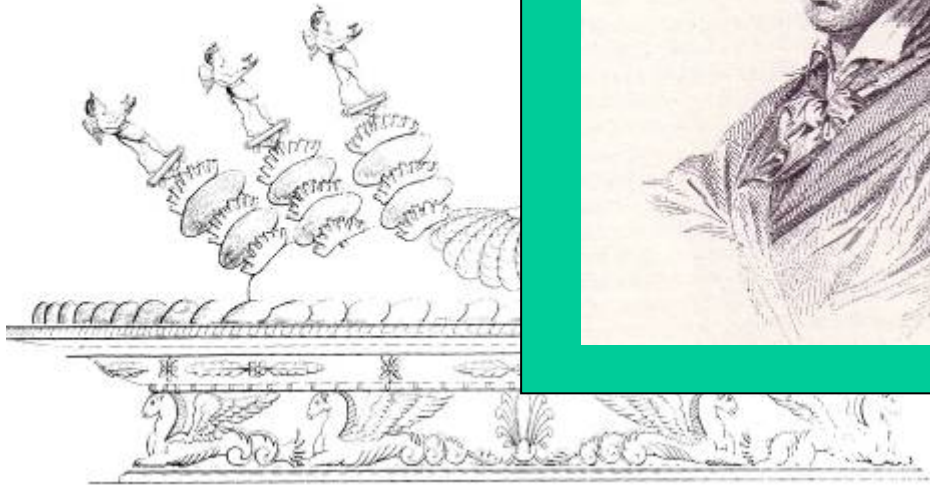
CULINARY CONSTRUCTIVISM (PREFER ARTIFICIAL RATHER THAN NATURAL











L. 100









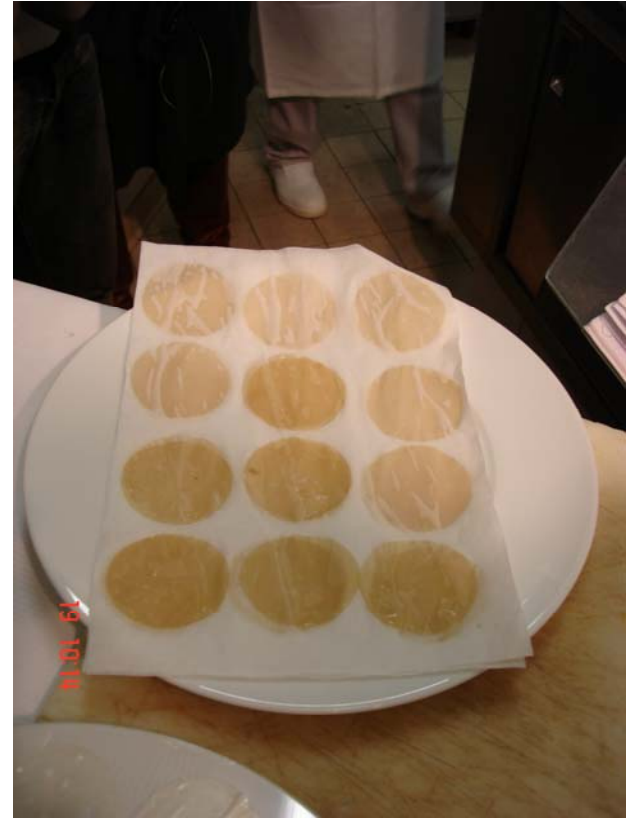








ABBÉ NOLLET'S SALADS



AND HERE IT IS



A LA FOURIER



