

A white plate with several green vegetable sticks (possibly zucchini or cucumber) and a small piece of bread. The text is overlaid on the plate.

**La gastronomie  
moléculaire  
et physique,  
Une science de la  
nature pour  
explorer la cuisine**

**Pour des questions  
ou des références**

**herve.this@inrae.fr**

# Et voici le menu

- 1. Il y avait lieu de s'étonner**
- 2. Une exploration scientifique s'imposait**
- 3. Il reste immensément à faire**
- 4. Des applications techniques**
- 5. Des applications didactiques**
- 6. Des questions**

**1.**

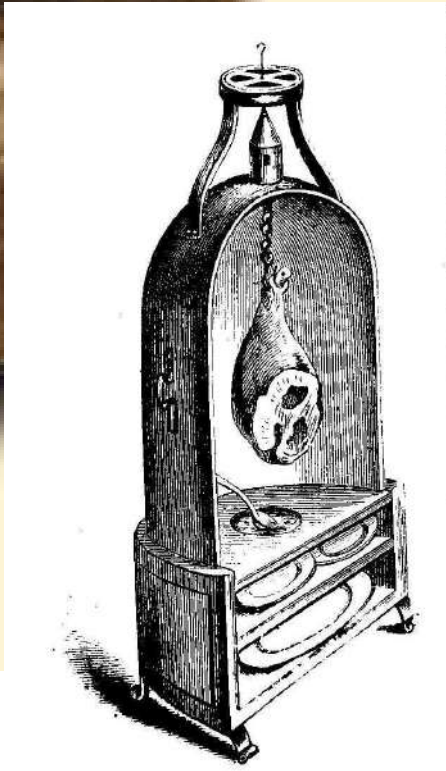
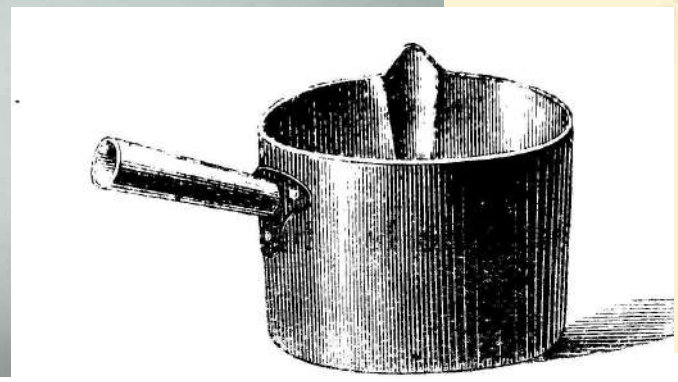
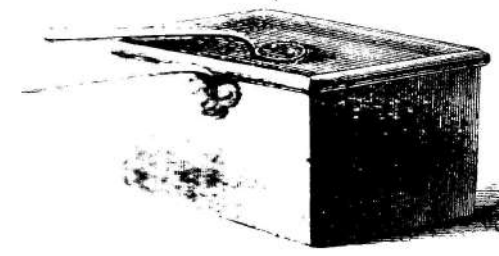
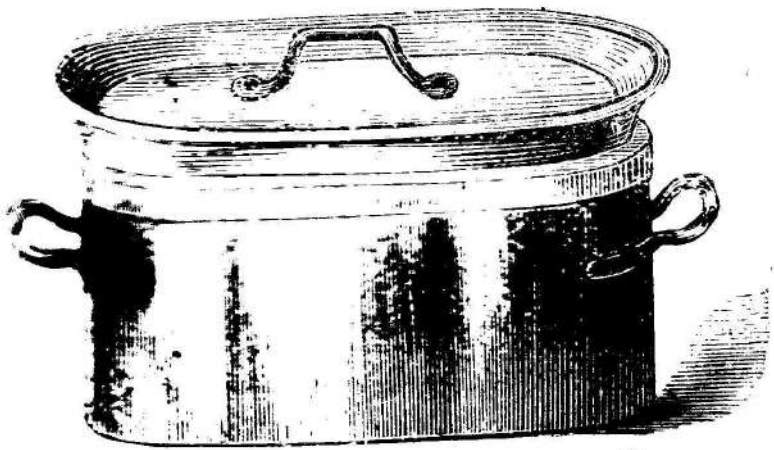
**N'est-il pas incroyable  
que l'on connaisse  
mieux la température  
dans une étoile que  
dans un soufflé ?**

# Au début, une activité empirique

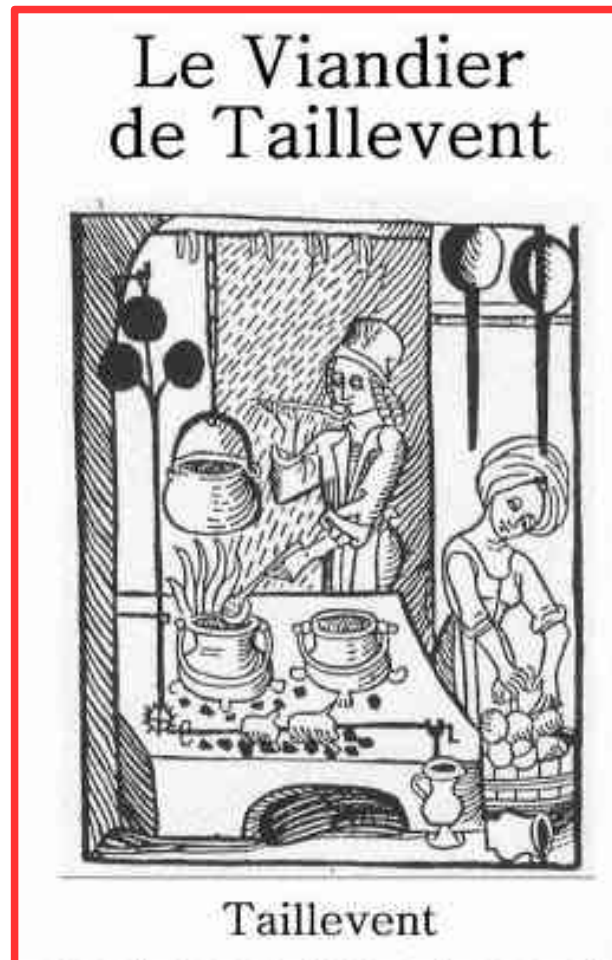


# Qui se perpétue





# Quelques avancées artistiques





# Mais guère

Chapitre de poisson d'eau douce

Le bar.

Cuit en eau et sel, mangés à la sauce verte.

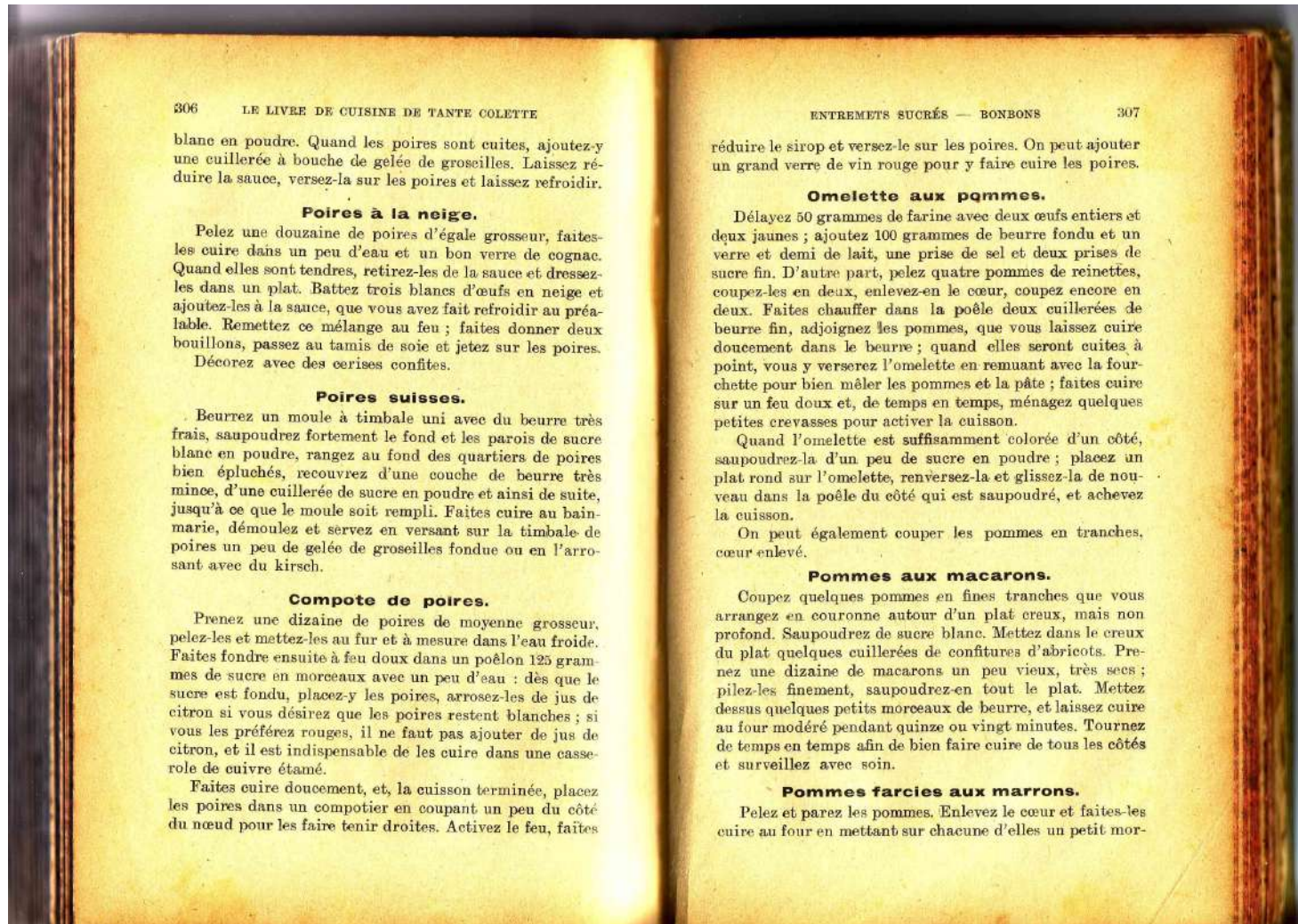
Sauce verte.

Prenés pain, percil, gingembre, broiés bien et deffaites de verjus et de vin aigre.

# D'étranges phénomènes

UNE VINAIGRETE. Prendés menue hate<sup>4</sup> de porc, et ne la rosticiés pas trop ; puis la descoupés, et oingnons par rouelles, et frisiés en sain de lart dedans un pot sur le charbon, et ostés souvent le pot, et quant il sera cuit, si y metés bouillon de buef plain, et metés boullir sur vostre grain ; puis affinés gingembre, graine de paradis et un pou de saffran, deffaites de vin aigre, et metés tout boullir ensemble ; et se doit lier de soi mesmes, et est brune.

# Un mélange douteux



# Des phénomènes à foison...



**Des changements de  
couleur, consistance, odeur,  
saveur, etc.**



# Cela se passe dans nos casseroles ...









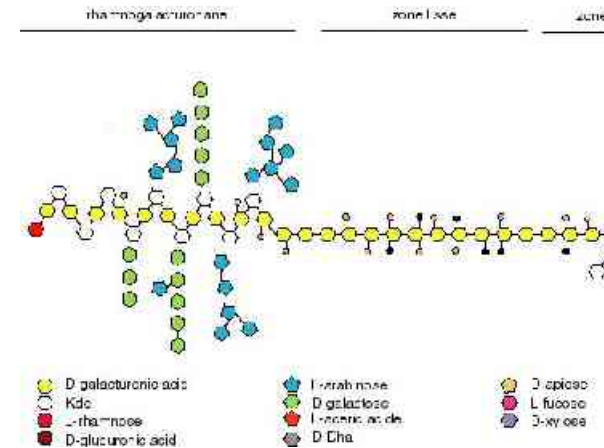
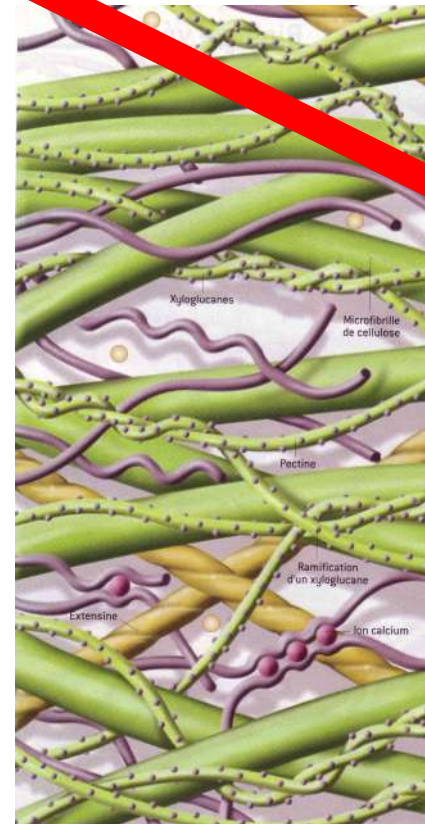
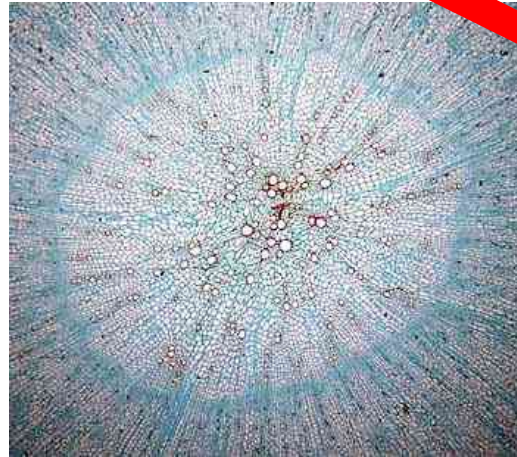




**2.**

**Une exploration  
scientifique  
s'imposait :  
la gastronomie  
moléculaire et  
physique**

# Comment résister ?



# Les sciences de la nature explorent les mécanismes des phénomènes



# Avec des expériences

- « 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 précepte 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)



# Mais aussi des calculs, des théories

- 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".





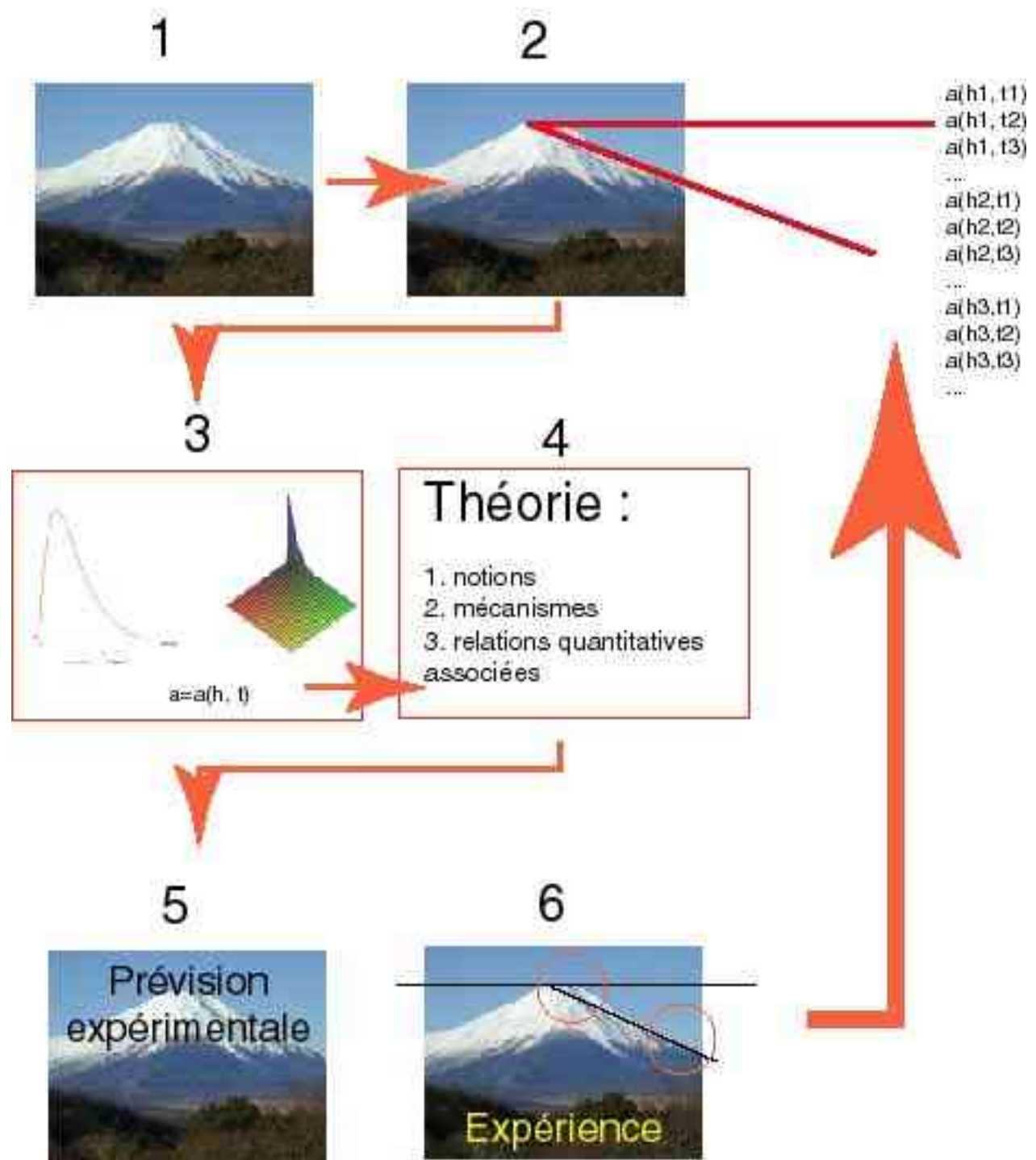
# Francis Bacon (1561-1626)

“Every thing to do with natural phenomena, be they bodies or virtues, should (as far as possible) **be set down, counted, weighed, measured and defined.**

For we are after works not speculations, and, indeed, a good marriage of Physics and Mathematics begets Practice”



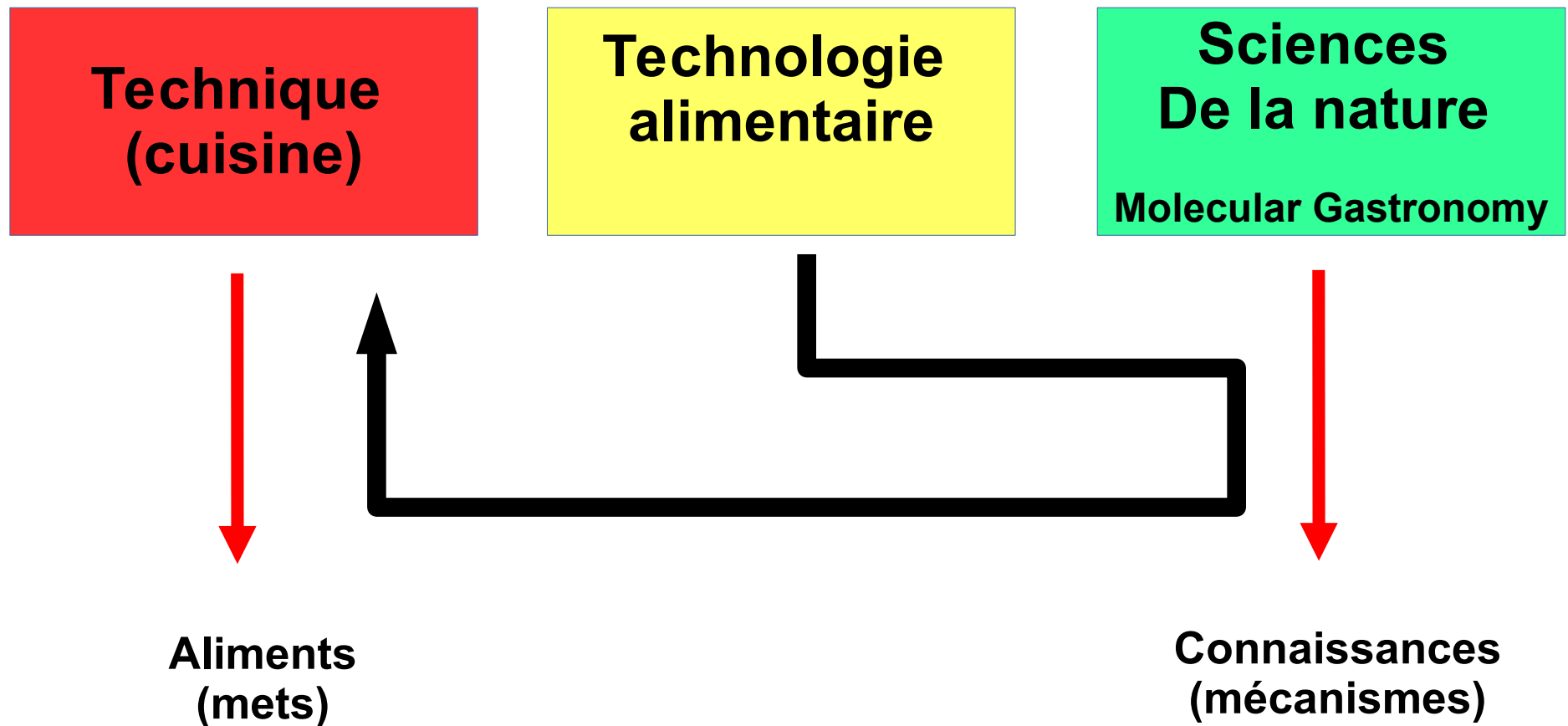
# La méthode des sciences de la nature



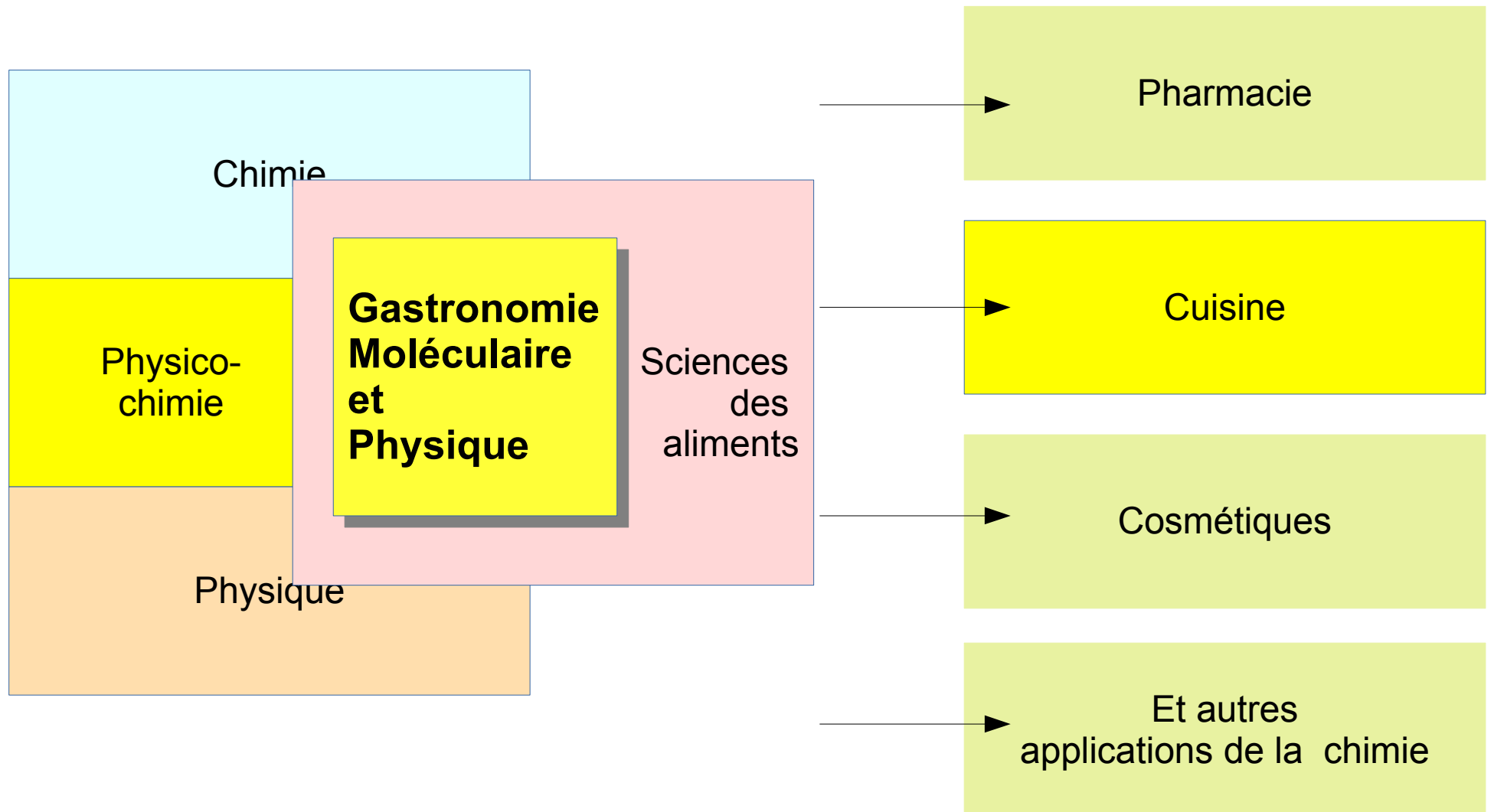
# D'où la création, en 1988, de la discipline scientifique « gastronomie moléculaire et physique »