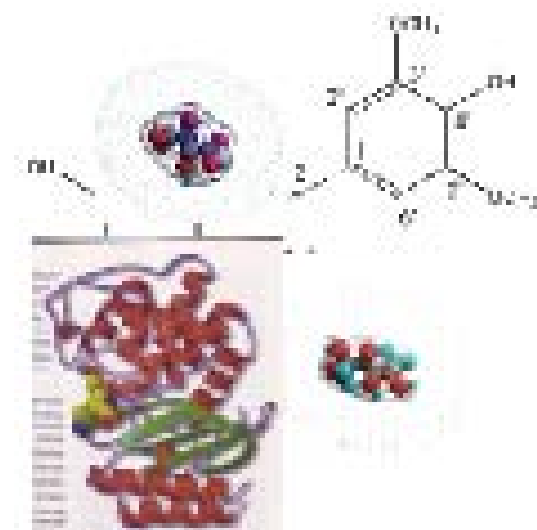
CONSTRUCTED... AND NON FIGURATIVE



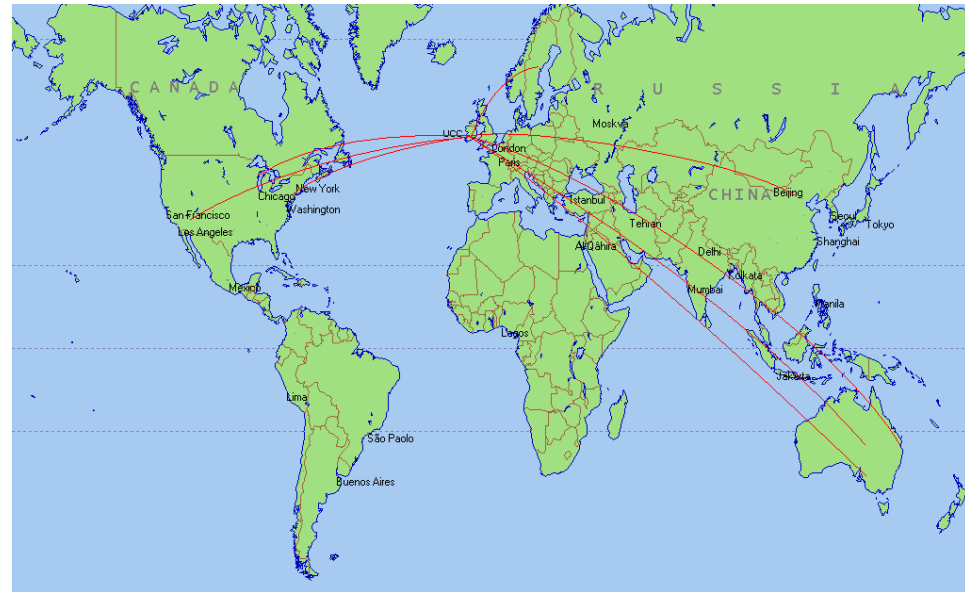


Cooking? It's first social link!

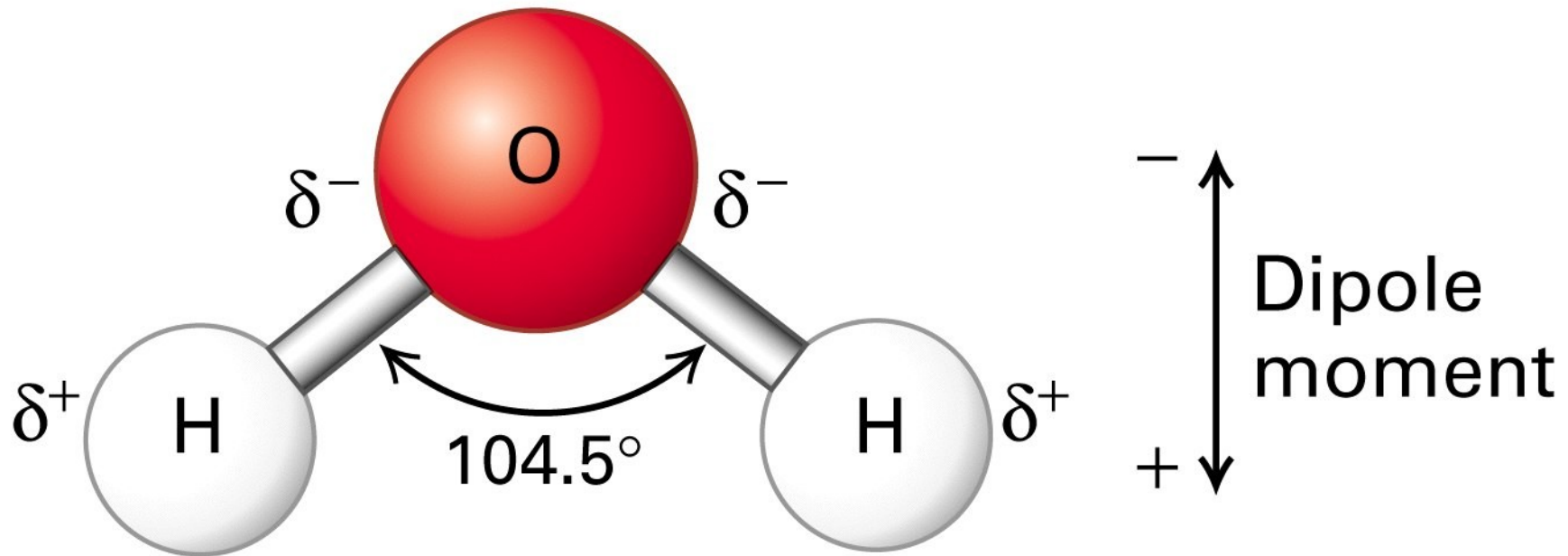
After tomorrow, note by note cooking?



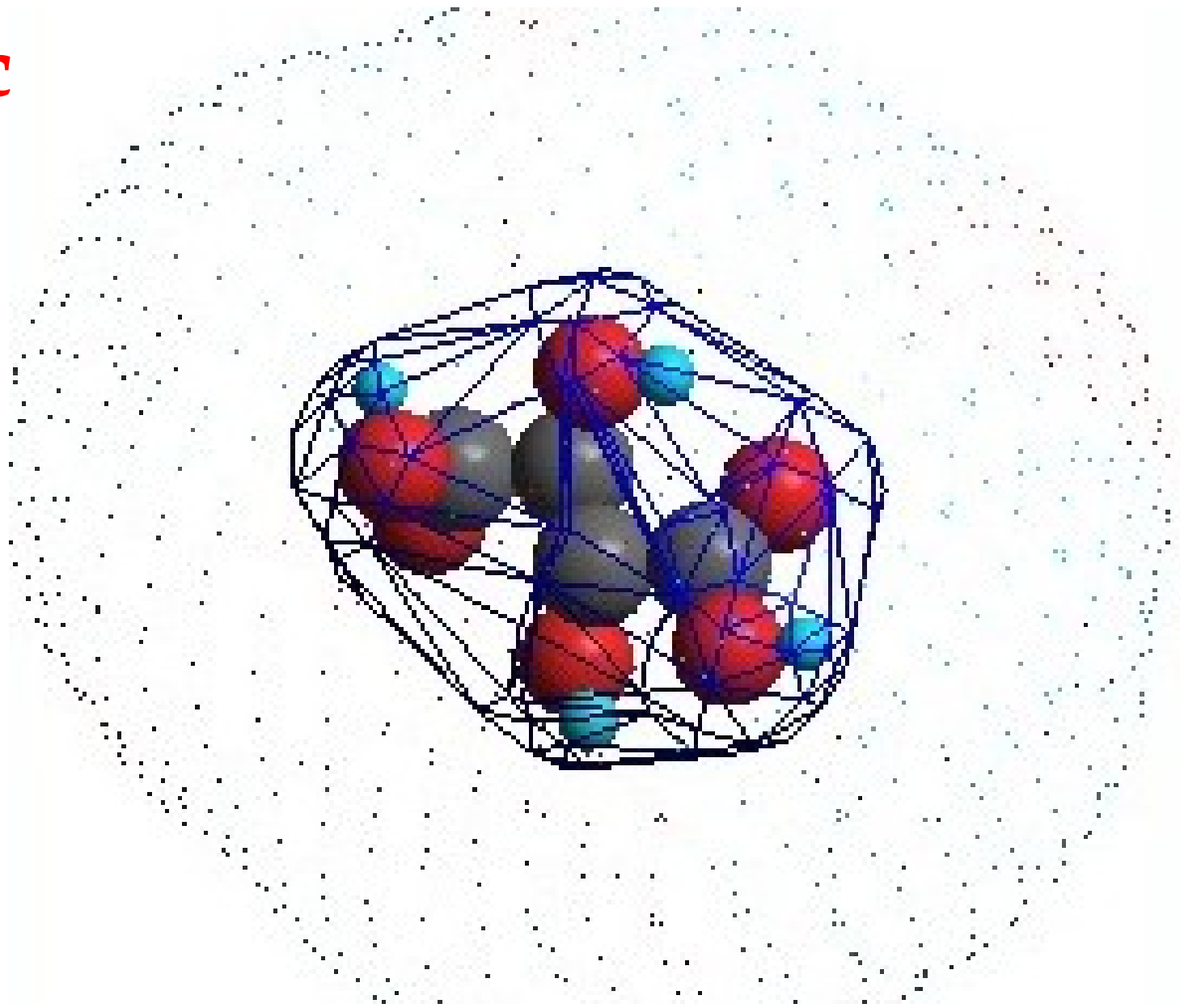
Hic sunt leones



Notes for cooks



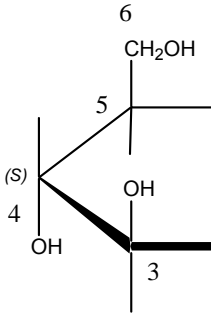
Tartaric acid :



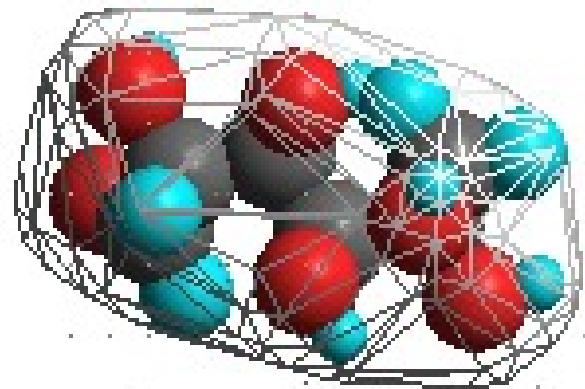
Carrot with tartaric acid, « loving sauce » with leaves