# Les sciences ne se confondent pas avec leurs applications



# Situons nous correctement



**3.**

**Il reste immensément  
à faire**

# Exemple 1

## Les soufflés



# Un des premiers travaux

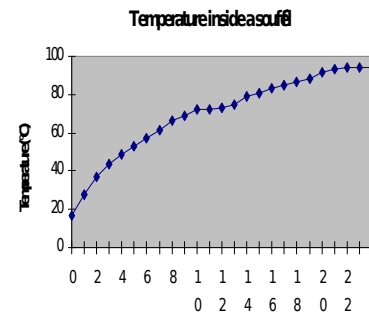
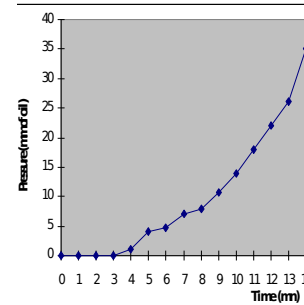
(>1980)



Air bubbles expand



$$P V = n R T$$



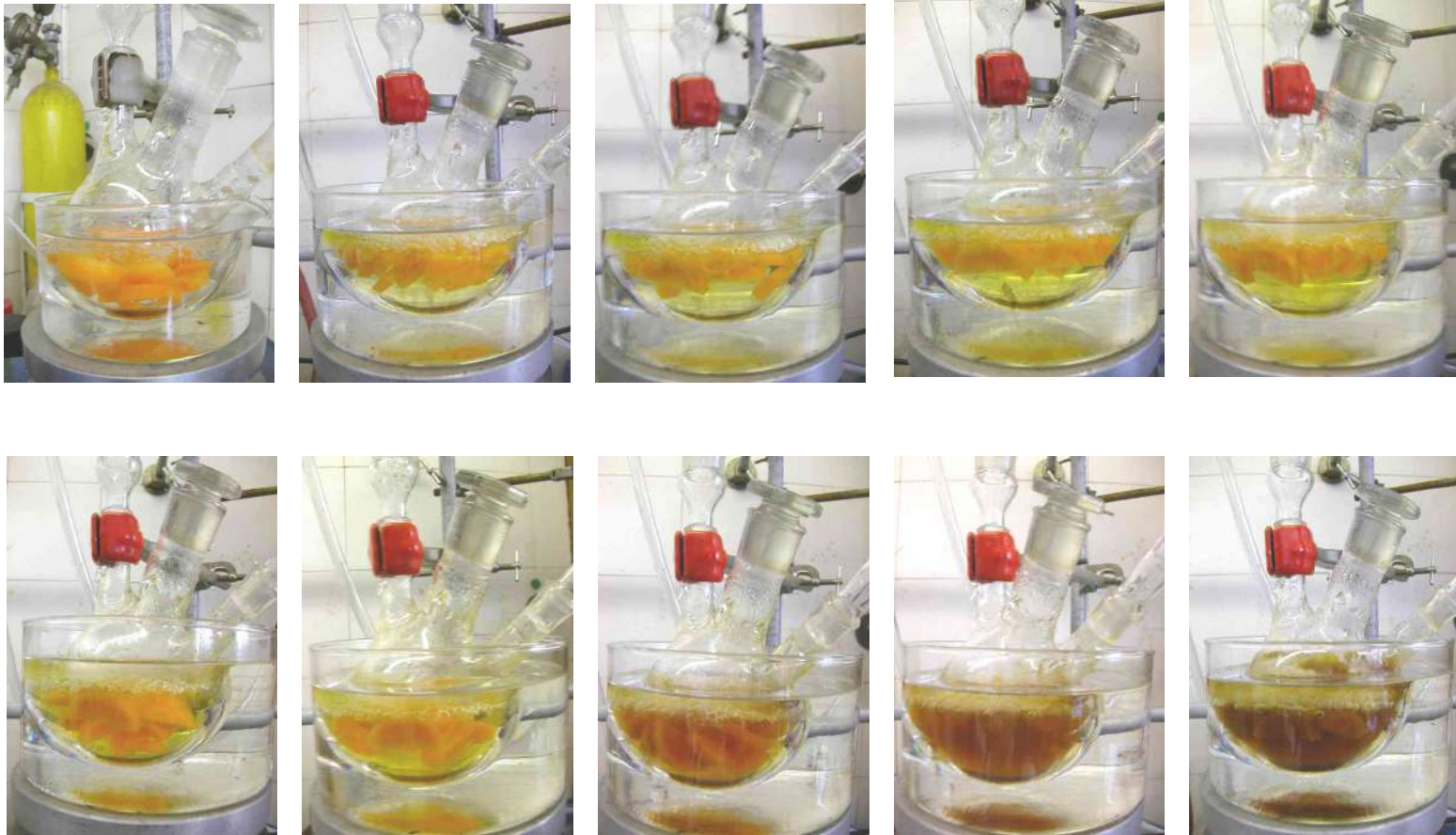
Water evaporates



Etc.  
Ad  
infinitum

# Exemple 2

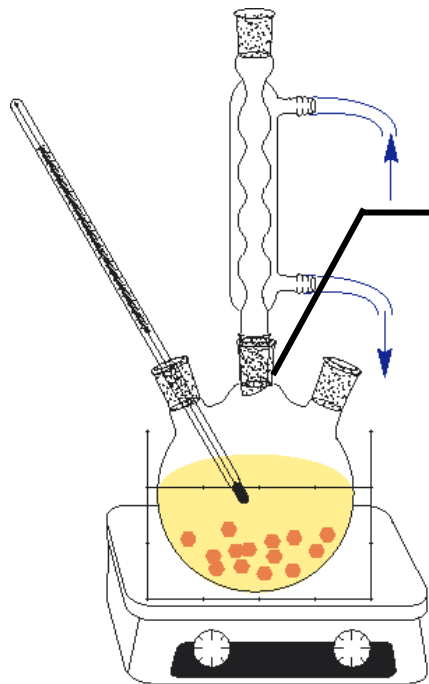
## Les bouillons de carotte







# Jadis, des extractions



Sampling at different times

1.0 mL

Lyophilization

Lyophilization

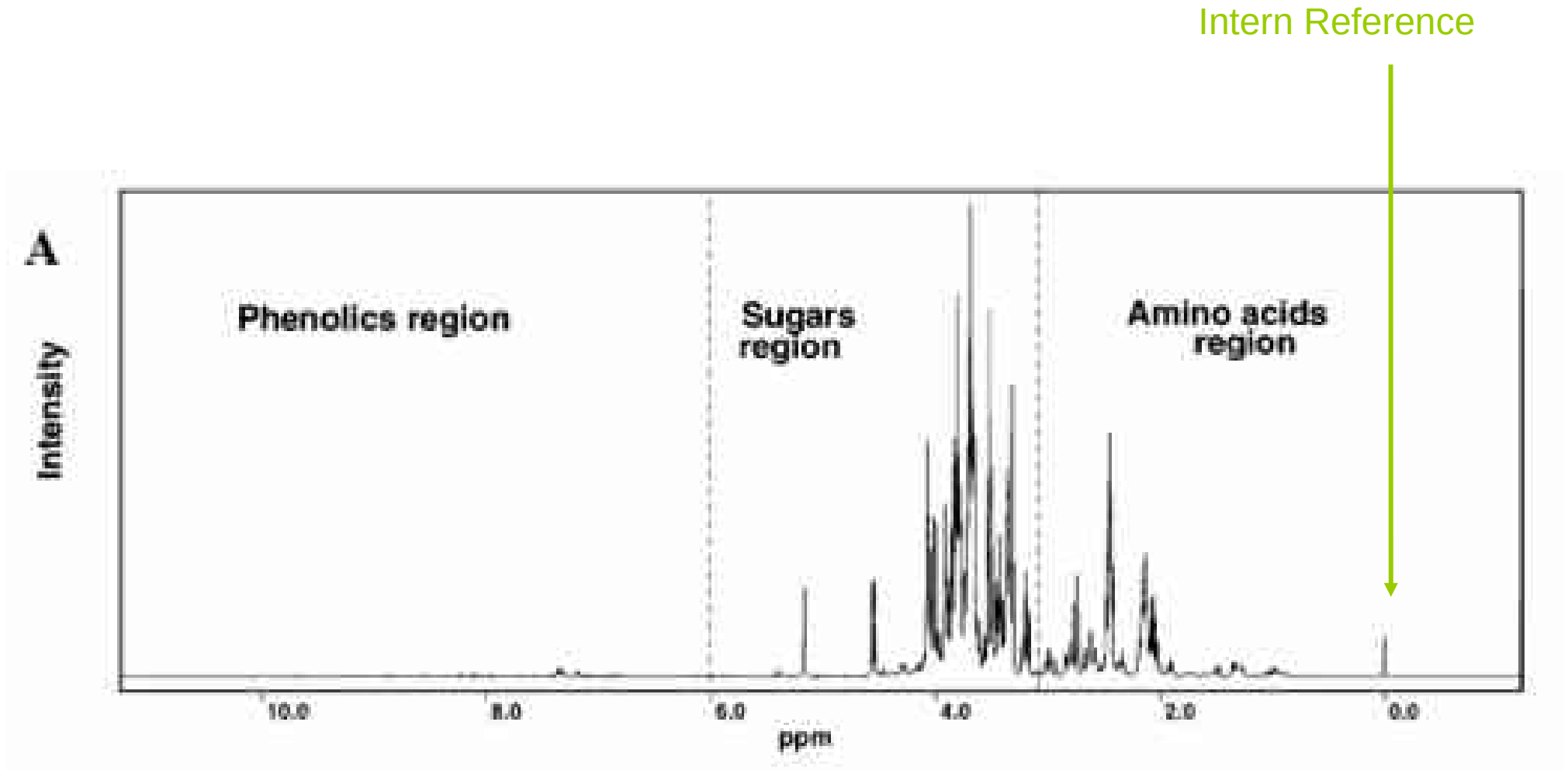
1.00 mL of brew in D<sub>2</sub>O

500.0  $\mu$ L of sample

**RMN**

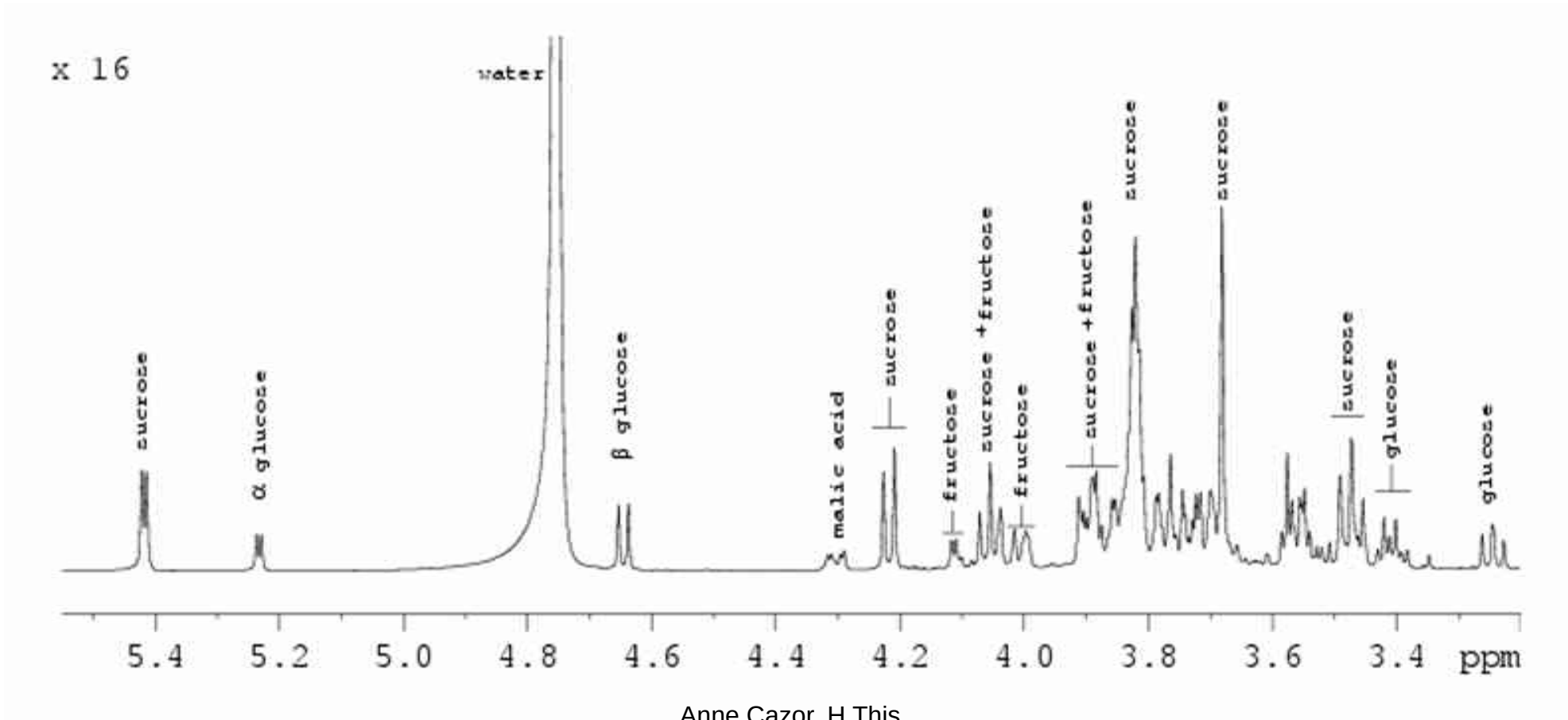
Sugars, amino acids et organics acids  
quantification

# Voici un bouillon

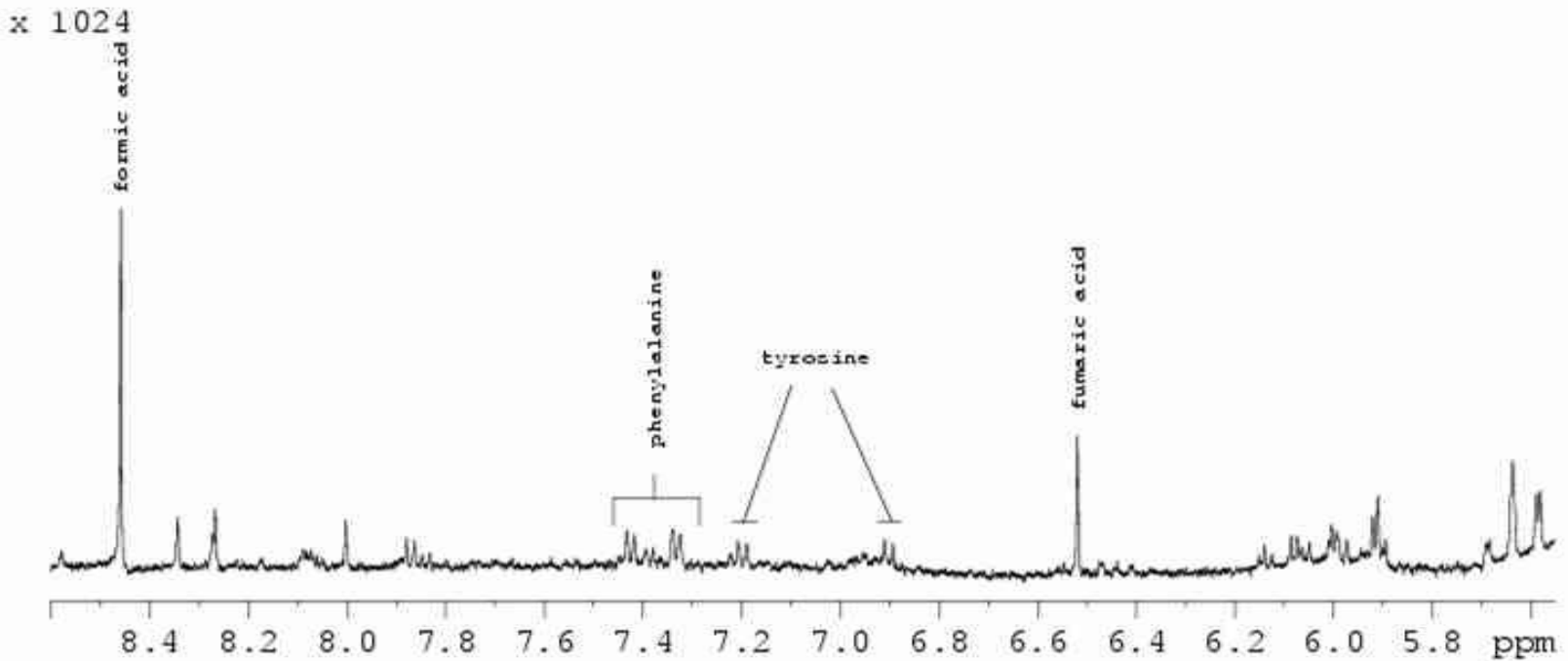
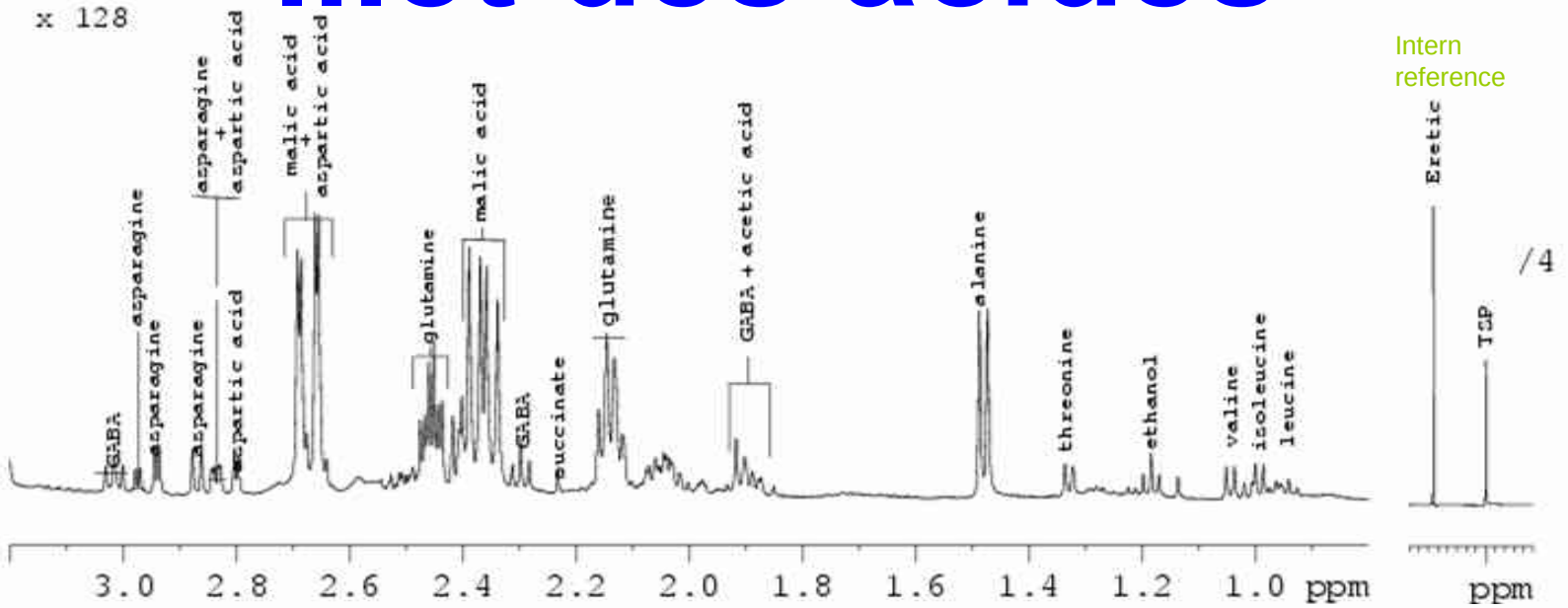


Anne Cazor, H This

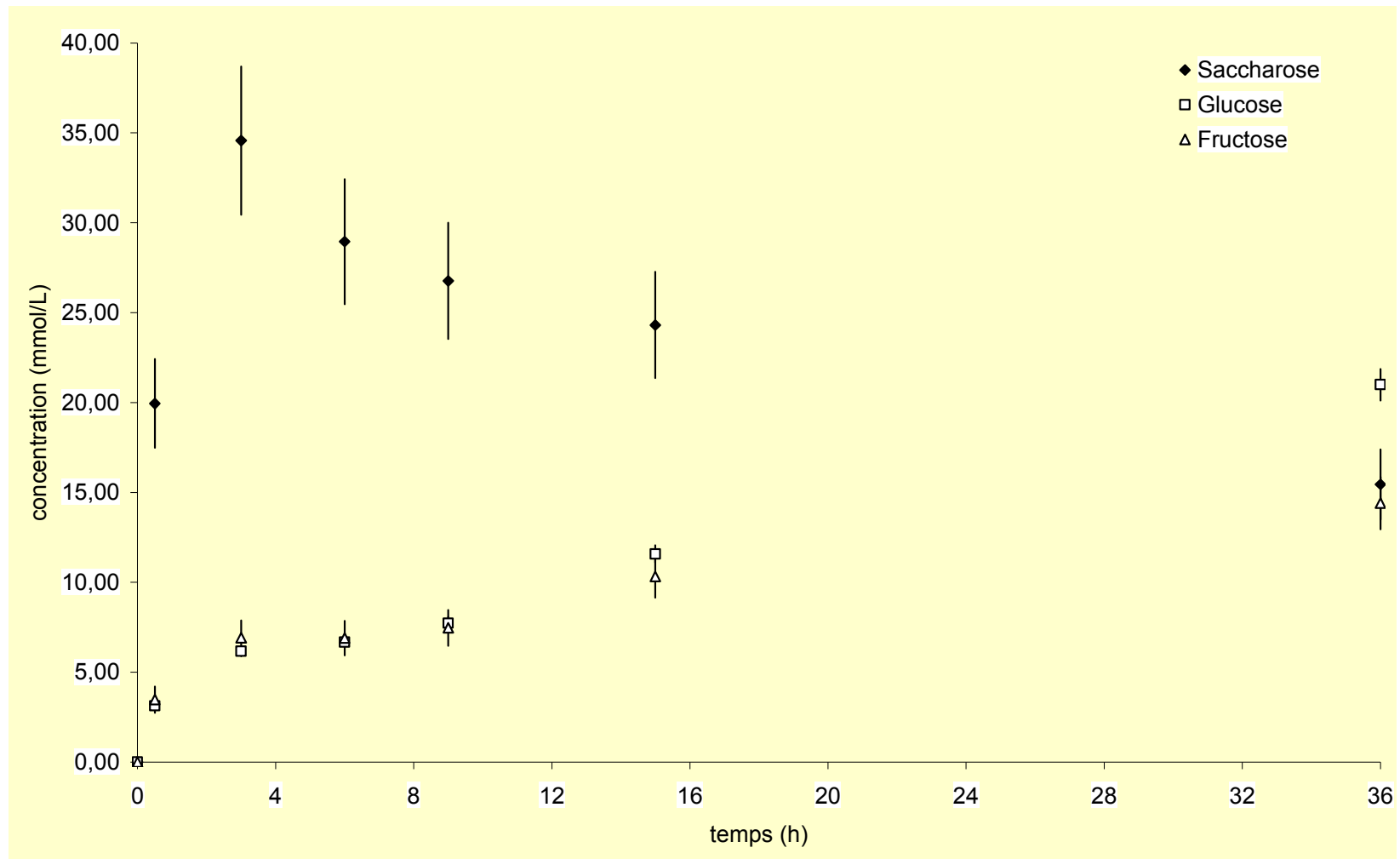
# Surtout des sucres



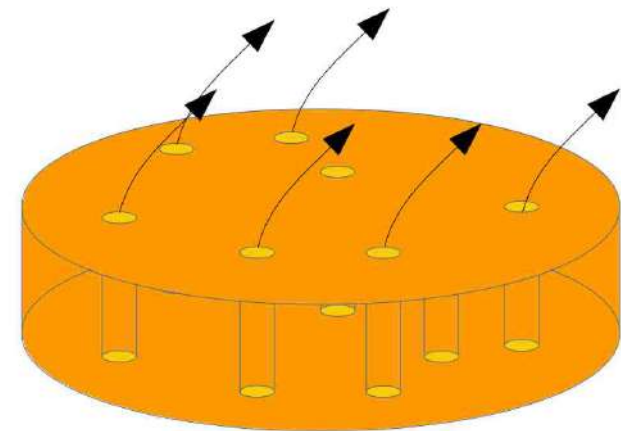
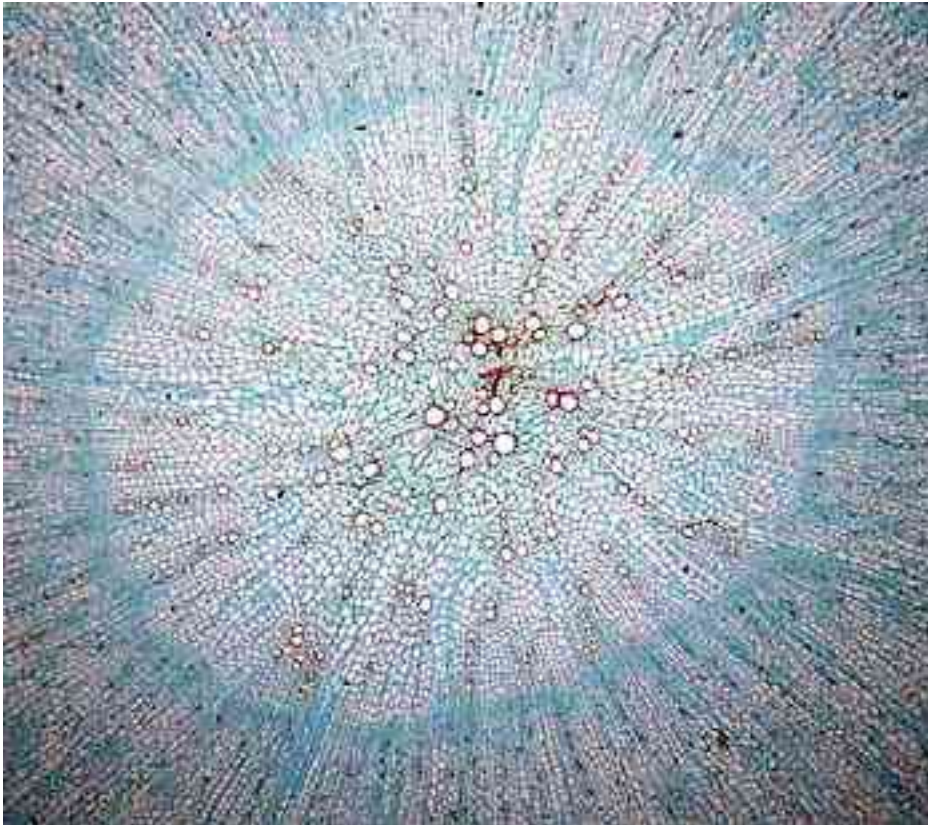
# ...et des acides



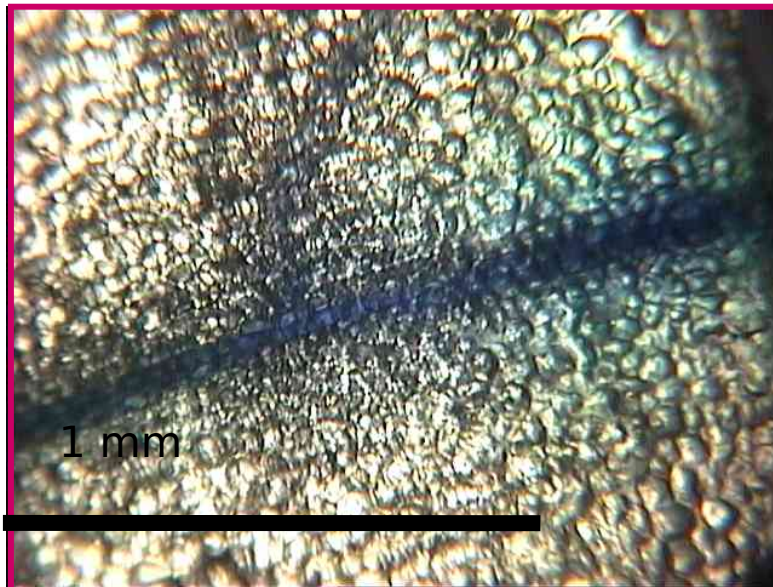
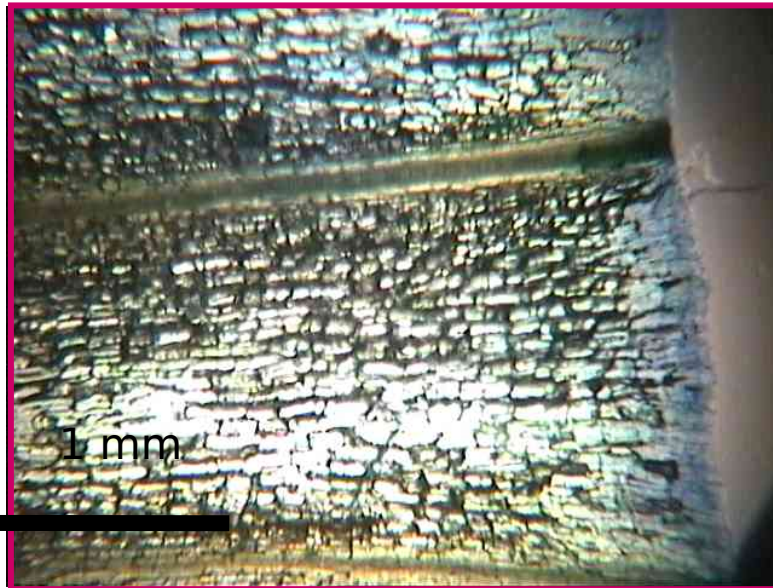
# Quantification des phénomènes



# Notre première théorie fausse

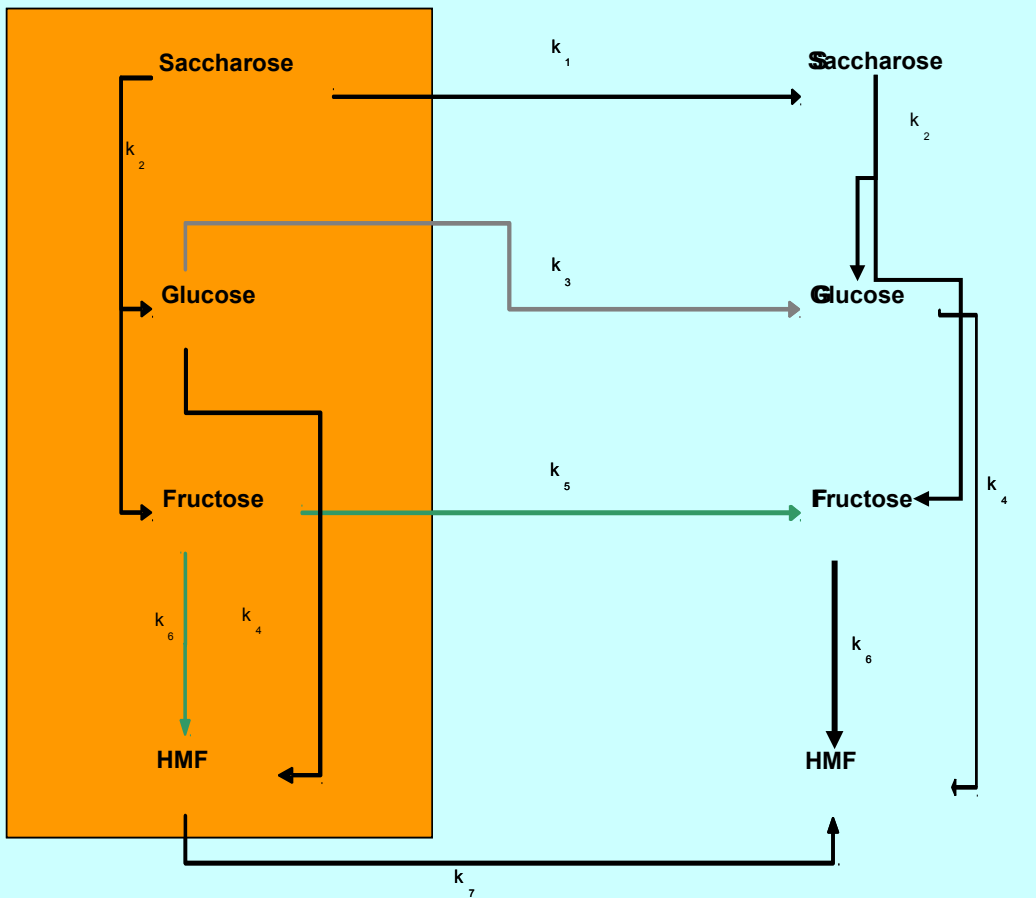


# De la diffusion ?





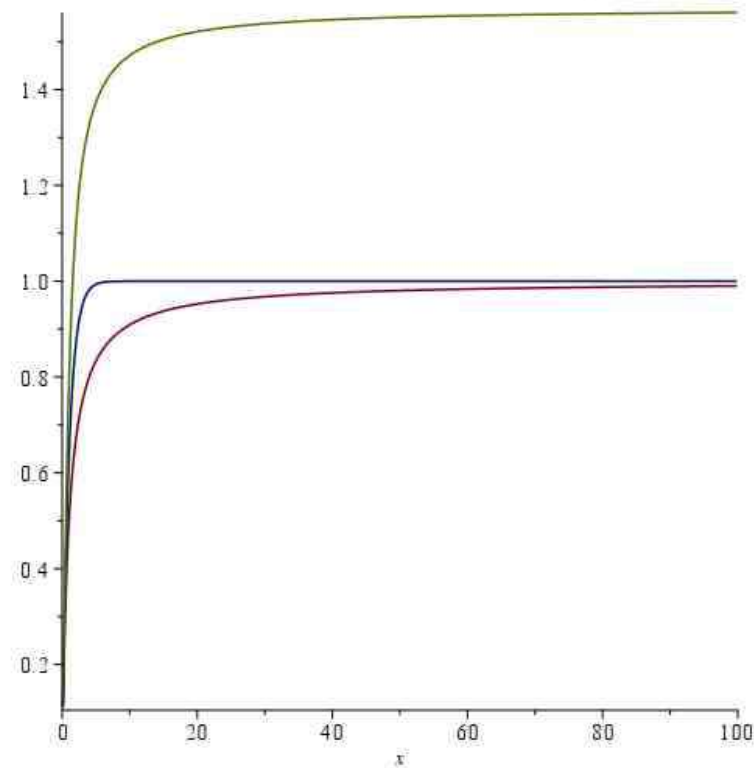
# Possible



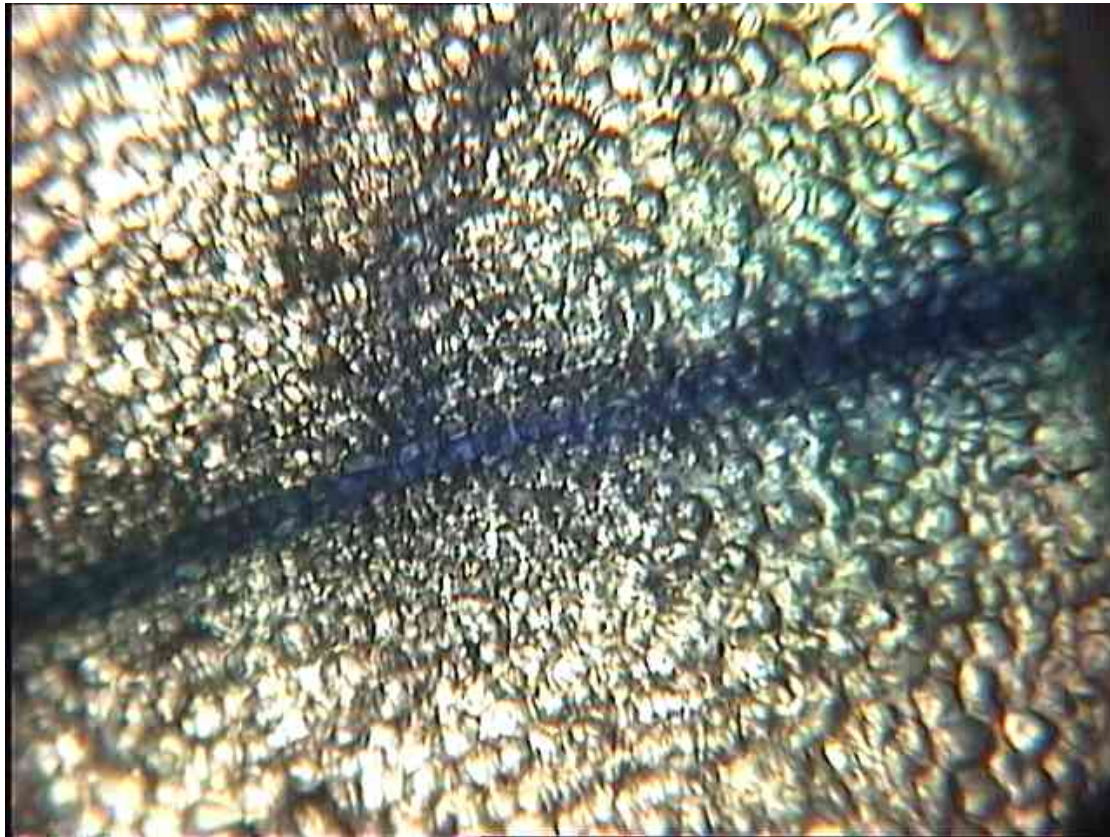
$t = 0$	$t$	$t+dt$
$Sc(0)$	$Sc(t)$	$Sc(t) - k_1Sc(t) - k_2Sc(t)$
$Gc(0)$	$Gc(t)$	$Gc(t) + k_2Sc(t) - k_3Gc(t) - k_4Gc(t)$
$Fc(0)$	$Fc(t)$	$Fc(t) + k_2Sc(t) - k_5Fc(t) - k_6Fc(t)$
0	$HMFc(t)$	$HMFc(t) + k_4Gc(t) + k_6Fc(t) - k_7HMFc(t)$
0	$Sb(t)$	$Sb(t) + k_1Sc(t) - k_2Sb(t)$
0	$Gb(t)$	$Gb(t) + k_3Gc(t) + k_2Sb(t) - k_4Gb(t)$
0	$Fb(t)$	$Fb(t) + k_5Fc(t) + k_2Sb(t) - k_6Fb(t)$
0	$HMFB(t)$	$HMFB(t) + k_7HMFc(t) + k_4Gb(t) + k_6Fb(t)$

# Une question théorique amusante

$plot\left(\left\{1 - \frac{1}{x+1}, 1 - \exp(-x), \arctan(x)\right\}, x = 0..100\right)$



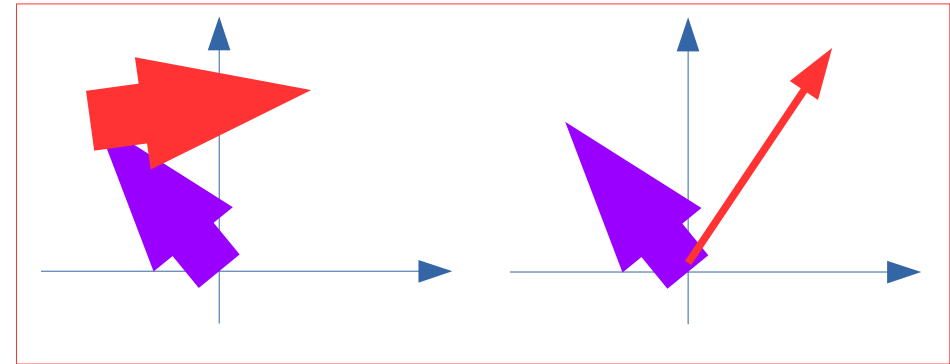
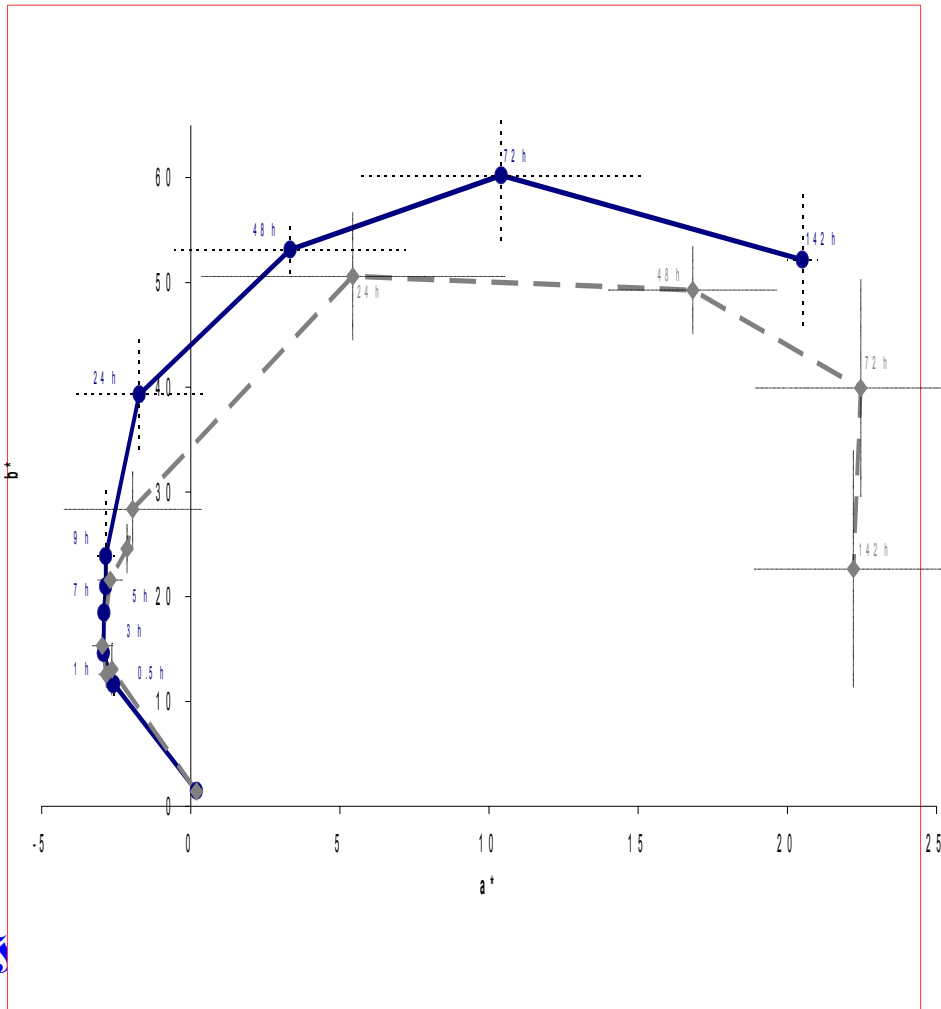
# Et voici pourquoi la théorie était insuffisante



# Une question connexe : les cinétiques d'extraction



# Pourquoi a-t-on négligé cette hélice évidente ?



$$C(t) = k \cdot m(t) \cdot c$$

$$C(t) = C1(t) + C2(t)$$

$$\frac{dm_1(t)}{dt} = e^{-t} - \frac{dm_2(t)}{dt}$$

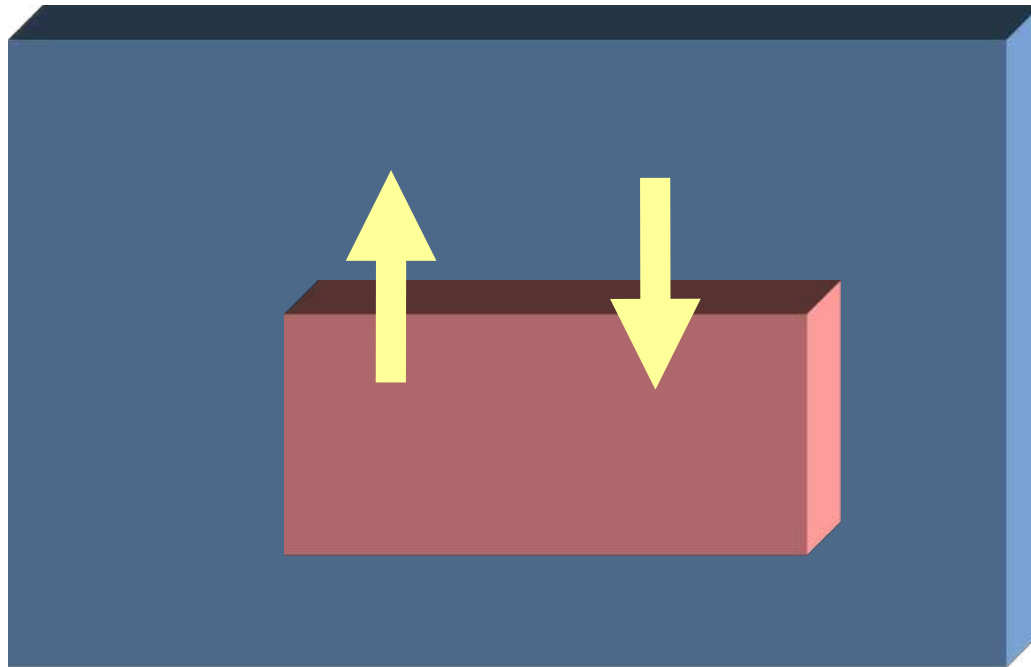
$$\frac{dm_2(t)}{dt} = \alpha m_1(t)$$

$$m_1(t) = \frac{(-a_1 + \alpha a_1)e^{-\alpha t}}{-1 + \alpha} + \frac{e^{-t}}{-1 + \alpha}$$

$$m1(0) = 0, \text{ i.e. } a1 = -1/(-1 + \alpha).$$

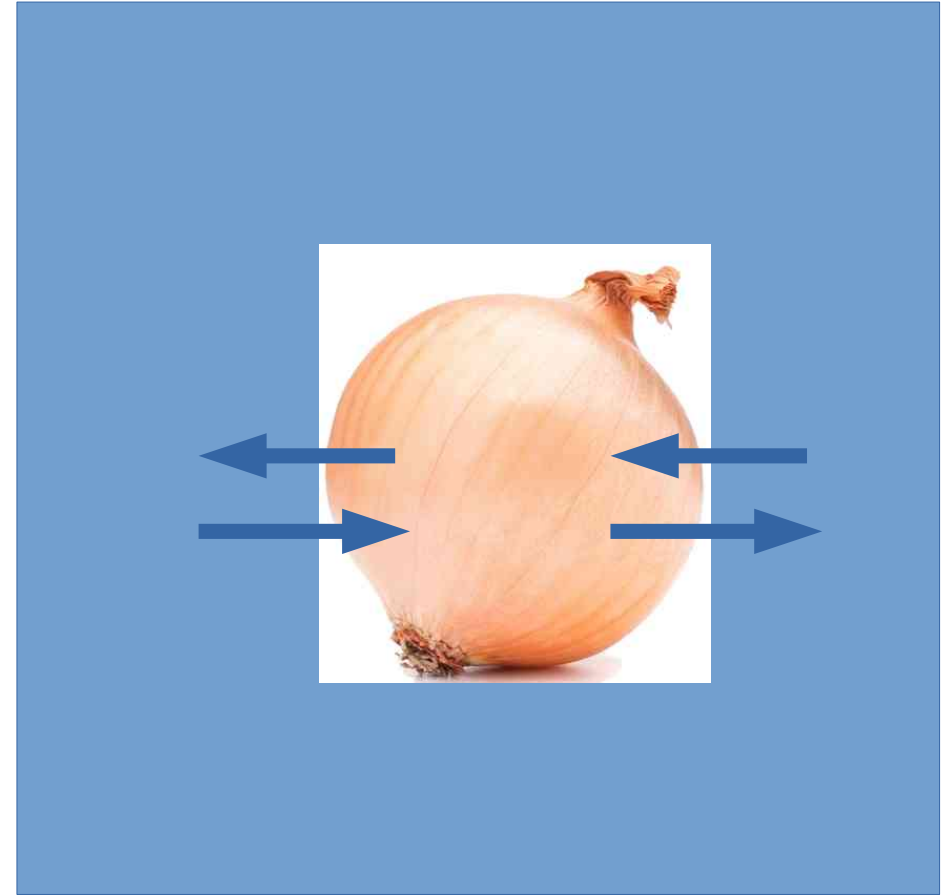
$$m_2(t) = -\frac{\alpha e^{-t} - a_1 e^{-\alpha t} + \alpha a_1 e^{-\alpha t} + a_2 - \alpha a_2}{-1 + \alpha}$$