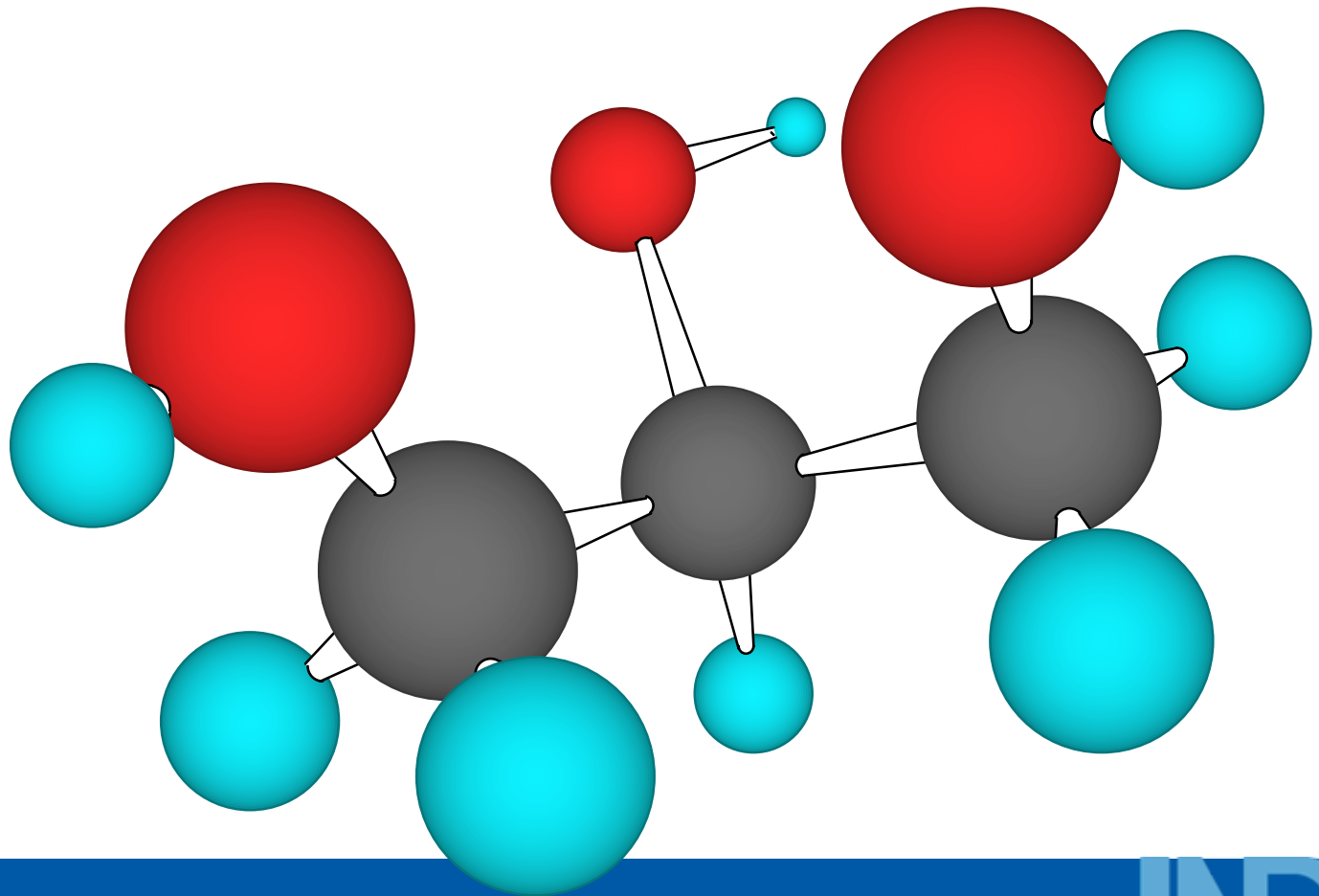
Glucose :