# Quels mécanismes ?

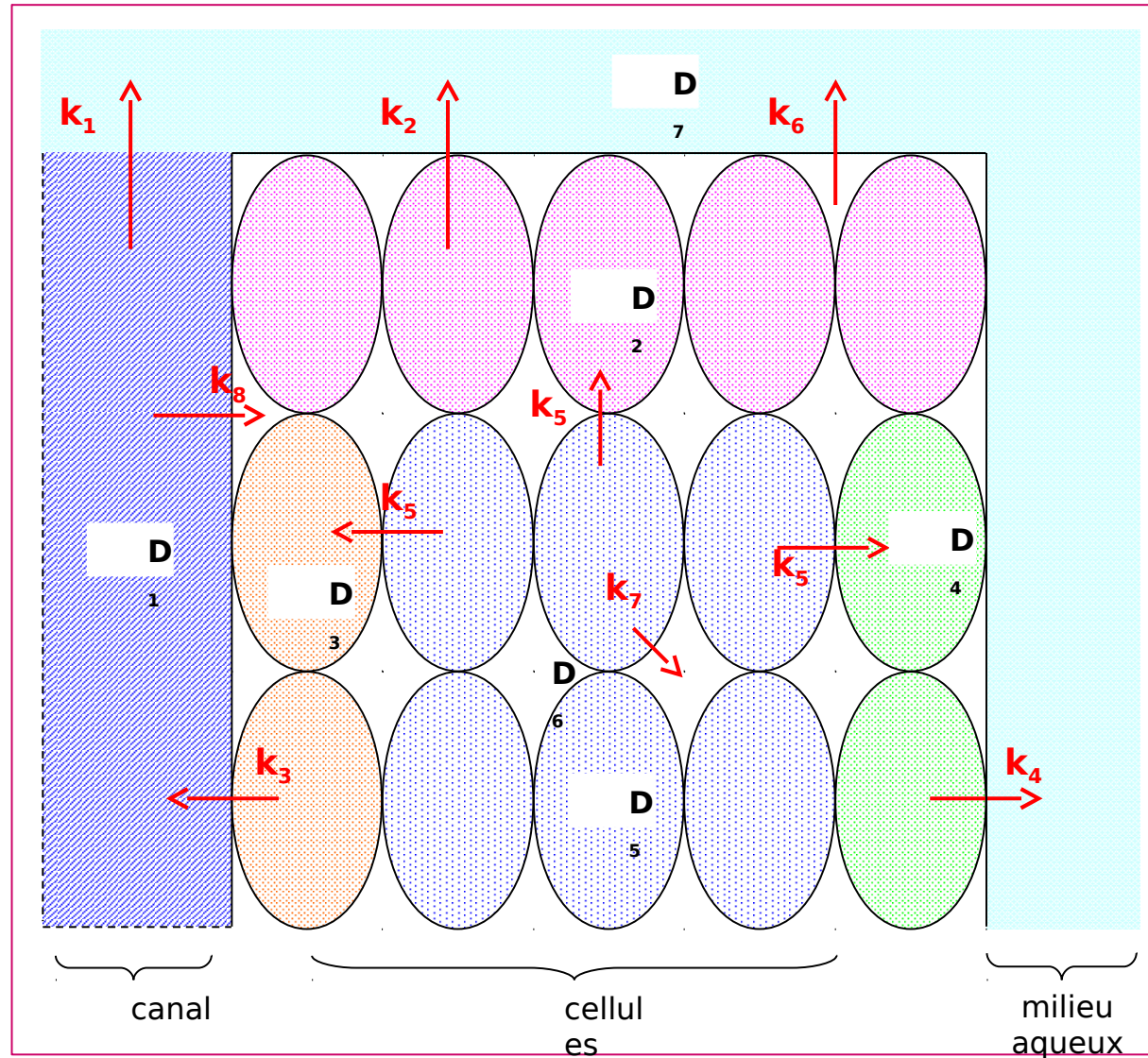


# Exemple 3

## Un modèle amélioré

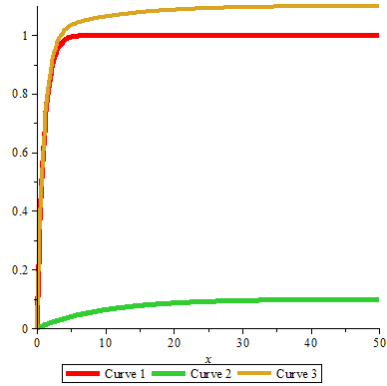


# Combien ?

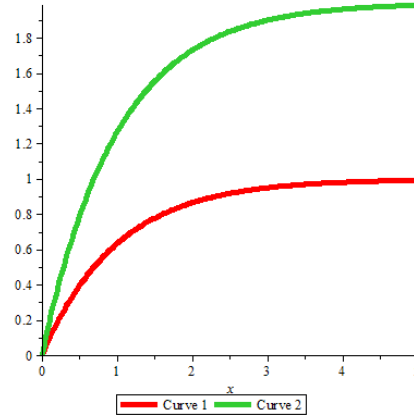




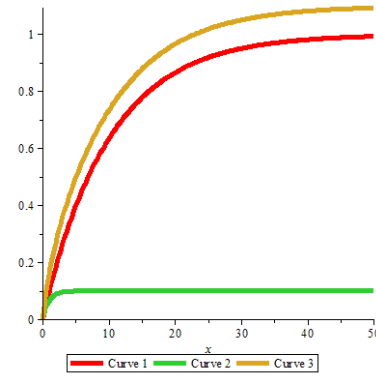
More metabolites in cells,  
fast release from cells



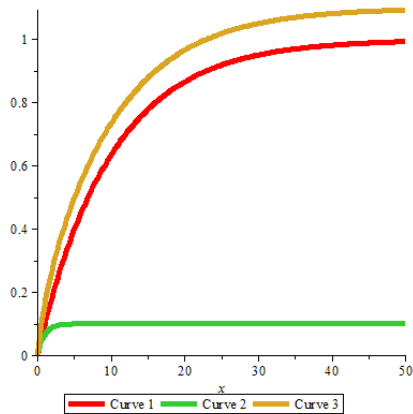
Same quantity, same speed, more metabolites in channels,  
Slow release from channels



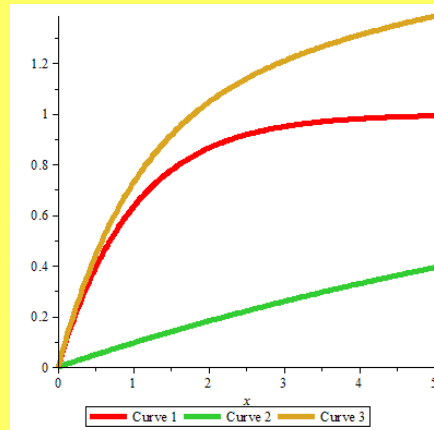
More metabolites in channels,  
Slow release from channels



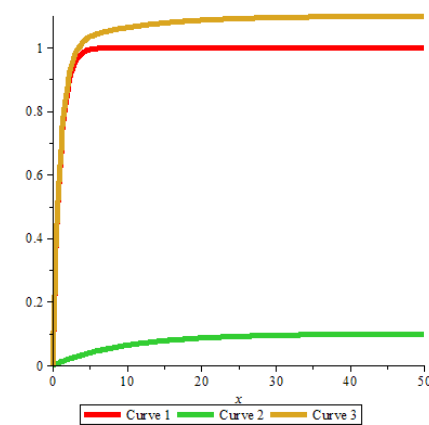
More metabolites in cells,  
slow release from cells



Same quantity, different speed

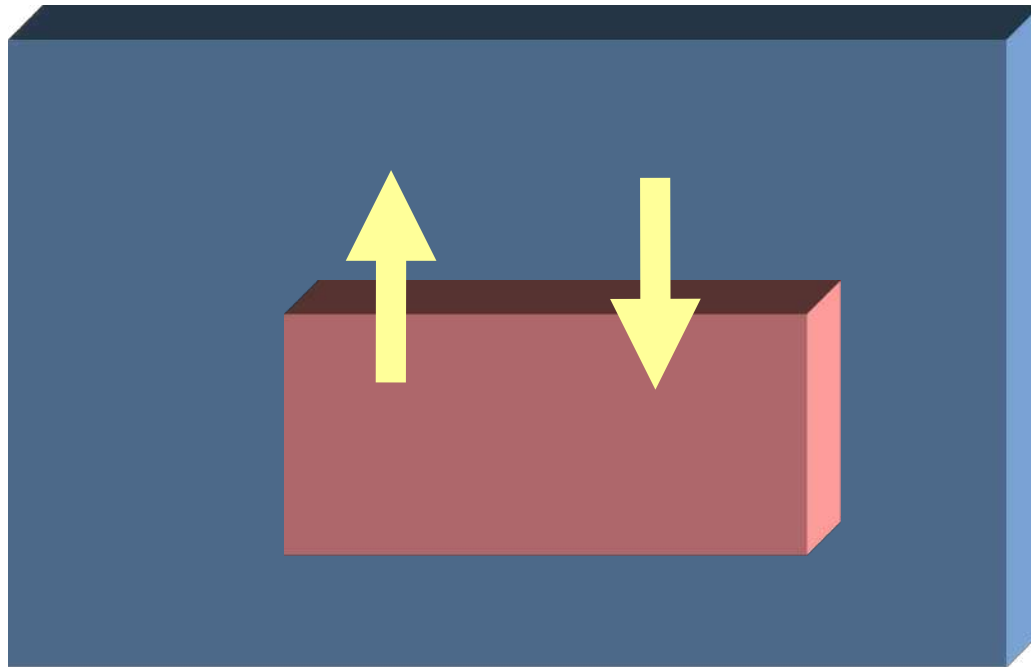


More metabolites in channels,  
fast release from channels



... mais il faut valider

# Quels mécanismes ?



# 4

# L'ions sodium dans les carottes par spectroscopie d'absorption atomique

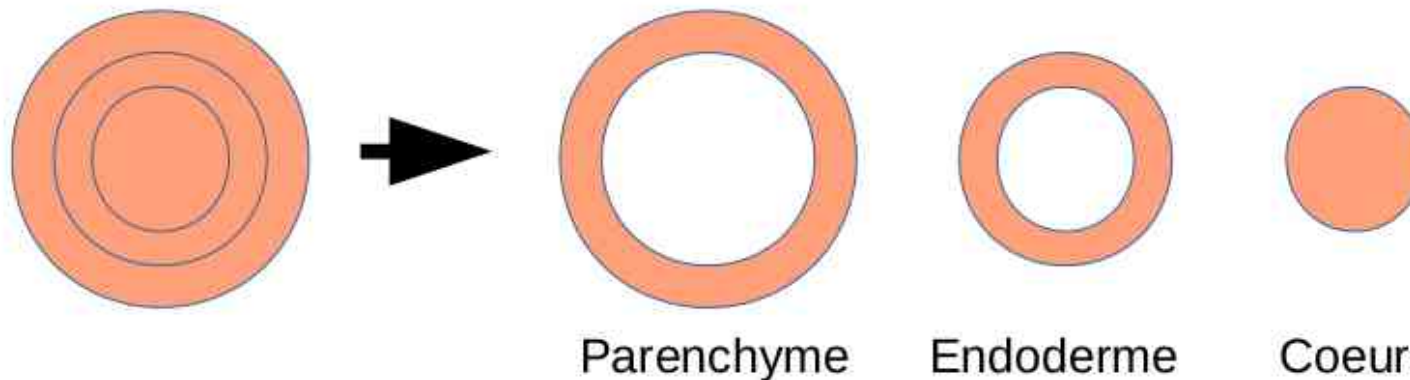
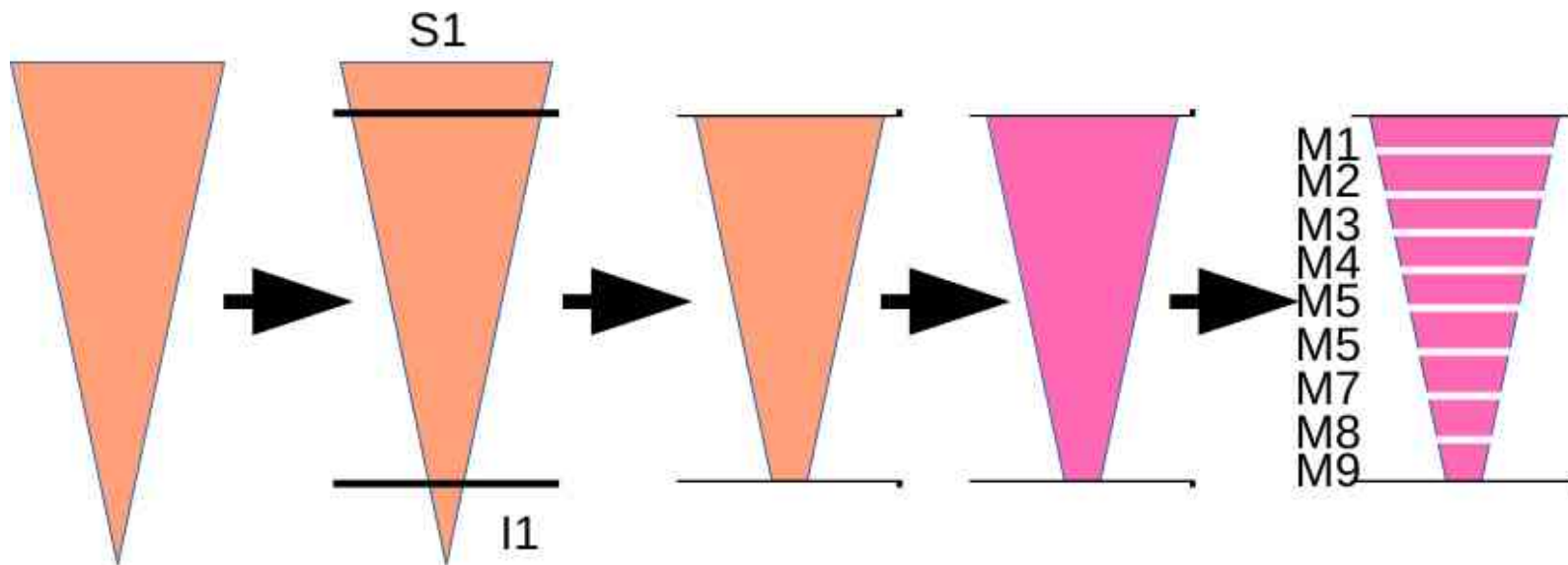
**Stéphane Besançon, AgroParisTech, UMR 0782**

Damien Saveant, M1 NSA, AgroParisTech

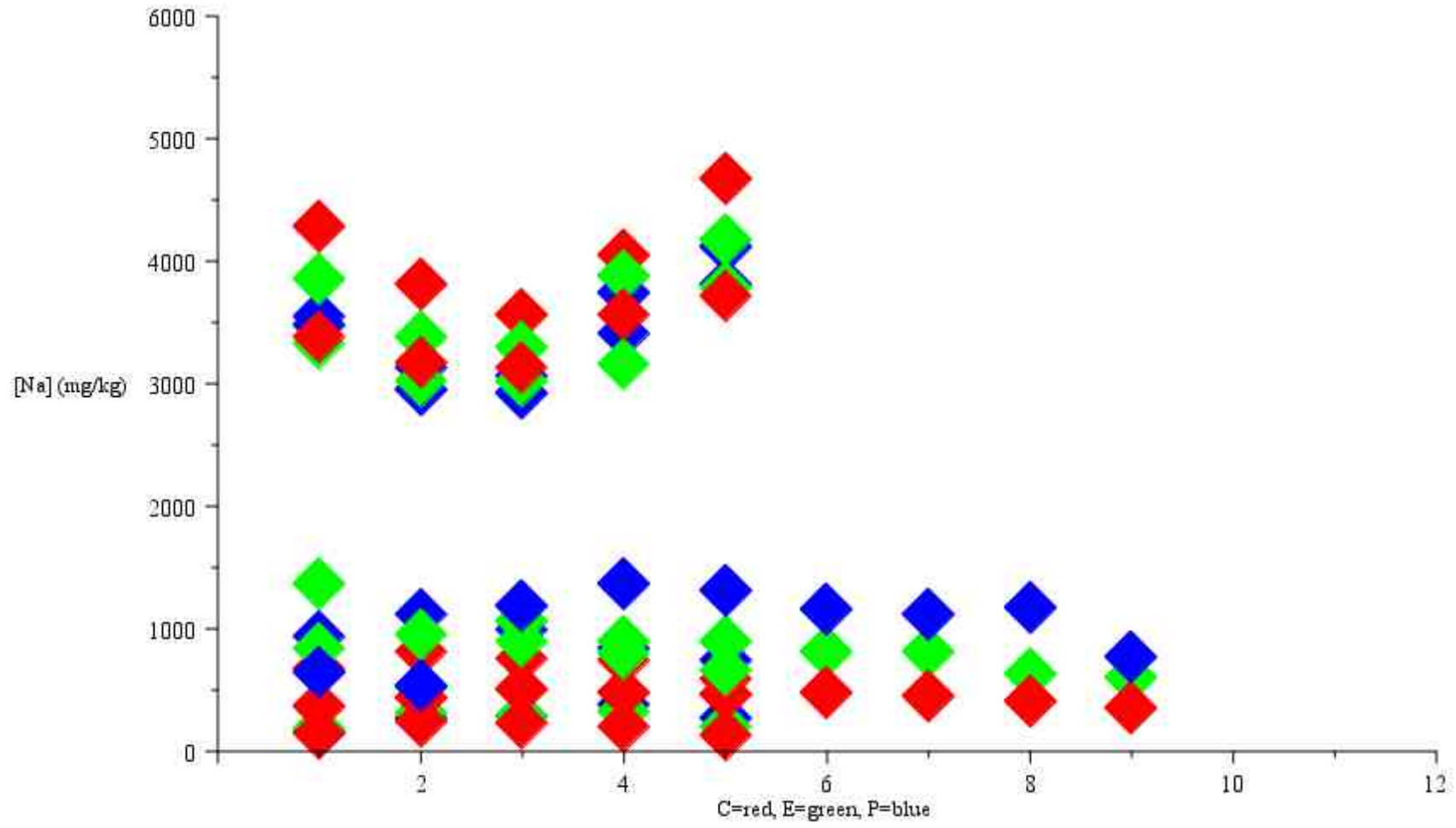
Lorena Modestin, L3 Université de Montpellier

**Valentine de Raigniac, M1 NSA AgroParisTech**

# Préparation des échantillons



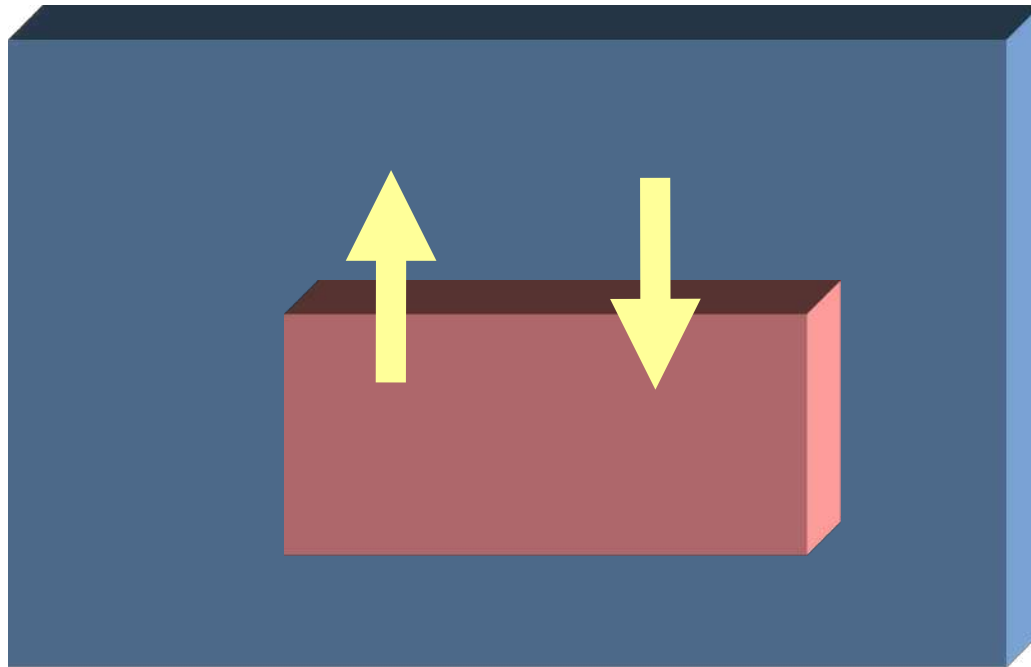
# Na<sup>+</sup> dans l'eau pure ou salée



# Après calculs

- 1. des différences considérables selon les racines**
- 2. elles ne sont pas corrélées à la taille des racines**
- 3. étonnant qu'il n'y ait pas plus de sodium en haut qu'en bas**
- 4. il y a très vraisemblablement un transfert latéral**

# Quels mécanismes ?



**5.**

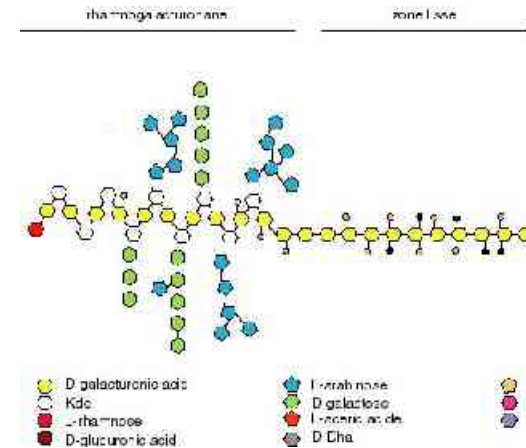
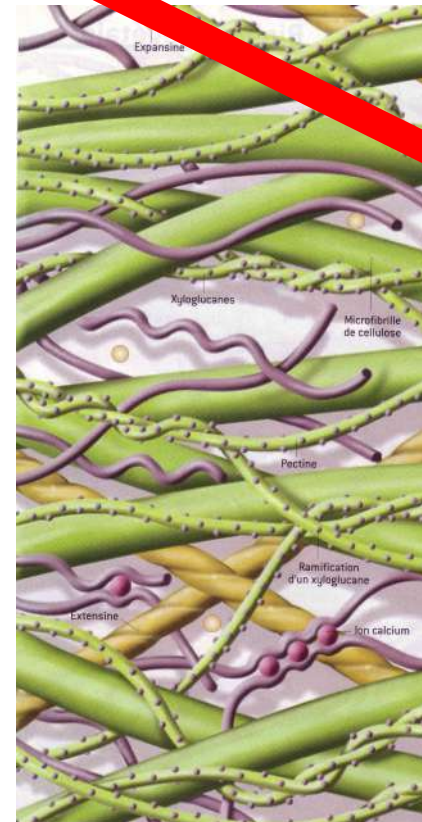
**Des travaux bien plus  
généraux, dans le cadre du  
« DSF »**



# Qu'est-ce qu'un aliment ?



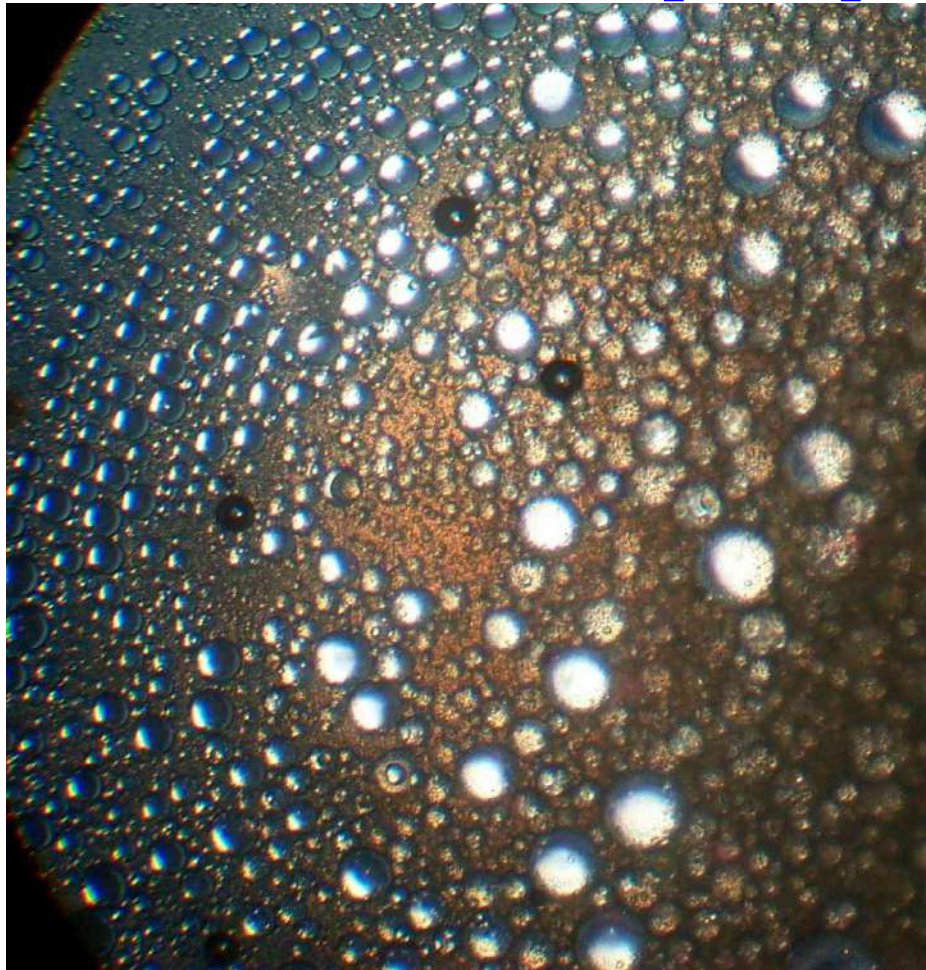
# Souvenons-nous de



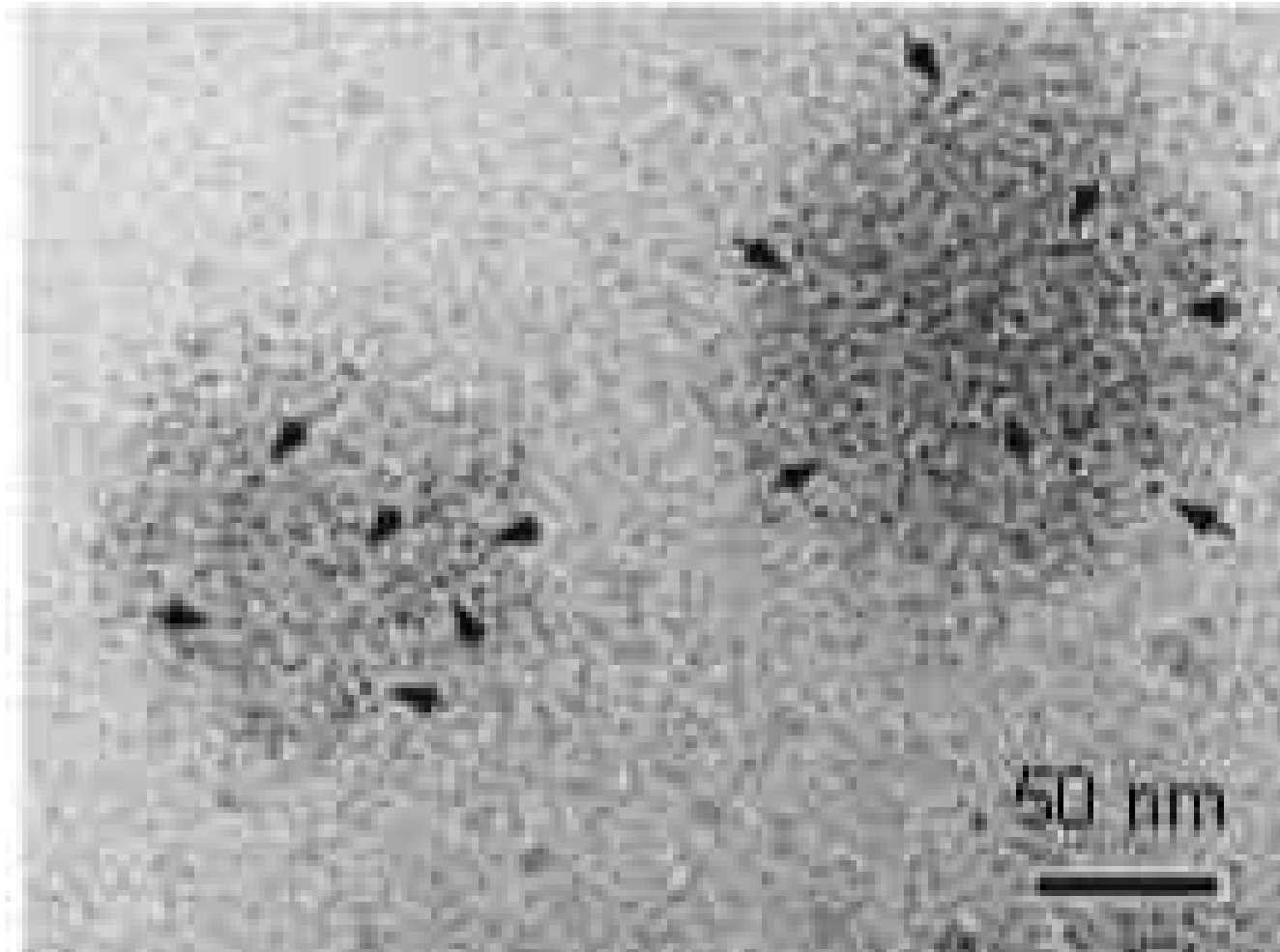
# Une organisation macroscopique



# Une organisation macroscopique



# Et des structures nanoscopiques



# Jusqu'à l'organisation moléculaire



# Une description formelle pour chaque niveau

## Four symbols :

- / : dispersed into
- + : coexistence of phases, mixture
- @ : inclusion
- $\sigma$  : superposition (according to x,y,z)
- x : interdispersion

## Four kind of phases :    Four kind of object:

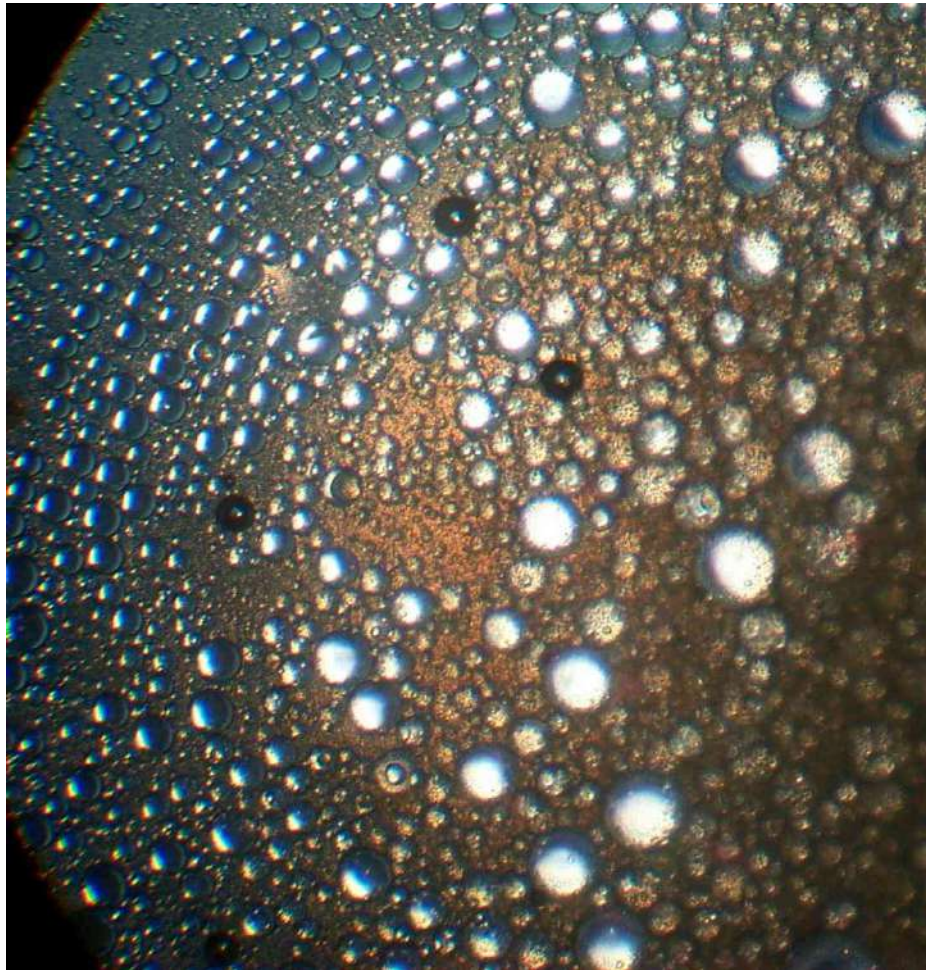
- |                        |    |
|------------------------|----|
| • G : gas              | D0 |
| • W : solution         | D1 |
| • O : oil              | D2 |
| • S1, S2, ... : solids | D3 |

$D_3(S_1) \sigma D_3(S_2) \sigma D_2(L)$

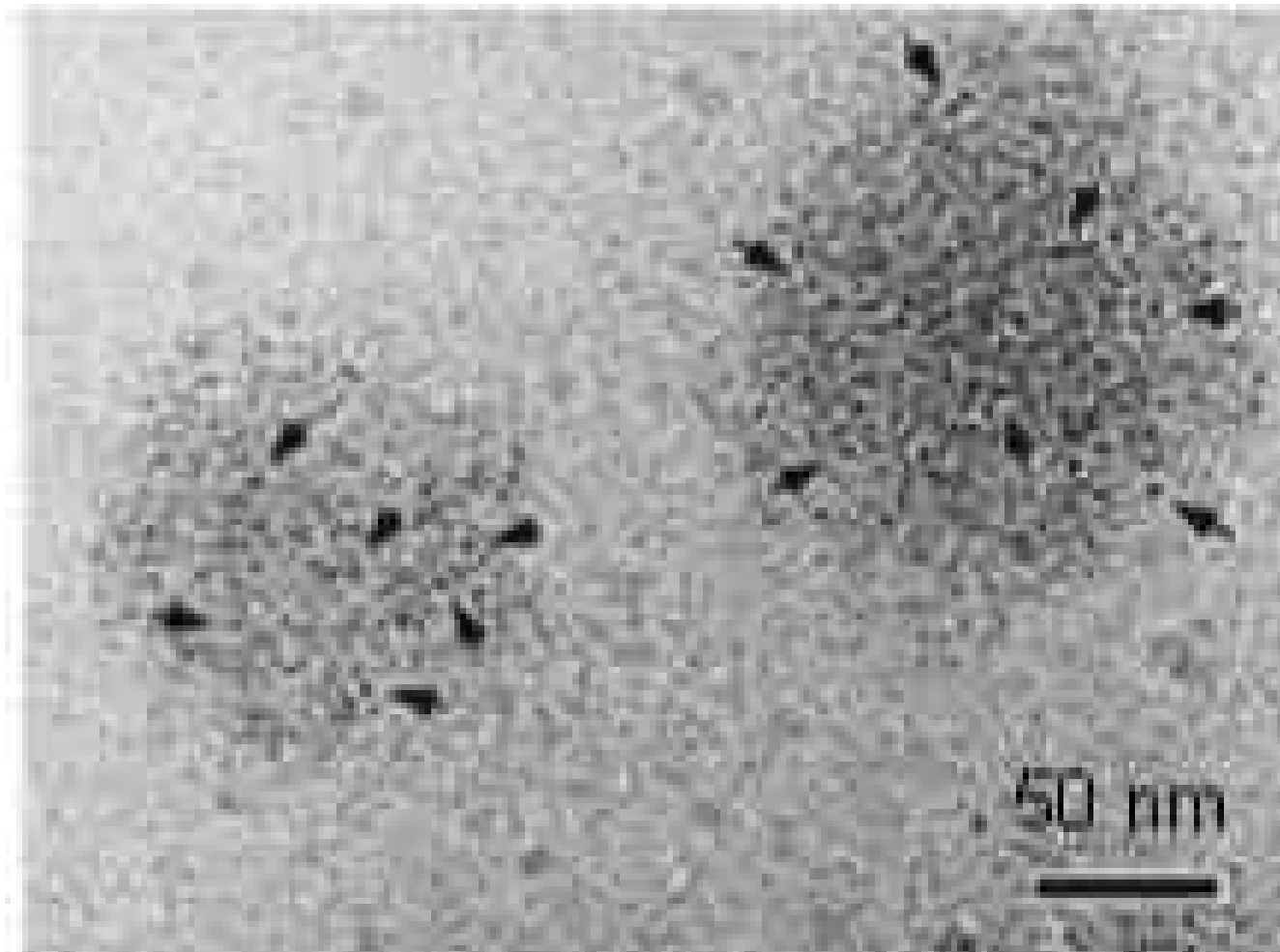




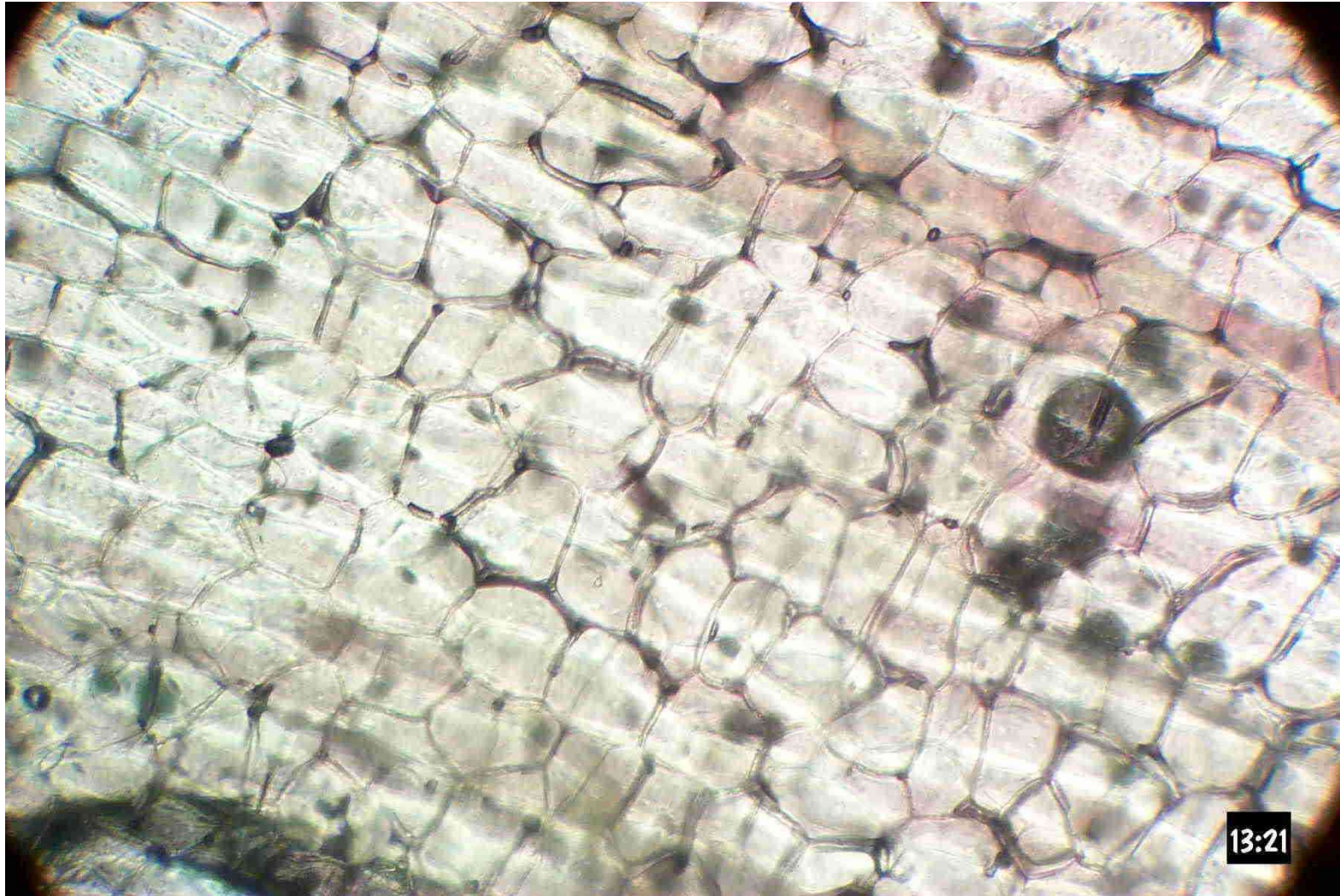
$$D_0(O)/D_3(W)$$



$$[D_3(S_1) \times D_3(W)]/D_3(W)$$



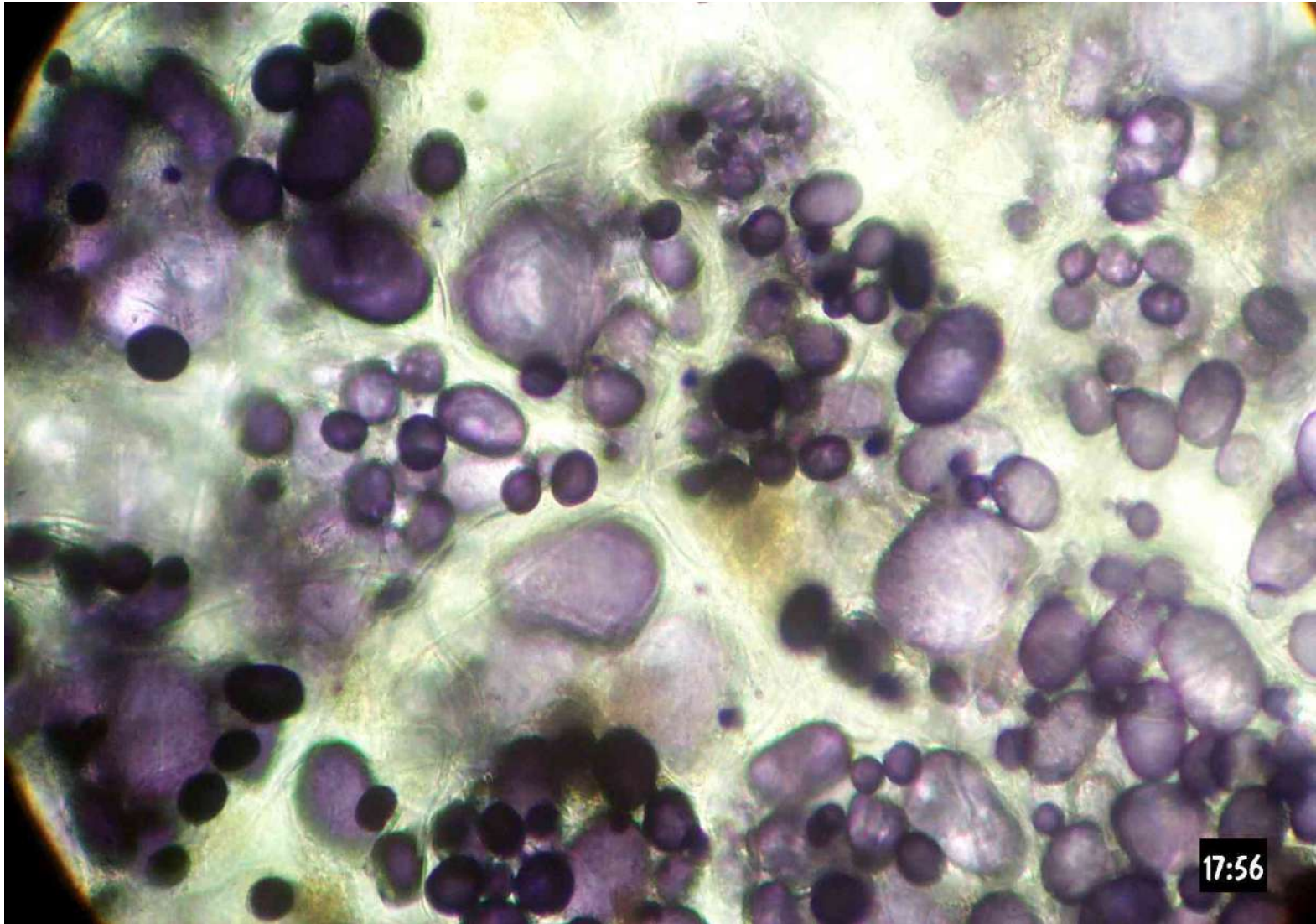
# Nous mangeons surtout des gels. Ici $D_0(W)/D_3(S)$