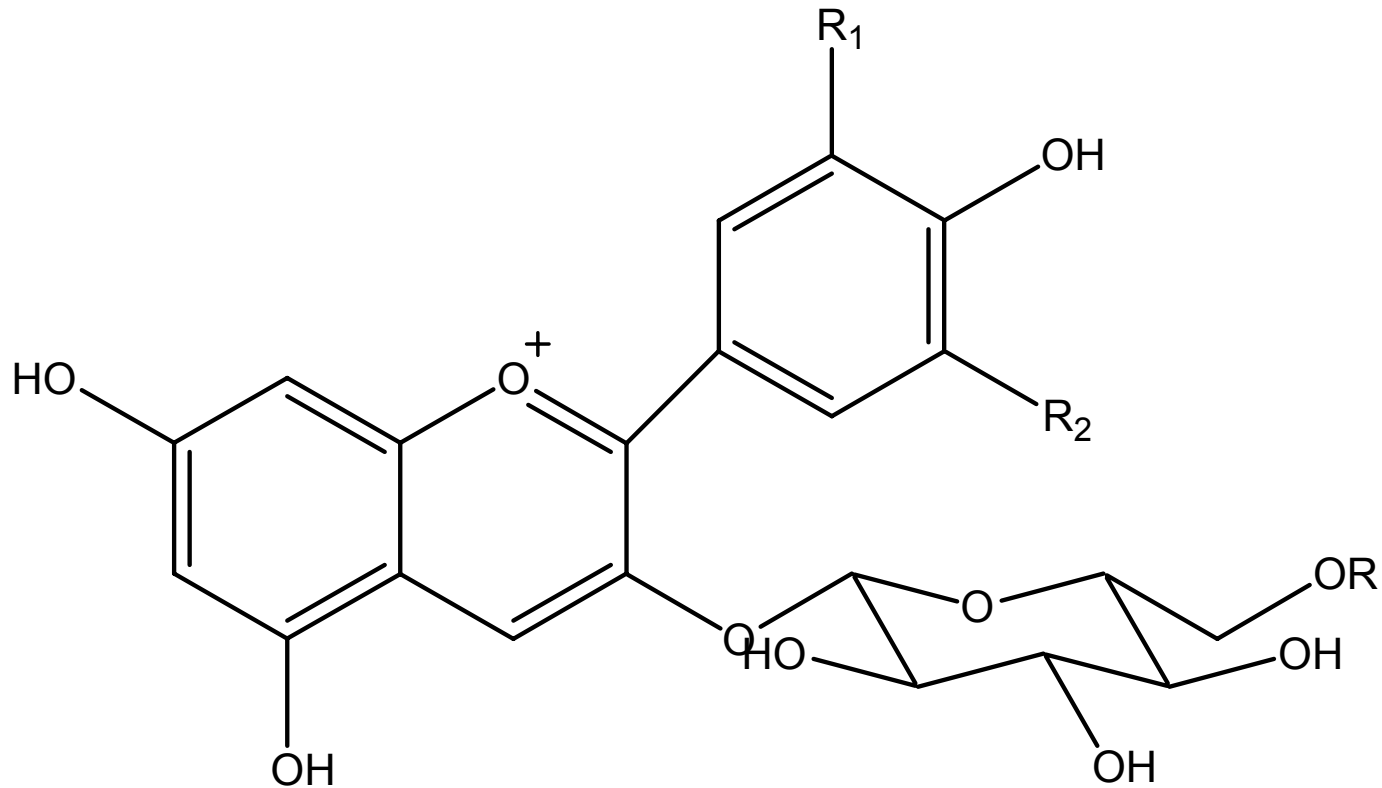
forme alp



Glycerol (6-20 g/L) :
CH₂OH - CHOH - CH₂OH



Wonderful phenolics (3g/L)!



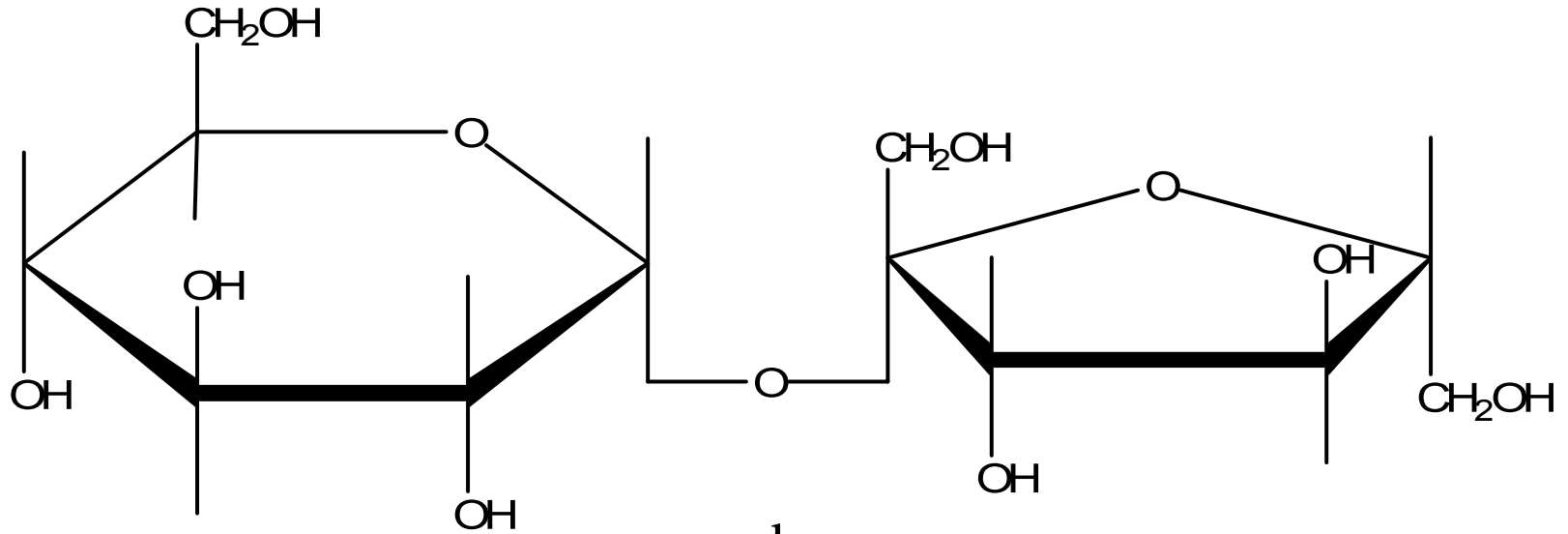
anthocyanines (forme flavylium)

R₁,R₂ =H, OH, OCH₃
R=H, acétyl, p-coumaryl,
caffeoyl

Ethanol !

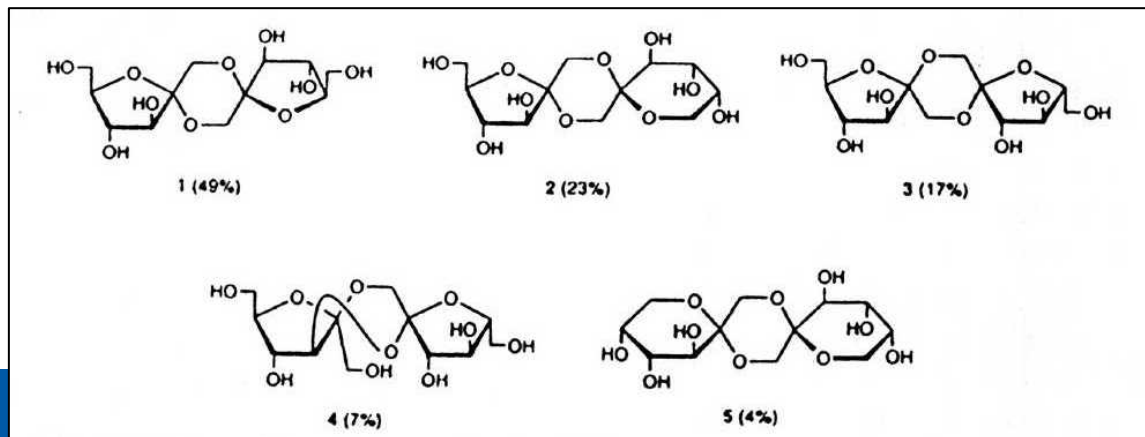
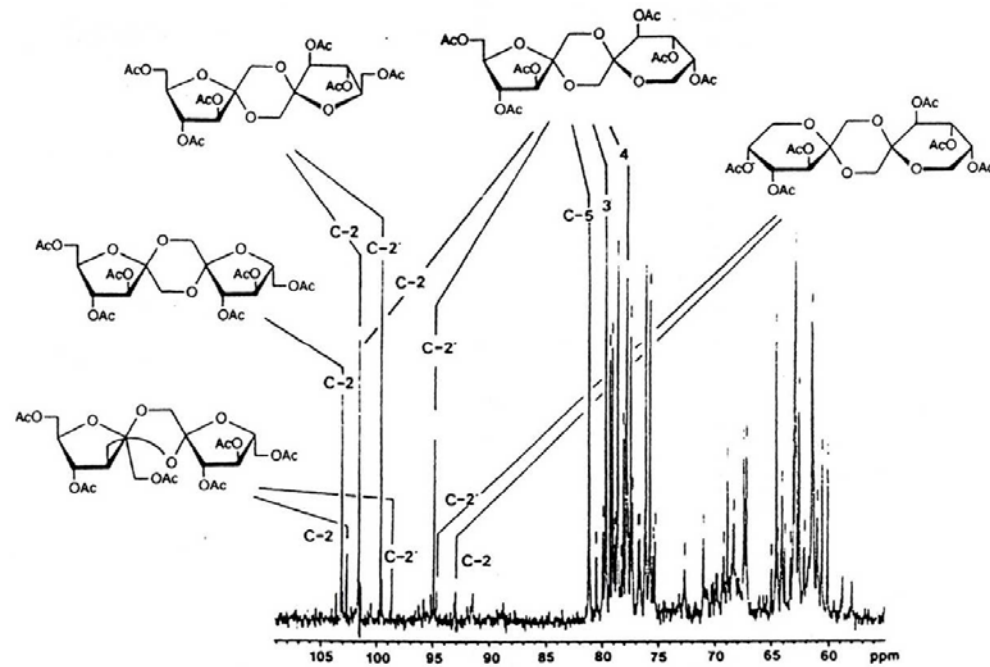


Sucrose



saccharose
 β -D-fructofuranosyl- α -D-glucopyranoside

Fructose Dianhydrides

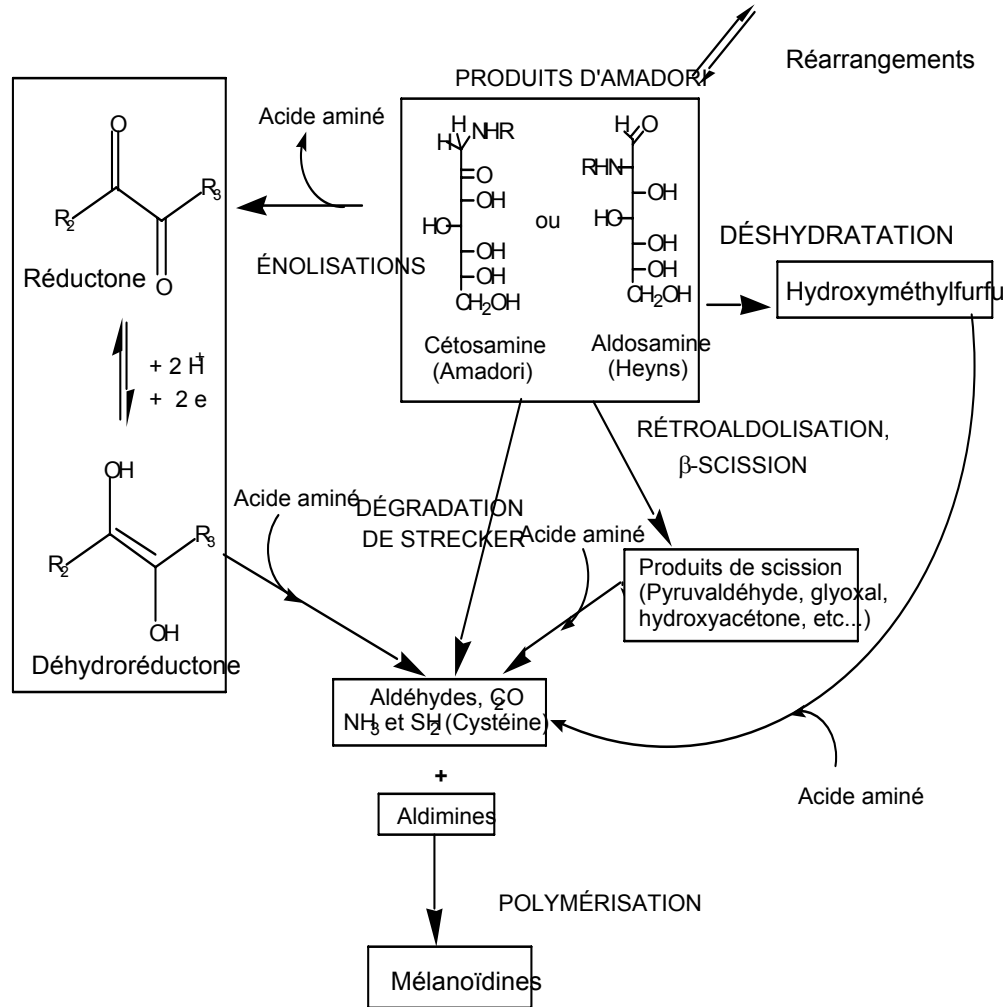
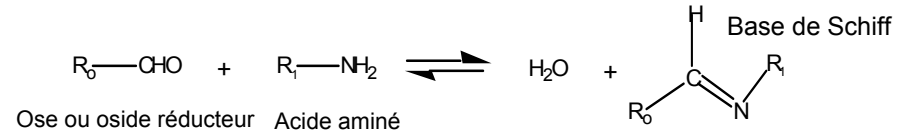