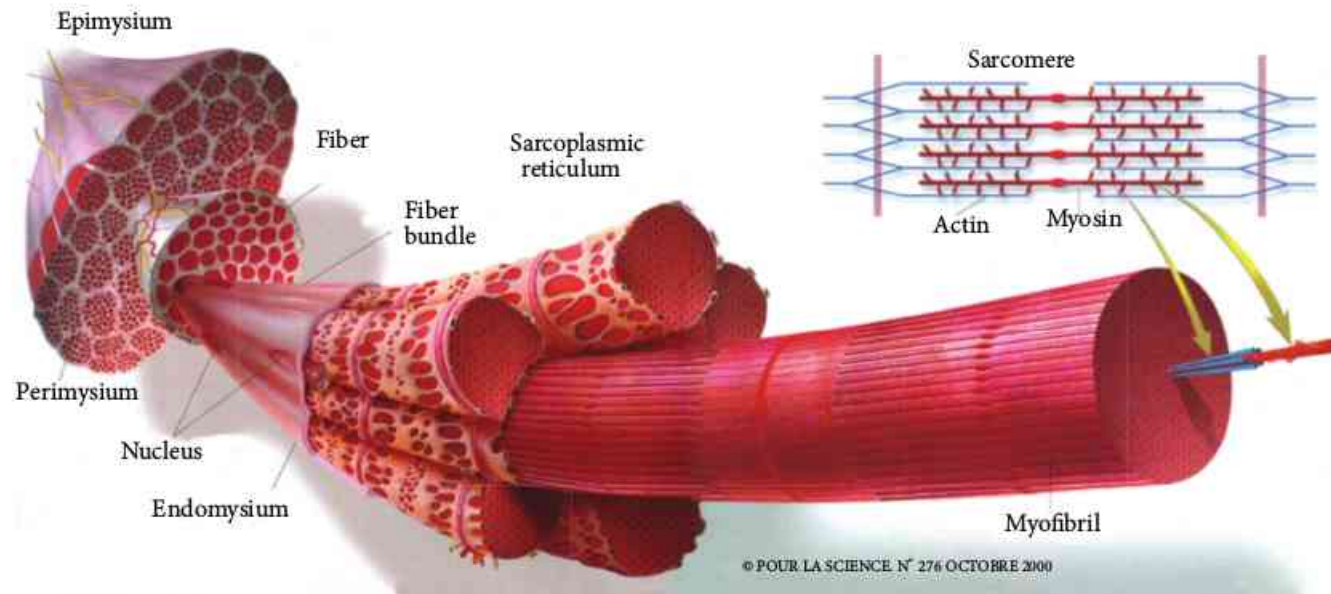
# Un gel artificiel $D_0(W)/D_3(S)$



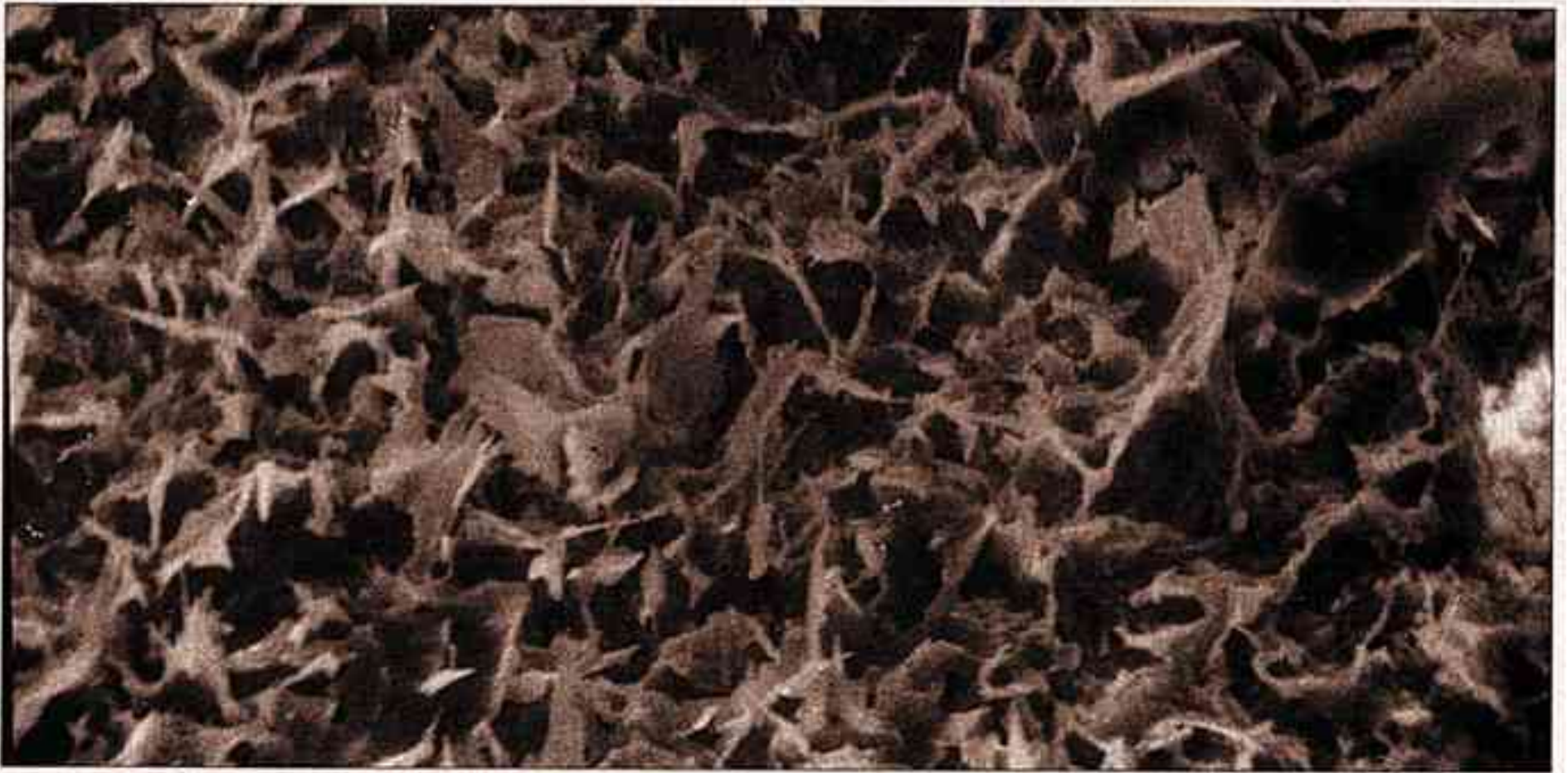
# Des gels complexes :

$$[D_0(S_1)/D_0(W)]/D_3(S_2)$$


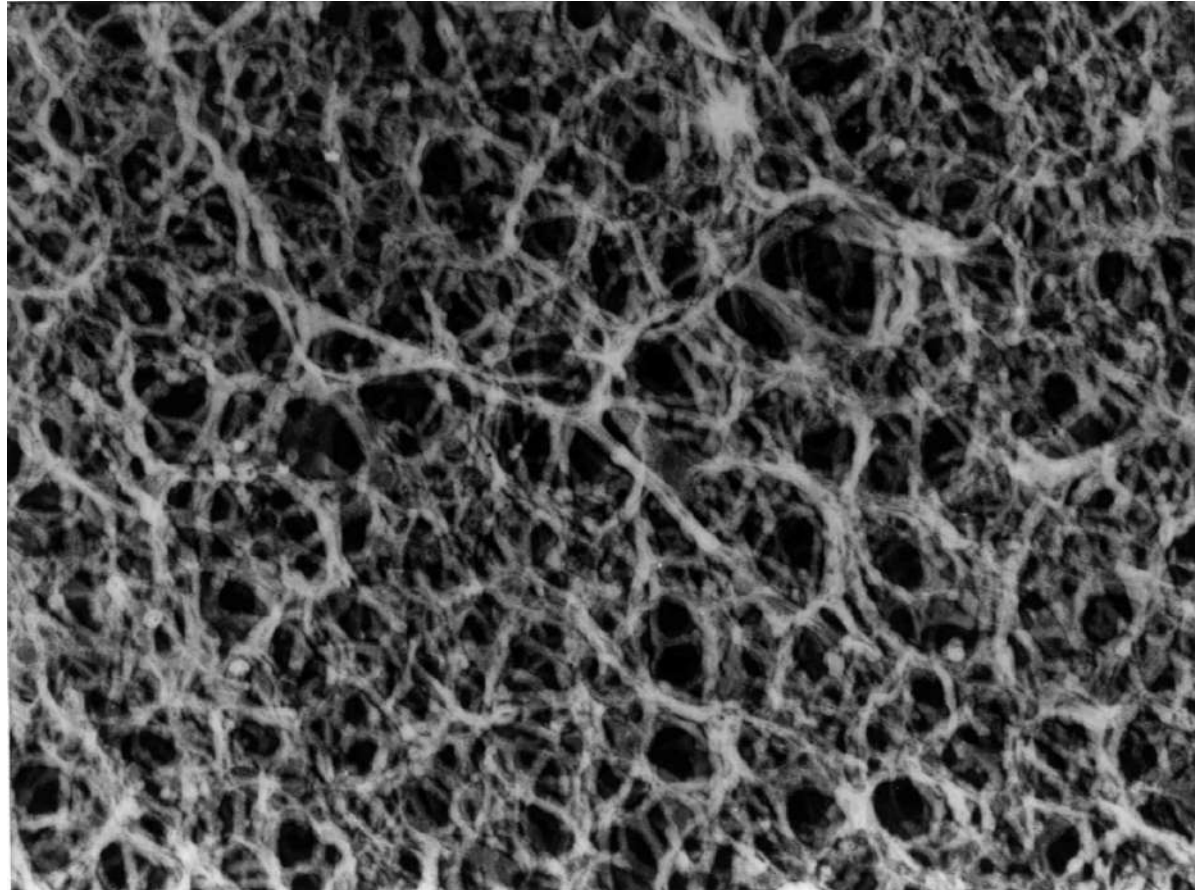
# Parfois, des « dimensions » : D1(W)/D3(S)



# Parfois des gels méconnus: $D_3(O) \times D_3(S)$



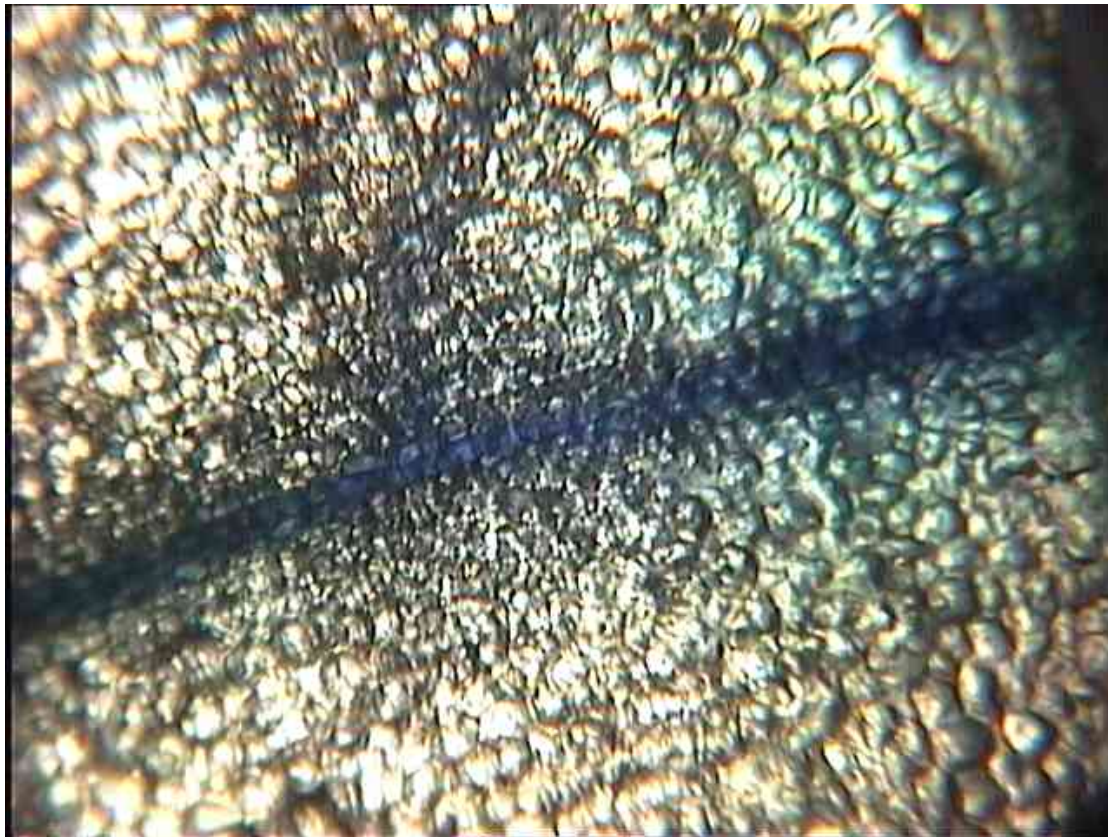
**Parfois, de la diffusion est possible :  $D_3(S) \times D_3(W)$**



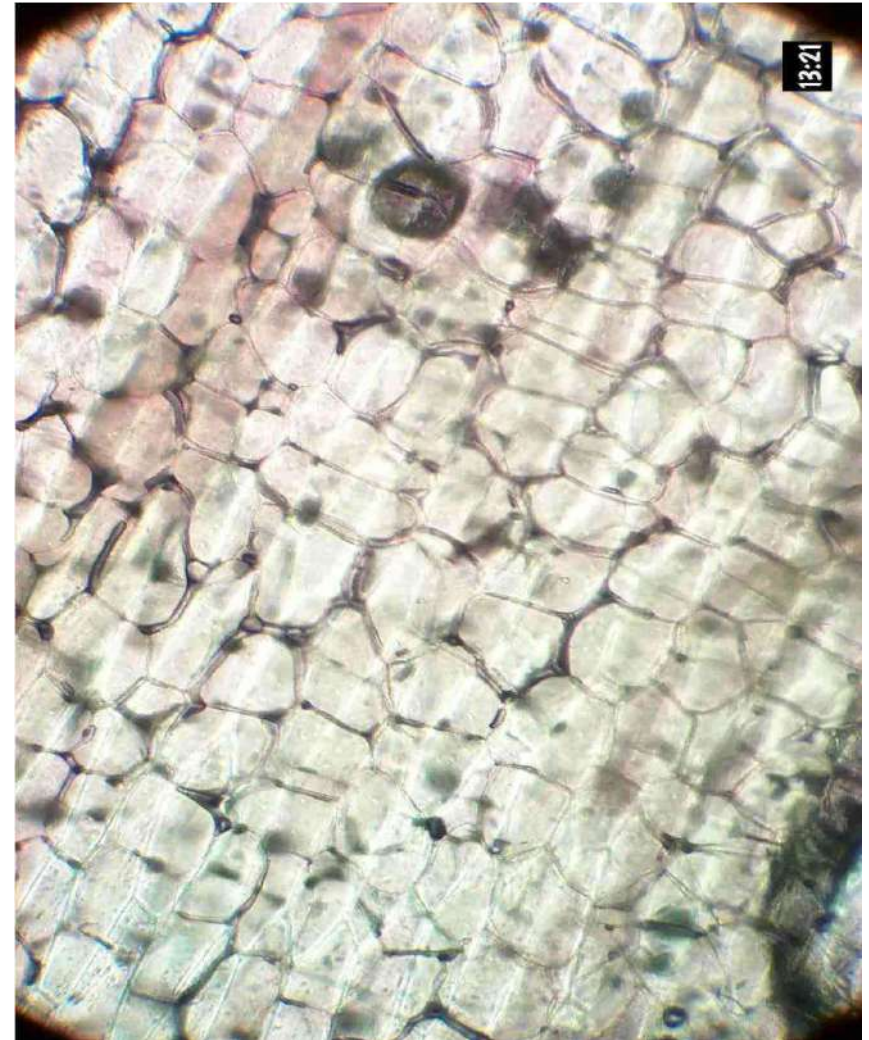
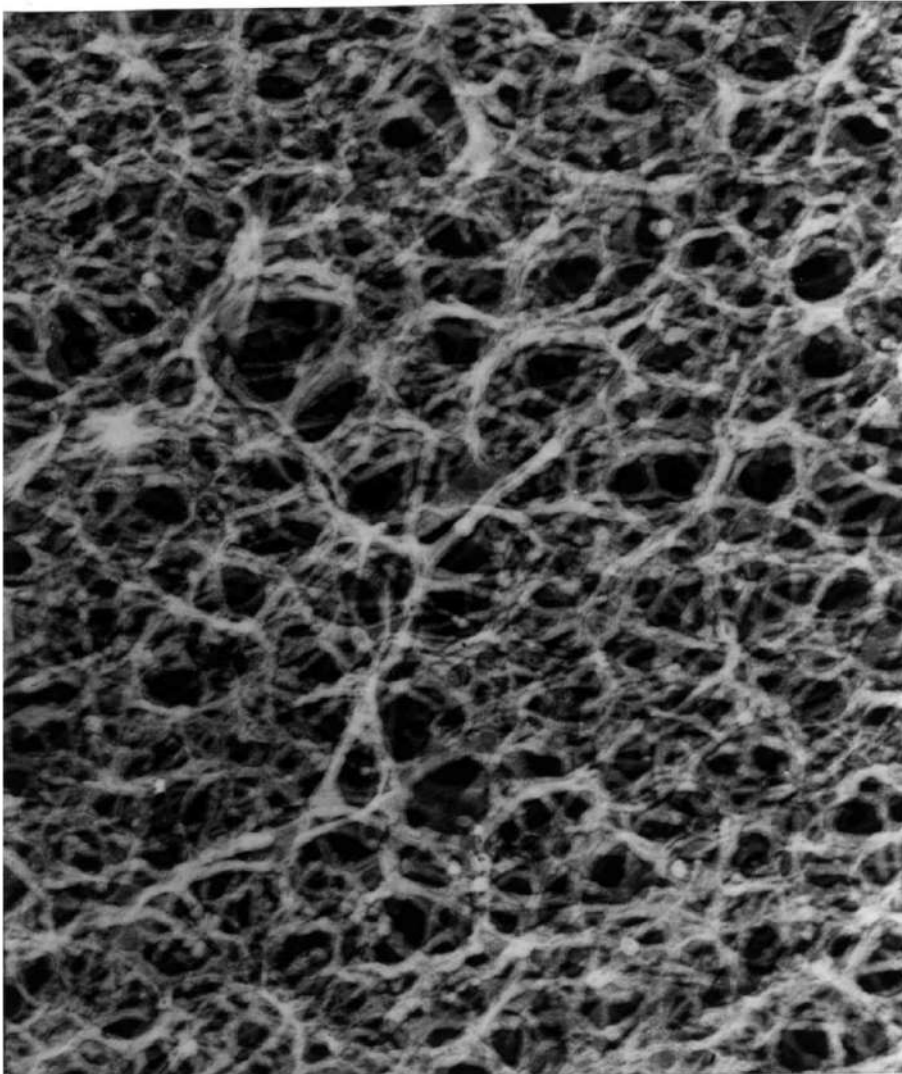


# Des invitations à voir plus loin :

$[D0(W)+D1(W)]/D3(S)$

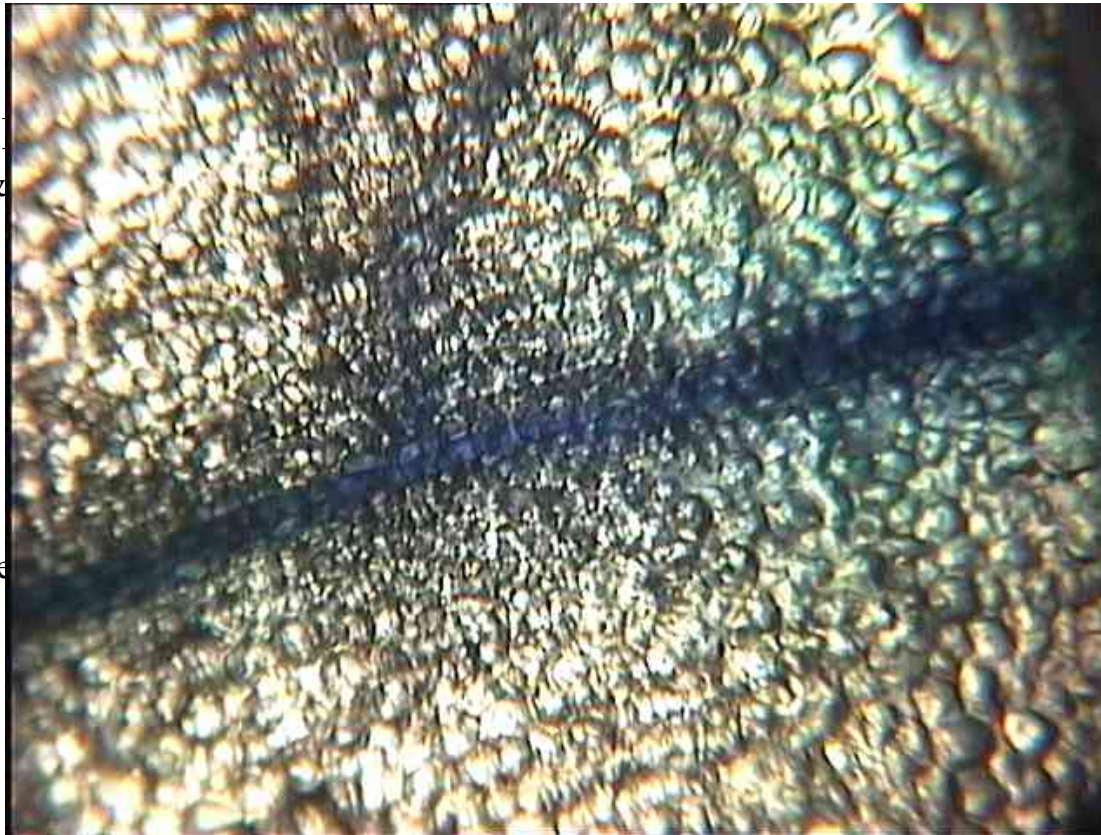


# Combien de gels différents ?



# Pour la découverte de tous les gels de classe 1

```
phase := [W, O, S];  
dimension := [D0, D1, D2, D3];  
opérateur := ["X", "/", "@", "&"];  
formule := ""; graine := "";  
for dim1 to 4 do  
  for phas1 to 3 do  
    for ope to 4 do  
      for dim2 to 4 do  
        for phas2 to 3 do  
          if phas1 <> phas2 then formule := formule + opérateur[ope] + phase[phas1] + opérateur[ope] + phase[phas2], "(")  
        end if  
      end do  
    end do  
  end do  
end do  
end do;
```



on[dim2], "(",

# 16, et 16 exactement

D0(O)/D3(S)

D2(O)xD3(S)

D0(W)/D3(S)

D2(W)xD3(S)

D1(O)/D3(S)

D3(O)xD3(S)

D1(W)/D3(S)

D3(W)xD3(S)

D2(O)/D3(S)

D1(O)@D3(S)

D2(W)/D3(S)

D1(W)@D3(S)

D1(O)xD3(S)

D2(O)@D3(S)

D1(W)xD3(S)

D2(W)@D3(S)