Let's play with Maillard

Thèse de médecine
Juillet 1903

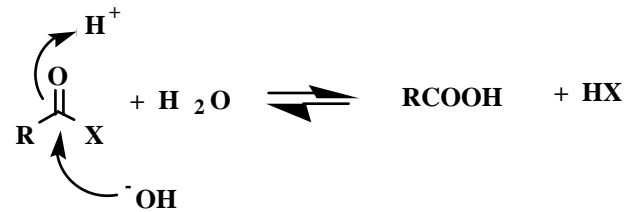


Louis Camille MAILLARD



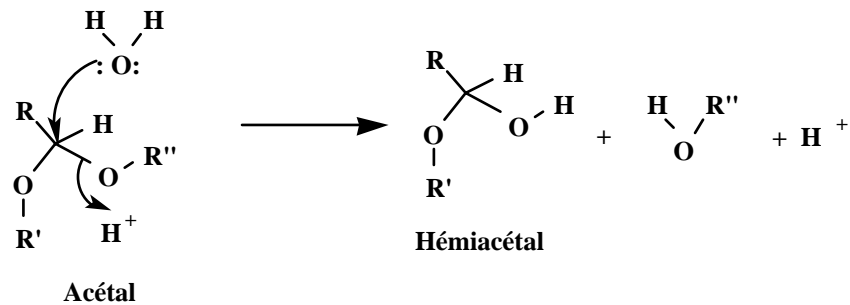
Other processes

PROTÉINES ET LIPIDES

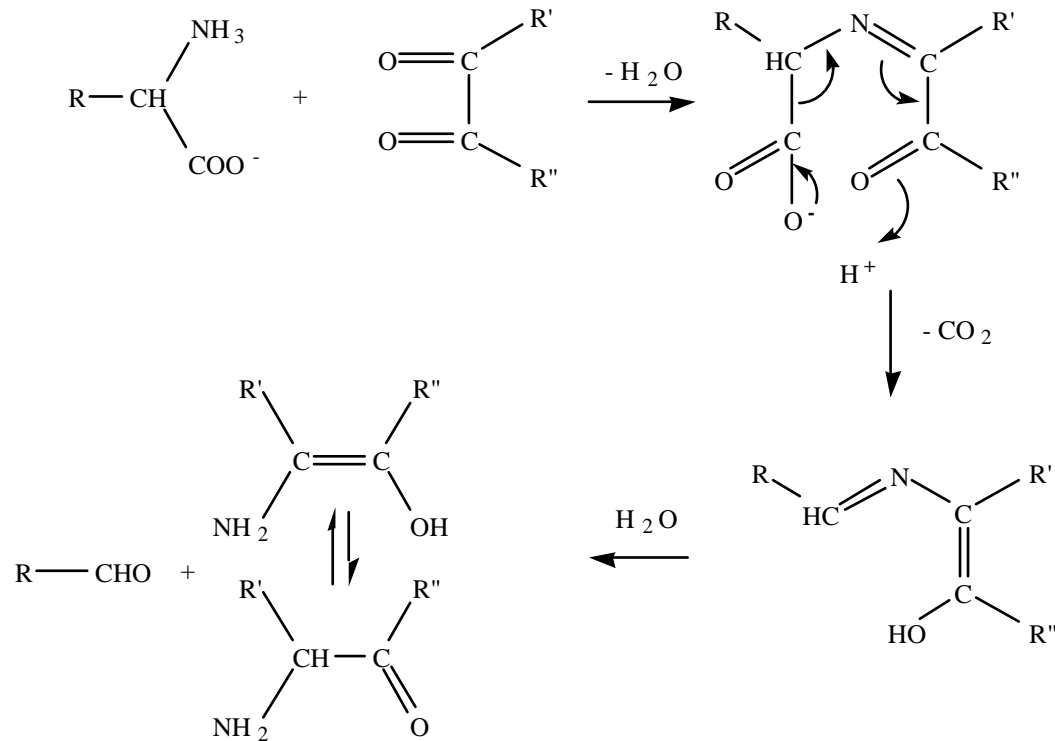


X = OR' (Lipides) ou
NH₂ ou NHR'' ou NR''R''' (Protéines)