# Classe 2: environ 1500 possibilités

[D0(W)XD0(W)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD0(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]/D3(S)	[D0(O)/D0(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(O)]/D3(S)
[D0(W)XD0(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(W)]/D3(S)	[D0(W)σD0(O)]XD3(S)	[D0(W)+D2(W)]XD3(S)	[D0(O)/D0(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(O)]XD3(S)	[D0(W)σD0(O)]/D3(S)	[D0(W)+D2(W)]/D3(S)	[D0(O)/D0(S)]XD3(S) :	[D0(O)@D2(S)]/D3(S)
[D0(W)XD0(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(O)]/D3(S)	[D0(W)σD0(S)]XD3(S)	[D0(W)+D2(O)]XD3(S)	[D0(O)/D1(W)]XD3(S)	[D0(O)@D3(W)]XD3(S)
[D0(W)XD0(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(S)]XD3(S)	[D0(W)σD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(O)]/D3(S)	[D0(O)/D1(W)]/D3(S)	[D0(O)@D3(O)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(W)]XD3(S) :	[D0(W)+D2(S)]XD3(S)	[D0(O)/D1(O)]XD3(S) :	[D0(O)@D3(O)]/D3(S)
[D0(W)XD1(W)]XD3(S)	[D0(W)/D3(W)]XD3(S)	[D0(W)σD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(S)]/D3(S)	[D0(O)/D1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D3(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(W)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]XD3(S)	[D0(W)+D3(W)]XD3(S)	[D0(O)/D1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D3(S)]/D3(S)
[D0(W)XD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(O)]XD3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(W)]/D3(S)	[D0(O)/D1(S)]/D3(S)	[D0(O)σD0(W)]XD3(S)
[D0(W)XD1(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(O)]/D3(S)	[D0(W)σD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(O)]XD3(S)	[D0(O)/D2(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD0(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(S)]XD3(S)	[D0(W)σD1(S)]/D3(S)	[D0(W)+D3(O)]/D3(S)	[D0(O)/D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD0(O)]XD3(S)
[D0(W)XD1(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(S)]/D3(S)	[D0(W)σD2(W)]XD3(S)	[D0(W)+D3(S)]XD3(S)	[D0(O)/D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD0(O)]/D3(S) :
[D0(W)XD2(W)]XD3(S)	[D0(W)@D0(W)]XD3(S)	[D0(W)σD2(W)]/D3(S)	[D0(W)+D3(S)]/D3(S)	[D0(O)/D2(O)]/D3(S)	[D0(O)σD0(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD2(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D0(W)]/D3(S)	[D0(W)σD2(O)]XD3(S)	[D0(O)XD0(W)]XD3(S)	[D0(O)/D2(S)]XD3(S)	[D0(O)σD0(S)]/D3(S)
[D0(W)XD2(O)]XD3(S)	[D0(W)@D0(O)]XD3(S)	[D0(W)σD2(O)]/D3(S)	[D0(O)XD0(W)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(W)]XD3(S)
[D0(W)XD2(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D0(O)]/D3(S)	[D0(W)σD2(S)]XD3(S)	[D0(O)XD0(O)]XD3(S)	[D0(O)/D3(W)]/D3(S) :	[D0(O)σD1(W)]/D3(S)
[D0(W)XD2(S)]XD3(S)	[D0(W)@D0(S)]XD3(S)	[D0(W)σD2(S)]/D3(S)	[D0(O)XD0(O)]/D3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(O)]XD3(S)
[D0(W)XD2(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D0(S)]/D3(S)	[D0(W)σD3(W)]XD3(S)	[D0(O)XD0(S)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]/D3(S)	[D0(O)σD1(O)]/D3(S)
[D0(W)XD3(W)]XD3(S)	[D0(W)@D1(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(W)]/D3(S)	[D0(O)XD0(S)]/D3(S)	[D0(O)/D3(S)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD3(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(W)]/D3(S)	[D0(W)σD3(O)]XD3(S)	[D0(O)XD1(W)]XD3(S)	[D0(O)/D3(S)]/D3(S)	[D0(O)σD1(S)]/D3(S)
[D0(W)XD3(O)]XD3(S)	[D0(W)@D1(O)]XD3(S)	[D0(W)σD3(O)]/D3(S)	[D0(O)XD1(W)]/D3(S)	[D0(O)@D0(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(W)]XD3(S)
[D0(W)XD3(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(O)]/D3(S)	[D0(W)σD3(S)]XD3(S)	[D0(O)XD1(O)]XD3(S)	[D0(O)@D0(W)]/D3(S)	[D0(O)σD2(W)]/D3(S)
[D0(W)XD3(S)]XD3(S)	[D0(W)@D1(S)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D0(O)]/D3(S)	[D0(O)σD2(O)]XD3(S)
[D0(W)XD3(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(S)]/D3(S)	[D0(W)+D0(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D0(S)]XD3(S)	[D0(O)σD2(O)]/D3(S)
[D0(W)/D0(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D2(W)]XD3(S)	[D0(W)+D0(W)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]/D3(S)	[D0(O)@D0(S)]/D3(S)	[D0(O)σD2(S)]XD3(S)
[D0(W)/D0(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D2(W)]/D3(S)	[D0(W)+D0(O)]XD3(S)	[D0(O)XD2(W)]XD3(S)	[D0(O)@D1(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(O)]XD3(S)	[D0(W)@D2(O)]XD3(S)	[D0(W)+D0(O)]/D3(S)	[D0(O)XD2(W)]/D3(S)	[D0(O)@D1(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(W)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D2(O)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]XD3(S)	[D0(O)XD2(O)]XD3(S)	[D0(O)@D1(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(W)]/D3(S)
[D0(W)/D0(S)]XD3(S)	[D0(W)@D2(S)]XD3(S)	[D0(W)+D0(S)]/D3(S) :	[D0(O)XD2(O)]/D3(S)	[D0(O)@D1(S)]XD3(S)	[D0(O)σD3(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D2(S)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]/D3(S)	[D0(O)XD2(S)]XD3(S)	[D0(O)@D1(S)]/D3(S)	[D0(O)σD3(O)]/D3(S)
[D0(W)/D1(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D3(W)]XD3(S)	[D0(W)+D1(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD2(S)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D3(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(W)]/D3(S)	[D0(O)XD3(W)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)
[D0(W)/D1(O)]XD3(S)	[D0(W)@D3(O)]XD3(S)	[D0(W)+D1(O)]XD3(S)	[D0(O)XD3(W)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D3(O)]/D3(S)	[D0(W)+D1(O)]/D3(S)	[D0(O)XD3(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S)
[D0(W)/D1(S)]XD3(S)	[D0(W)@D3(S)]XD3(S)	[D0(W)+D1(O)]/D3(S)	[D0(O)XD3(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S)
[D0(W)/D1(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D3(S)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]XD3(S)	[D0(O)XD3(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S)
	[D0(W)σD0(W)]XD3(S)		[D0(O)XD3(S)]/D3(S)		

# Et aussi...

[D0(W)XD0(W)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD0(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]/D3(S)	[D0(O)/D0(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(O)]/D3(S)
[D0(W)XD0(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(W)]/D3(S)	[D0(W)σD0(O)]XD3(S)	[D0(W)+D2(W)]XD3(S)	[D0(O)/D0(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(O)]XD3(S)	[D0(W)σD0(O)]/D3(S)	[D0(W)+D2(W)]/D3(S)	[D0(O)/D0(S)]XD3(S) :	[D0(O)@D2(S)]/D3(S)
[D0(W)XD0(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(O)]/D3(S)	[D0(W)σD0(S)]XD3(S)	[D0(W)+D2(O)]XD3(S)	[D0(O)/D1(W)]XD3(S)	[D0(O)@D3(W)]XD3(S)
[D0(W)XD0(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(S)]XD3(S)	[D0(W)σD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(O)]/D3(S)	[D0(O)/D1(W)]/D3(S)	[D0(O)@D3(O)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(W)]XD3(S) :	[D0(W)+D2(S)]XD3(S)	[D0(O)/D1(O)]XD3(S) :	[D0(O)@D3(O)]/D3(S)
[D0(W)XD1(W)]XD3(S)	[D0(W)/D3(W)]XD3(S)	[D0(W)σD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(S)]/D3(S)	[D0(O)/D1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D3(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(W)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(W)]XD3(S)	[D0(O)/D1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D3(S)]/D3(S)
[D0(W)XD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(O)]XD3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(W)]/D3(S)	[D0(O)/D1(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(W)]XD3(S)
[D0(W)XD1(O)]/D3(S)	[D0(W)/D3(O)]/D3(S)	[D0(W)σD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(O)]XD3(S)	[D0(O)/D2(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD0(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(S)]XD3(S)	[D0(W)σD1(S)]/D3(S)	[D0(W)+D3(O)]/D3(S)	[D0(O)/D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD0(O)]XD3(S)
[D0(W)XD1(S)]/D3(S)	[D0(W)/D3(S)]/D3(S)	[D0(W)σD2(W)]XD3(S)	[D0(W)+D3(S)]XD3(S)	[D0(O)/D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD0(O)]/D3(S) :
[D0(W)XD2(W)]XD3(S)	[D0(W)@D0(W)]XD3(S)	[D0(W)σD2(W)]/D3(S)	[D0(W)+D3(S)]/D3(S)	[D0(O)/D2(O)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD2(W)]/D3(S)	[D0(W)@D0(W)]/D3(S)	[D0(W)σD2(O)]XD3(S)	[D0(O)XD0(W)]XD3(S)	[D0(O)/D2(S)]XD3(S)	[D0(O)σD0(S)]/D3(S)
[D0(W)XD2(O)]XD3(S)	[D0(W)@D0(O)]XD3(S)	[D0(W)σD2(O)]/D3(S)	[D0(O)XD0(W)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(W)]XD3(S)
[D0(W)XD2(O)]/D3(S)	[D0(W)@D0(O)]/D3(S)	[D0(W)σD2(S)]XD3(S)	[D0(O)XD0(O)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(W)]/D3(S)
[D0(W)XD2(S)]XD3(S)	[D0(W)@D0(S)]XD3(S)	[D0(W)σD2(S)]/D3(S)	[D0(O)XD0(O)]/D3(S)	[D0(O)/D3(S)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(O)]XD3(S)
[D0(W)XD2(S)]/D3(S)	[D0(W)@D0(S)]/D3(S)	[D0(W)σD3(W)]XD3(S)	[D0(O)XD0(S)]XD3(S)	[D0(O)/D3(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD1(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD3(W)]XD3(S)	[D0(W)@D1(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(W)]/D3(S)	[D0(O)XD0(S)]/D3(S)	[D0(O)@D0(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(W)]XD3(S)
[D0(W)XD3(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(W)]/D3(S)	[D0(W)σD3(O)]XD3(S)	[D0(O)XD1(W)]XD3(S)	[D0(O)@D0(W)]/D3(S)	[D0(O)σD2(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD3(O)]XD3(S)	[D0(W)@D1(O)]XD3(S)	[D0(W)σD3(O)]/D3(S)	[D0(O)XD1(W)]/D3(S)	[D0(O)@D0(O)]XD3(S)	[D0(O)σD2(O)]XD3(S) :
[D0(W)XD3(O)]/D3(S)	[D0(W)@D1(O)]/D3(S)	[D0(W)σD3(S)]XD3(S)	[D0(O)XD1(O)]XD3(S)	[D0(O)@D0(O)]/D3(S)	[D0(O)σD2(O)]/D3(S)
[D0(W)XD3(S)]XD3(S)	[D0(W)@D1(S)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D0(S)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]XD3(S)
[D0(W)XD3(S)]/D3(S)	[D0(W)@D1(S)]/D3(S)	[D0(W)+D0(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D0(S)]/D3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D2(W)]XD3(S)	[D0(W)+D0(W)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]/D3(S)	[D0(O)@D1(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(W)]/D3(S)	[D0(W)@D2(W)]/D3(S)	[D0(W)+D0(O)]XD3(S)	[D0(O)XD2(W)]XD3(S)	[D0(O)@D1(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(W)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(O)]XD3(S)	[D0(W)@D2(O)]XD3(S)	[D0(W)+D0(O)]/D3(S)	[D0(O)XD2(W)]/D3(S)	[D0(O)@D1(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(W)]/D3(S)
[D0(W)/D0(O)]/D3(S)	[D0(W)@D2(O)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]XD3(S) :	[D0(O)XD2(O)]XD3(S)	[D0(O)@D1(O)]/D3(S)	[D0(O)σD3(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(S)]XD3(S)	[D0(W)@D2(S)]XD3(S)	[D0(W)+D0(S)]/D3(S)	[D0(O)XD2(O)]/D3(S)	[D0(O)@D1(S)]XD3(S)	[D0(O)σD3(O)]/D3(S)
[D0(W)/D0(S)]/D3(S)	[D0(W)@D2(S)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]XD3(S)	[D0(O)XD2(S)]XD3(S)	[D0(O)@D1(S)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D3(W)]XD3(S)	[D0(W)+D1(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD2(S)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)
[D0(W)/D1(W)]/D3(S)	[D0(W)@D3(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(W)]/D3(S)	[D0(O)XD3(W)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(O)]XD3(S)	[D0(W)@D3(O)]XD3(S)	[D0(W)+D1(O)]XD3(S)	[D0(O)XD3(W)]/D3(S)	[D0(O)@D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)
[D0(W)/D1(O)]/D3(S)	[D0(W)@D3(O)]/D3(S)	[D0(W)+D1(O)]/D3(S)	[D0(O)XD3(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(O)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)
[D0(W)/D1(S)]XD3(S)	[D0(W)@D3(S)]XD3(S)	[D0(W)+D1(O)]XD3(S)	[D0(O)XD3(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(S)]/D3(S)	[D0(W)@D3(S)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]XD3(S)	[D0(O)XD3(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)
	[D0(W)σD0(W)]XD3(S)		[D0(O)XD3(S)]/D3(S)		

# Et aussi ici ...

[D0(W)XD0(W)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD0(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]/D3(S)	[D0(O)/D0(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(O)]/D3(S)
[D0(W)XD0(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(W)]/D3(S)	[D0(W)σD0(O)]XD3(S)	[D0(W)+D2(W)]XD3(S)	[D0(O)/D0(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(O)]XD3(S)	[D0(W)σD0(O)]/D3(S)	[D0(W)+D2(W)]/D3(S)	[D0(O)/D0(S)]XD3(S) :	[D0(O)@D2(S)]/D3(S)
[D0(W)XD0(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(O)]/D3(S)	[D0(W)σD0(S)]XD3(S)	[D0(W)+D2(O)]XD3(S)	[D0(O)/D1(W)]XD3(S)	[D0(O)@D3(W)]XD3(S)
[D0(W)XD0(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(S)]XD3(S)	[D0(W)σD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(O)]/D3(S)	[D0(O)/D1(W)]/D3(S)	[D0(O)@D3(W)]/D3(S)
[D0(W)XD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(W)]XD3(S) :	[D0(W)+D2(S)]XD3(S)	[D0(O)/D1(O)]XD3(S) :	[D0(O)@D3(O)]XD3(S) :
[D0(W)XD1(W)]XD3(S)	[D0(W)/D3(W)]XD3(S)	[D0(W)σD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(S)]/D3(S)	[D0(O)/D1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D3(O)]/D3(S)
[D0(W)XD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(W)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(W)]XD3(S)	[D0(O)/D1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D3(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(O)]XD3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(W)]/D3(S)	[D0(O)/D1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D3(S)]/D3(S)
[D0(W)XD1(O)]/D3(S)	[D0(W)/D3(O)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(O)]XD3(S)	[D0(O)/D1(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(W)]XD3(S)
[D0(W)XD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(S)]XD3(S)	[D0(W)σD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(O)]/D3(S)	[D0(O)/D2(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD0(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD1(S)]/D3(S)	[D0(W)/D3(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(S)]/D3(S)	[D0(W)+D3(S)]XD3(S)	[D0(O)/D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD0(O)]XD3(S)
[D0(W)XD2(W)]XD3(S)	[D0(W)@D0(W)]XD3(S)	[D0(W)σD2(W)]XD3(S)	[D0(W)+D3(S)]/D3(S)	[D0(O)/D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD0(O)]/D3(S) :
[D0(W)XD2(W)]/D3(S)	[D0(W)@D0(W)]/D3(S)	[D0(W)σD2(W)]/D3(S)	[D0(O)XD0(W)]XD3(S)	[D0(O)/D2(O)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD2(O)]XD3(S)	[D0(W)@D0(O)]XD3(S)	[D0(W)σD2(O)]XD3(S)	[D0(O)XD0(W)]/D3(S)	[D0(O)/D2(S)]XD3(S)	[D0(O)σD0(S)]/D3(S)
[D0(W)XD2(O)]/D3(S)	[D0(W)@D0(O)]/D3(S)	[D0(W)σD2(O)]/D3(S)	[D0(O)XD0(O)]XD3(S)	[D0(O)/D2(S)]/D3(S)	[D0(O)σD1(W)]XD3(S)
[D0(W)XD2(S)]XD3(S)	[D0(W)@D0(S)]XD3(S)	[D0(W)σD2(S)]XD3(S)	[D0(O)XD0(O)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(W)]/D3(S)
[D0(W)XD2(S)]/D3(S)	[D0(W)@D0(S)]/D3(S)	[D0(W)σD2(S)]/D3(S)	[D0(O)XD0(S)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(O)]XD3(S)
[D0(W)XD3(W)]XD3(S)	[D0(W)@D1(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(W)]XD3(S)	[D0(O)XD0(S)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]/D3(S) :	[D0(O)σD1(O)]/D3(S)
[D0(W)XD3(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(W)]/D3(S)	[D0(W)σD3(W)]/D3(S)	[D0(O)XD1(W)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD3(O)]XD3(S)	[D0(W)@D1(O)]XD3(S)	[D0(W)σD3(O)]XD3(S)	[D0(O)XD1(W)]/D3(S)	[D0(O)/D3(S)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(S)]/D3(S)
[D0(W)XD3(O)]/D3(S)	[D0(W)@D1(O)]/D3(S)	[D0(W)σD3(O)]/D3(S)	[D0(O)XD1(O)]XD3(S)	[D0(O)/D3(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD2(W)]XD3(S)
[D0(W)XD3(S)]XD3(S)	[D0(W)@D1(S)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]XD3(S)	[D0(O)XD1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D0(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD3(S)]/D3(S)	[D0(W)@D1(S)]/D3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D0(O)]XD3(S)	[D0(O)σD2(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]/D3(S)	[D0(O)@D0(O)]/D3(S)	[D0(O)σD2(O)]/D3(S)
[D0(W)/D0(W)]/D3(S)	[D0(W)@D2(W)]/D3(S)	[D0(W)+D0(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD2(W)]XD3(S)	[D0(O)@D0(S)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]XD3(S)
[D0(W)/D0(O)]XD3(S)	[D0(W)@D2(O)]XD3(S)	[D0(W)+D0(W)]/D3(S)	[D0(O)XD2(W)]/D3(S)	[D0(O)@D0(S)]/D3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(O)]/D3(S)	[D0(W)@D2(O)]/D3(S)	[D0(W)+D0(O)]XD3(S)	[D0(O)XD2(O)]XD3(S)	[D0(O)@D1(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(S)]XD3(S)	[D0(W)@D2(S)]XD3(S)	[D0(W)+D0(O)]/D3(S)	[D0(O)XD2(O)]/D3(S)	[D0(O)@D1(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(W)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(S)]/D3(S)	[D0(W)@D2(S)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]XD3(S)	[D0(O)XD2(S)]XD3(S)	[D0(O)@D1(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(W)]/D3(S)
[D0(W)/D1(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D3(W)]XD3(S)	[D0(W)+D0(S)]/D3(S) :	[D0(O)XD2(S)]/D3(S)	[D0(O)@D1(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(W)]/D3(S)	[D0(W)@D3(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD3(W)]XD3(S)	[D0(O)@D1(O)]/D3(S)	[D0(O)σD3(O)]/D3(S)
[D0(W)/D1(O)]XD3(S)	[D0(W)@D3(O)]XD3(S)	[D0(W)+D1(W)]/D3(S) :	[D0(O)XD3(W)]/D3(S)	[D0(O)@D1(S)]XD3(S)	[D0(O)σD3(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(O)]/D3(S)	[D0(W)@D3(O)]/D3(S)	[D0(W)+D1(O)]XD3(S)	[D0(O)XD3(O)]XD3(S)	[D0(O)@D1(S)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(S)]XD3(S)	[D0(W)@D3(S)]XD3(S)	[D0(W)+D1(O)]/D3(S)	[D0(O)XD3(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(S)]/D3(S)	[D0(W)@D3(S)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]XD3(S)	[D0(O)XD3(S)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
	[D0(W)σD0(W)]XD3(S)		[D0(O)XD3(S)]/D3(S)	[D0(O)@D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)

# Et enfin

[D0(W)XD0(W)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD0(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]/D3(S)	[D0(O)/D0(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(O)]/D3(S)
[D0(W)XD0(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(W)]/D3(S)	[D0(W)σD0(O)]XD3(S)	[D0(W)+D2(W)]XD3(S)	[D0(O)/D0(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(O)]XD3(S)	[D0(W)σD0(O)]/D3(S)	[D0(W)+D2(W)]/D3(S)	[D0(O)/D0(S)]XD3(S) :	[D0(O)@D2(S)]/D3(S)
[D0(W)XD0(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(O)]/D3(S)	[D0(W)σD0(S)]XD3(S)	[D0(W)+D2(O)]XD3(S)	[D0(O)/D1(W)]XD3(S)	[D0(O)@D3(W)]XD3(S)
[D0(W)XD0(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(S)]XD3(S)	[D0(W)σD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(O)]/D3(S)	[D0(O)/D1(W)]XD3(S)	[D0(O)@D3(O)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(W)]XD3(S) :	[D0(W)+D2(S)]XD3(S)	[D0(O)/D1(W)]/D3(S)	[D0(O)@D3(O)]/D3(S)
[D0(W)XD1(W)]XD3(S)	[D0(W)/D3(W)]XD3(S)	[D0(W)σD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(S)]/D3(S)	[D0(O)/D1(O)]XD3(S) :	[D0(O)@D3(O)]/D3(S)
[D0(W)XD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(W)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(W)]XD3(S)	[D0(O)/D1(O)]/D3(S) :	[D0(O)@D3(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(O)]XD3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(W)]/D3(S)	[D0(O)/D1(S)]XD3(S) :	[D0(O)@D3(S)]/D3(S)
[D0(W)XD1(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(O)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(O)]XD3(S)	[D0(O)/D1(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(W)]XD3(S)
[D0(W)XD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(S)]XD3(S)	[D0(W)σD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(O)]/D3(S)	[D0(O)/D2(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD0(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD1(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(S)]/D3(S)	[D0(W)+D3(S)]XD3(S)	[D0(O)/D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD0(O)]XD3(S)
[D0(W)XD2(W)]XD3(S)	[D0(W)@D0(W)]XD3(S)	[D0(W)σD2(W)]XD3(S)	[D0(W)+D3(S)]/D3(S)	[D0(O)/D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD0(O)]/D3(S) :
[D0(W)XD2(W)]/D3(S)	[D0(W)@D0(W)]/D3(S)	[D0(W)σD2(W)]/D3(S)	[D0(O)XD0(W)]XD3(S)	[D0(O)/D2(O)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD2(O)]XD3(S)	[D0(W)@D0(O)]XD3(S)	[D0(W)σD2(O)]XD3(S)	[D0(O)XD0(W)]/D3(S)	[D0(O)/D2(S)]XD3(S)	[D0(O)σD0(S)]/D3(S)
[D0(W)XD2(O)]/D3(S)	[D0(W)@D0(O)]/D3(S)	[D0(W)σD2(O)]/D3(S)	[D0(O)XD0(O)]XD3(S)	[D0(O)/D2(S)]/D3(S)	[D0(O)σD1(W)]XD3(S)
[D0(W)XD2(S)]XD3(S)	[D0(W)@D0(S)]XD3(S)	[D0(W)σD2(S)]XD3(S)	[D0(O)XD0(O)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(W)]/D3(S)
[D0(W)XD2(S)]/D3(S)	[D0(W)@D0(S)]/D3(S)	[D0(W)σD2(S)]/D3(S)	[D0(O)XD0(S)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(O)]XD3(S)
[D0(W)XD3(W)]XD3(S)	[D0(W)@D1(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(W)]XD3(S)	[D0(O)XD0(S)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]/D3(S) :	[D0(O)σD1(O)]/D3(S)
[D0(W)XD3(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(W)]/D3(S)	[D0(W)σD3(W)]/D3(S)	[D0(O)XD1(W)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD3(O)]XD3(S)	[D0(W)@D1(O)]XD3(S)	[D0(W)σD3(O)]XD3(S)	[D0(O)XD1(W)]/D3(S)	[D0(O)/D3(S)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(S)]/D3(S)
[D0(W)XD3(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(O)]/D3(S)	[D0(W)σD3(O)]/D3(S)	[D0(O)XD1(O)]XD3(S)	[D0(O)/D3(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD2(W)]XD3(S)
[D0(W)XD3(S)]XD3(S)	[D0(W)@D1(S)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]XD3(S)	[D0(O)XD1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D0(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD3(S)]/D3(S)	[D0(W)@D1(S)]/D3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D0(O)]XD3(S)	[D0(O)σD2(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]/D3(S)	[D0(O)@D0(O)]/D3(S)	[D0(O)σD2(O)]/D3(S)
[D0(W)/D0(W)]/D3(S)	[D0(W)@D2(W)]/D3(S)	[D0(W)+D0(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD2(W)]XD3(S)	[D0(O)@D0(S)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]XD3(S)
[D0(W)/D0(O)]XD3(S)	[D0(W)@D2(O)]XD3(S)	[D0(W)+D0(W)]/D3(S)	[D0(O)XD2(W)]/D3(S)	[D0(O)@D0(S)]/D3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(O)]/D3(S)	[D0(W)@D2(O)]/D3(S)	[D0(W)+D0(O)]XD3(S)	[D0(O)XD2(O)]XD3(S)	[D0(O)@D1(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(S)]XD3(S)	[D0(W)@D2(S)]XD3(S)	[D0(W)+D0(O)]/D3(S)	[D0(O)XD2(O)]/D3(S)	[D0(O)@D1(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(W)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(S)]/D3(S)	[D0(W)@D2(S)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]XD3(S)	[D0(O)XD2(S)]XD3(S)	[D0(O)@D1(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(W)]/D3(S)
[D0(W)/D1(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D3(W)]XD3(S)	[D0(W)+D0(S)]/D3(S) :	[D0(O)XD2(S)]/D3(S)	[D0(O)@D1(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(W)]/D3(S)	[D0(W)@D3(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD3(W)]XD3(S)	[D0(O)@D1(O)]/D3(S)	[D0(O)σD3(O)]/D3(S)
[D0(W)/D1(O)]XD3(S)	[D0(W)@D3(O)]XD3(S)	[D0(W)+D1(W)]/D3(S) :	[D0(O)XD3(W)]/D3(S)	[D0(O)@D1(S)]XD3(S)	[D0(O)σD3(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(O)]/D3(S)	[D0(W)@D3(O)]/D3(S)	[D0(W)+D1(O)]XD3(S)	[D0(O)XD3(O)]XD3(S)	[D0(O)@D1(S)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(S)]XD3(S)	[D0(W)@D3(S)]XD3(S)	[D0(W)+D1(O)]/D3(S)	[D0(O)XD3(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(S)]/D3(S)	[D0(W)@D3(S)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]XD3(S)	[D0(O)XD3(S)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
	[D0(W)σD0(W)]XD3(S)		[D0(O)XD3(S)]/D3(S)	[D0(O)@D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)



# De même pour les suspensions

<https://doi.org/10.1351/goldbook.C01177>

**Suspension : A liquid in which solid particles are dispersed.**

**Colloidal suspension: A suspension in which the size of the particles lies in the colloidal range.**

Source:

PAC, 1972, 31, 577. (Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units, Appendix II: Definitions, Terminology and Symbols in Colloid and Surface Chemistry) on page 606

Cite as: IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). Online version (2019-) created by S. J. Chalk. ISBN 0-9678550-9-8. <https://doi.org/10.1351/goldbook>.