GLUCIDES



Strecker Degradations



A list to build

- **Agents de saveur**
- Acide tartrique, Acide citrique, Glucose, Glycérol, Fructose, Lactose, Composés phénoliques, extraits de raisin, extraits de pommes, extraits de vin, Chlorure de sodium, Chlorure de calcium, Phosphate de sodium, Phosphate de calcium, Sulfate de calcium, Sulfate de sodium, Tyrosine, Glycine, Alanine, Valine, Leucine, Isoleucine, Sérine, Tyrosine, Thréonine, Méthionine, Acide aspartique, Acide glutamique, Lysine, Arginine, Histidine, Phénylalanine, Tryptophane, Asparagine, Glutamine, Hydroxyproline, MSG
- **Gélifiants**
- Gélatines, Alginate, Pectines, Agar agar, Carraghénanes kappa, iota
- **Antioxygène**
- Acide ascorbique
- **Colorants**
- Caroténoïdes, Chlorophylle, Bétanine, bêtalaine, Anthocyanes, Acide malique, Lycopène
- **Agents odoriférants**
- Aldéhyde cinnamique, Acide férulique, Alpha ionone, (-) carvone, Menthol, p-cymène, Acide galacturonique, Vanilline, Ethylvanilline, Aldéhyde sinapique, Aldéhyde cinnamique, Linalol, Octénol, Acétaldéhyde

Should we fear this?



Not if

art

and

AMOUR

MORE ABOUT IT :

- **SÉMINAIRES DE GASTRONOMIE MOLÉCULAIRE** : TROISIÈMES JEUDIS DU MOIS, 16 HEURES, RUE JEAN FERRANDI, PARIS 75015
- **ATELIERS EXPÉRIMENTAUX DU GOÛT** : [HTTP://CRDP.AC-PARIS.FR/ARTSCULTURE/GOUT.HTM](http://CRDP.AC-PARIS.FR/ARTSCULTURE/GOUT.HTM)
- **ATELIERS DE GASTRONOMIE MOLÉCULAIRE**, HERVE.THIS@INAPG.FR
- **COURS DE GASTRONOMIE MOLÉCULAIRE** : CLEMENCE.WEGSCHEIDER@INAPG.FR
- **JOURNÉES FRANÇAISES DE GASTRONOMIE MOLÉCULAIRE** : HERVE.THIS@INAPG.FR
- **INTERNATIONAL WORKSHOPS ON MOLECULAR GASTRONOMY**, HERVE.THIS@INAPG.FR
- **INSTITUT DES HAUTES DU GOÛT, DE LA GASTRONOMIE ET DES ARTS DE LA TABLE (IHEGGAT)**, [HTTP://WWW.IHEGGAT.COM](http://WWW.IHEGGAT.COM)

But primarily :

**THE FOUNDATION
FOOD SCIENCE & CULTURE,
OF THE FRENCH ACADEMY OF
SCIENCES :**

- **WORKING PROGRAMMES IN REGIONS**

- **SIX NATIONAL DIVISIONS :**
 - SCIENCE,
 - TECHNOLOGY,
 - ART, EDUCATION,
 - HYGIENA/SECURITY/REGULATION,
 - COMMUNICATION











27 20:52



















21 14:16



21 12:45



The model developed for the colour change during blanching is based in the following idea:

1. The increase of colour intensity at the early stage of blanching can indeed attributed to a chemical conversion, or physical process connected.
2. The decrease can be considered as the degradation balance of this chemical conversion that took place in the first stage.

Thus, the mechanism of the colour conversion can be reduced to the following system of chemical equilibria.

> $G_p \rightarrow G$;



> $G \rightarrow \text{Decay_Products}$;



In this mechanism, G_p can be considered as the coloured compound in a different physical (opaque) precursor configuration from which the colouring compound G is formed. k_c and k_p are the reaction rate constants for the conversion and the degradation reaction, respectively. Based on the fundamental rules of chemical kinetics, this reaction mechanism can be converted into a set of differential equations:

> restart;

> EQ1 := diff(Gp(t), t) = -k_c * Gp(t);

$$EQ1 := \frac{d}{dt} Gp(t) = -k_c Gp(t)$$

> EQ2 := diff(G(t), t) = k_c * Gp(t) - k_d * G(t);

$$EQ2 := \frac{d}{dt} G(t) = k_c Gp(t) - k_d G(t)$$

> EQ3 := diff(DP(t), t) = k_d * G(t);

$$EQ3 := \frac{d}{dt} DP(t) = k_d G(t)$$

> pdsolve ({EQ1, EQ2, EQ3}, {Gp(t), G(t), DP(t)});

$$DP(t) = - \frac{k_d \left(-C1 e^{(-k_c t)} + \frac{C2 k_c e^{(-k_d t)}}{k_d} - e^{(-k_d t)} C2 \right)}{k_c - k_d} + C3, Gp(t) = C1 e^{(-k_c t)},$$

$$G(t) = \left(- \frac{k_c C1 e^{(-t(k_c - k_d))}}{k_c - k_d} + C2 \right) e^{(-k_d t)}$$

>

HERVE.THIS@PARIS.INRA.FR