# Suspensions de classe 1

```
A := [];  
phase := [W, O, S];  
dimension := [D0, D1, D2, D3];  
opérateur := ["X", "/", "@", "&sigma;"];  
formule := "";  
graine := "";  
for dim1 to 4 do  
  for phas1 to 3 do  
    for ope to 2 do  
      formule := cat(graine, dimension[dim1], "(", phase[phas1], ")", opérateur[ope], dimension[4], "(", phase[1],  
        ")); A := [op(A), formule];  
    end do;  
  end do;  
end do;  
formule;  
writedata("suspensions_classe_1_ds_W_brut", A, string);
```

# Les voici

D0(S)/D3(W) : simple classic dispersion

D1(S)/D3(W) : dispersion of filaments

D2(S)/D3(W) : dispersion of feuilletés

D0(S)/D3(O) : dispersion in oil

D1(S)/D3(O) : dispersion of filaments in oil

D2(S)/D3(O) : dispersion of sheets in oil

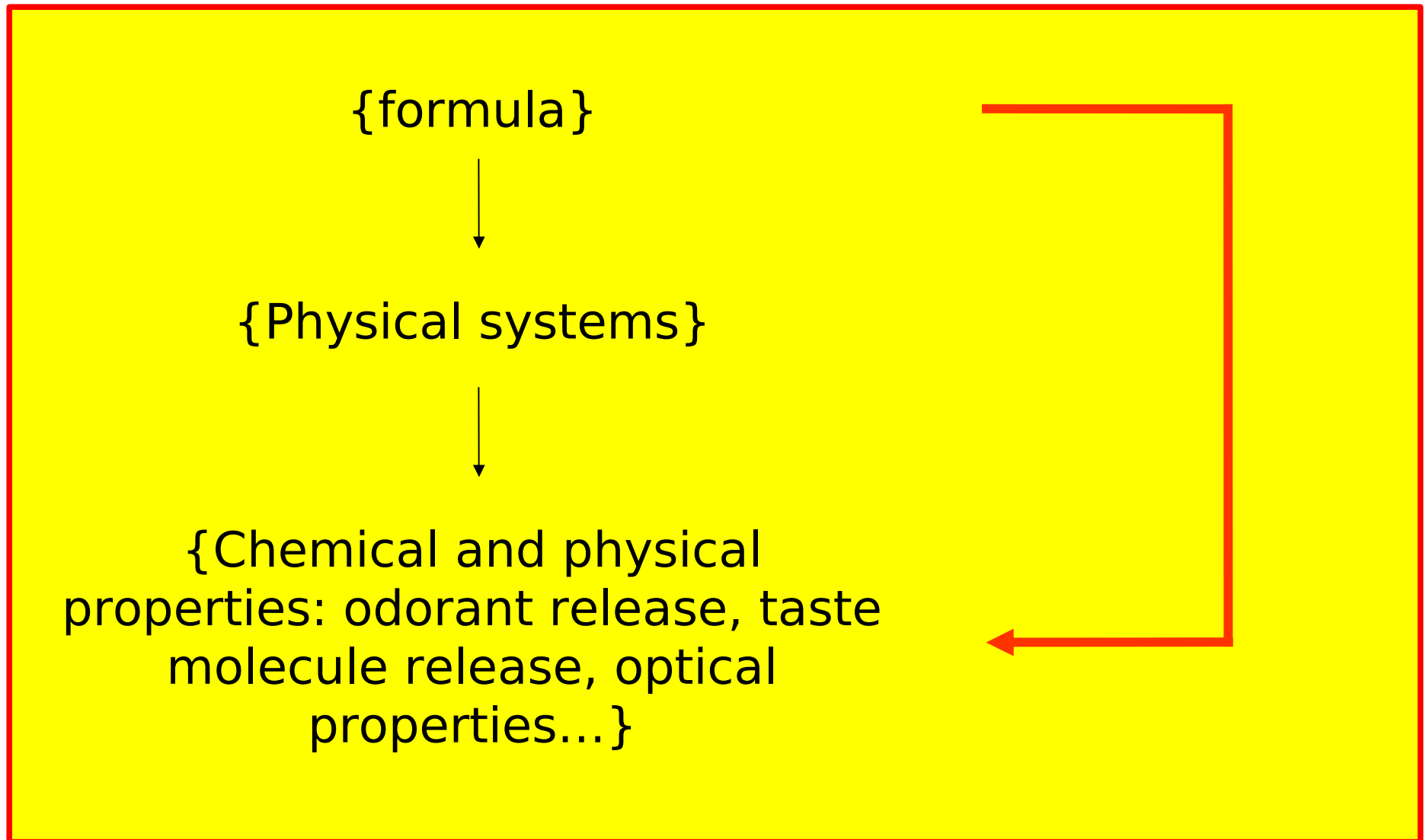
# Classe 2 : 158 systèmes

[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD1(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD1(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD1(S)]/D3(O)

[D0(G)&sigma;D0(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D0(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D0(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D0(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)&sigma;D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D0(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D0(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D0(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D0(S)]/D3(O)

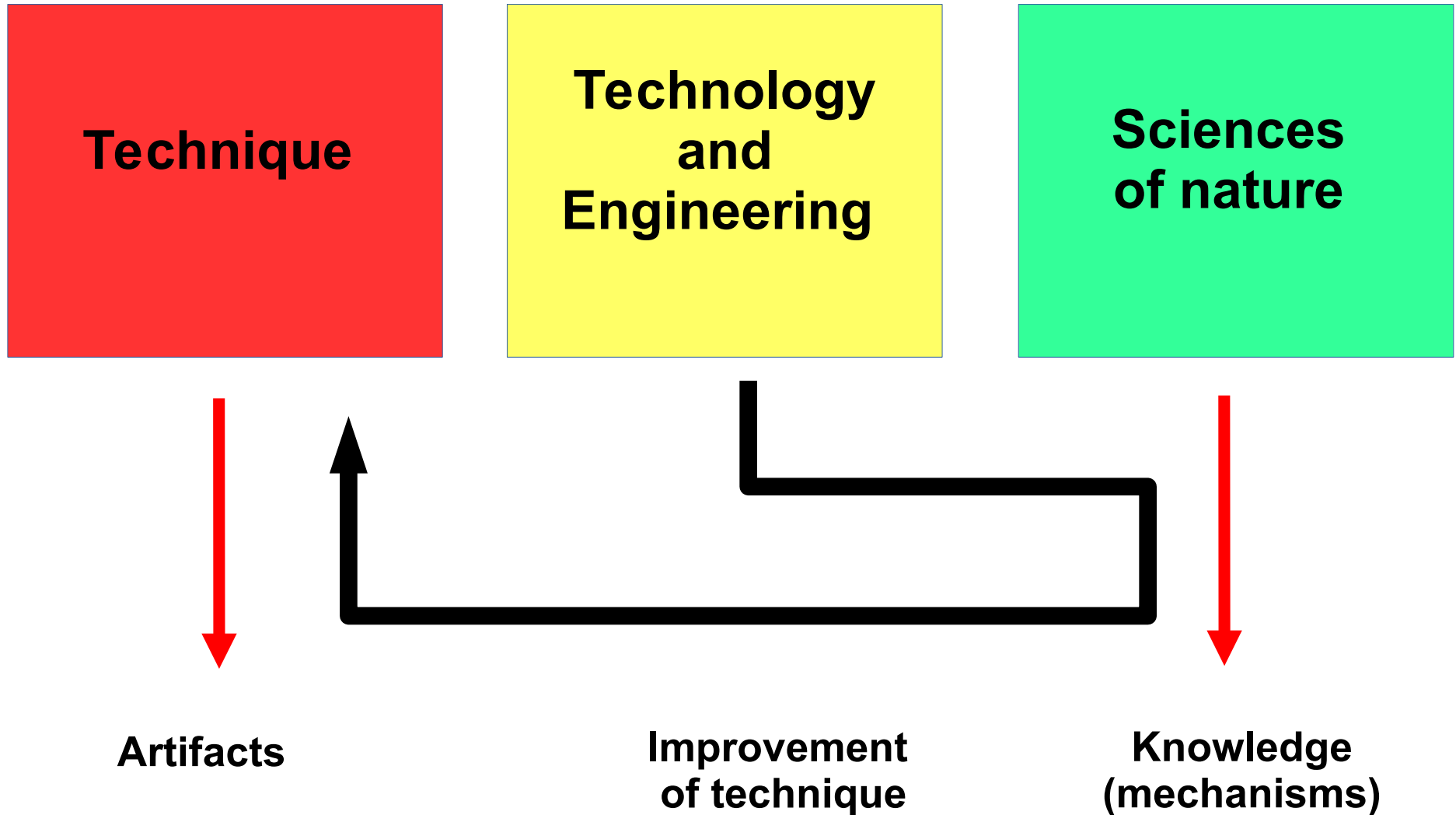
[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D1(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(G)+D2(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD0(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD1(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD1(S)]/D3(O)  
[D0(O)XD1(S)]/D3(O)

# Une question essentielle



# **4. Des applications techniques**

# On se souvient...



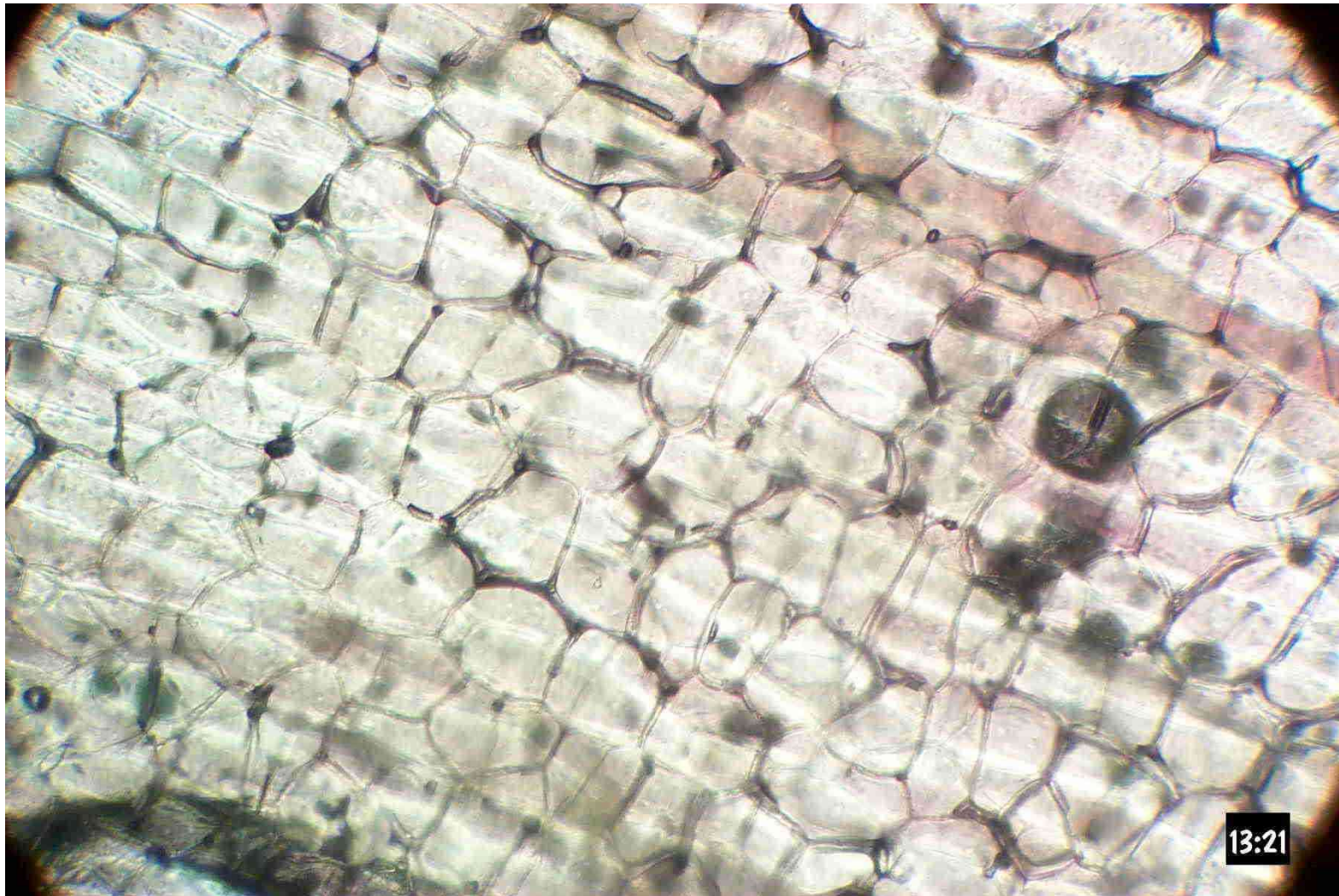
**1/4**  
**Un exemple**  
**méthodologique :**

**la mise au point**  
**de la**  
**RMN quantitative**  
***in situ***



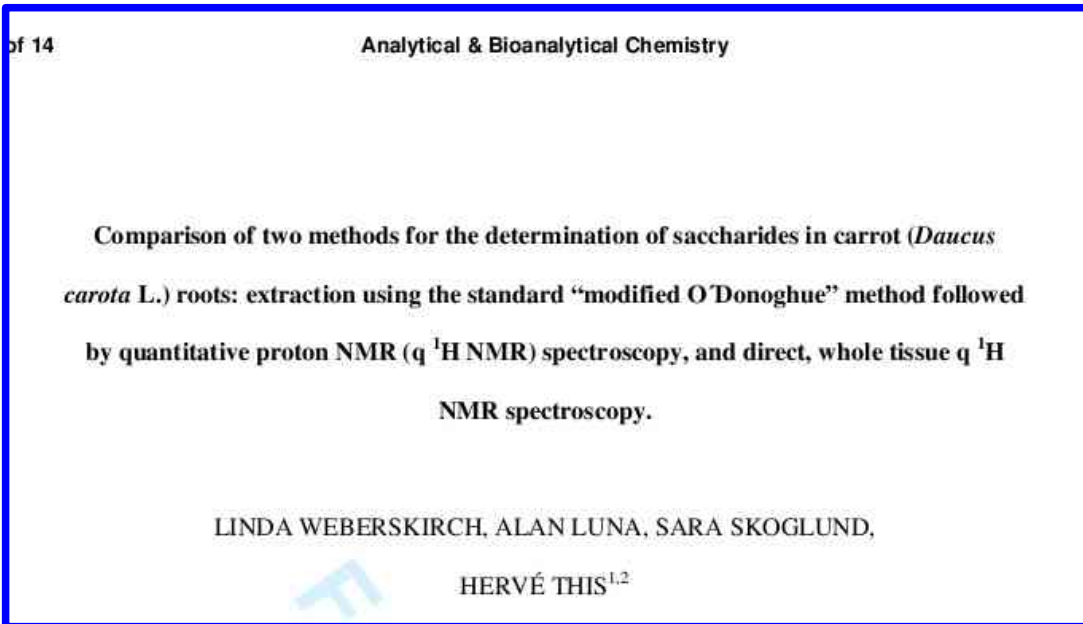


# Les tissus végétaux sont des gels



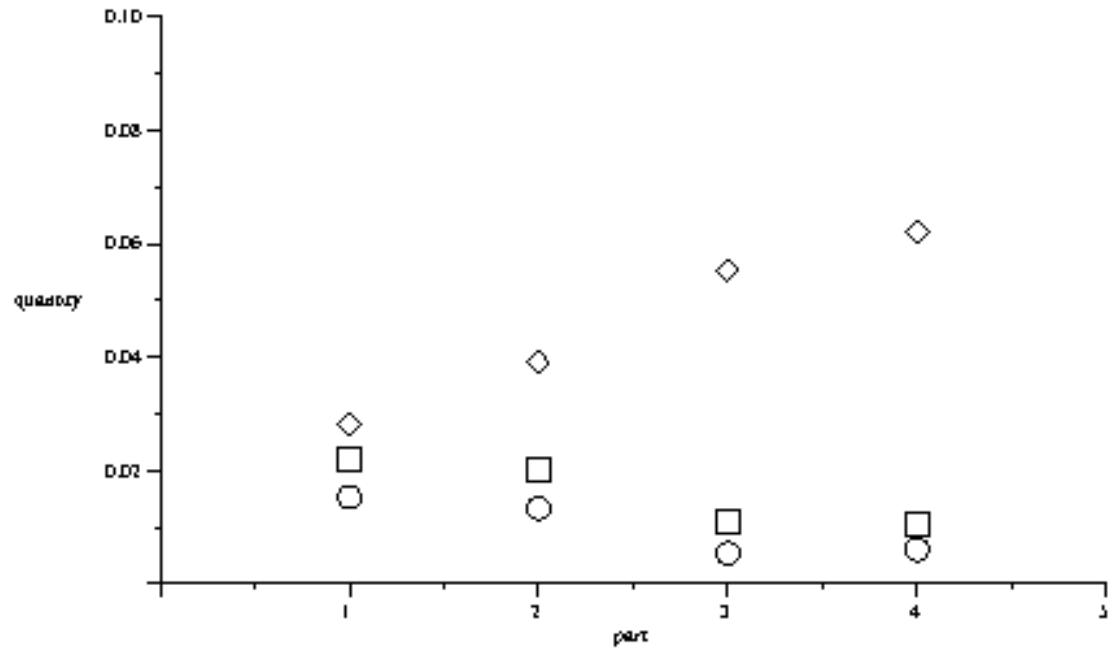
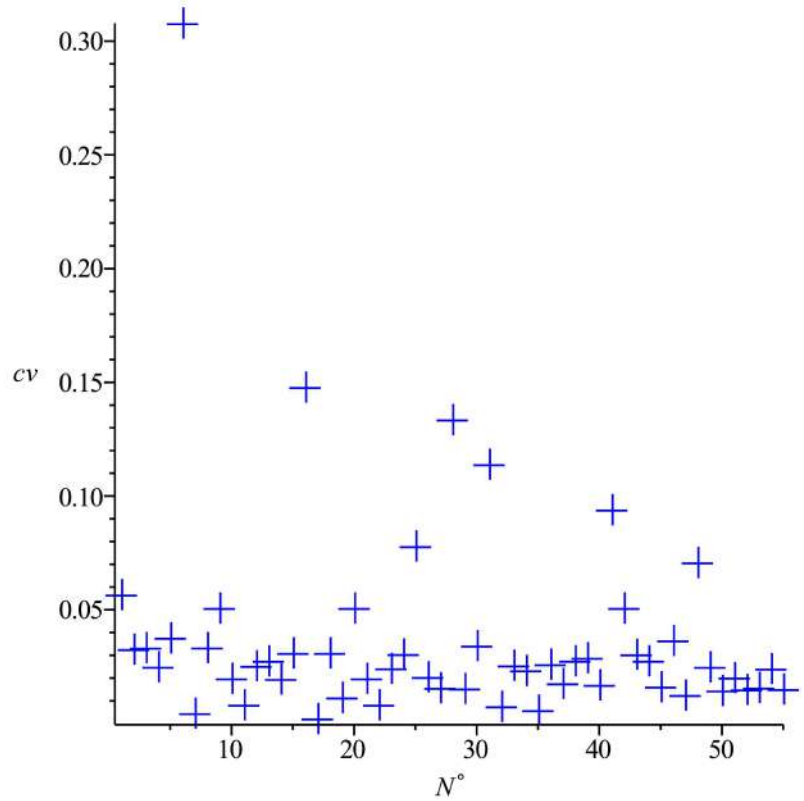
13:21

# D'où la mise en œuvre de la RMN liquide



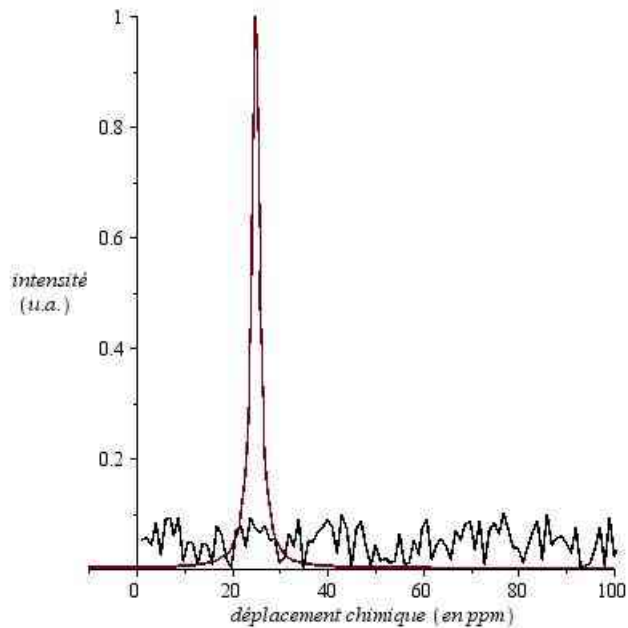
**Rapide (10 min), pas de solvant, pas de préparation, précision %, etc.**

# De merveilleuses performances



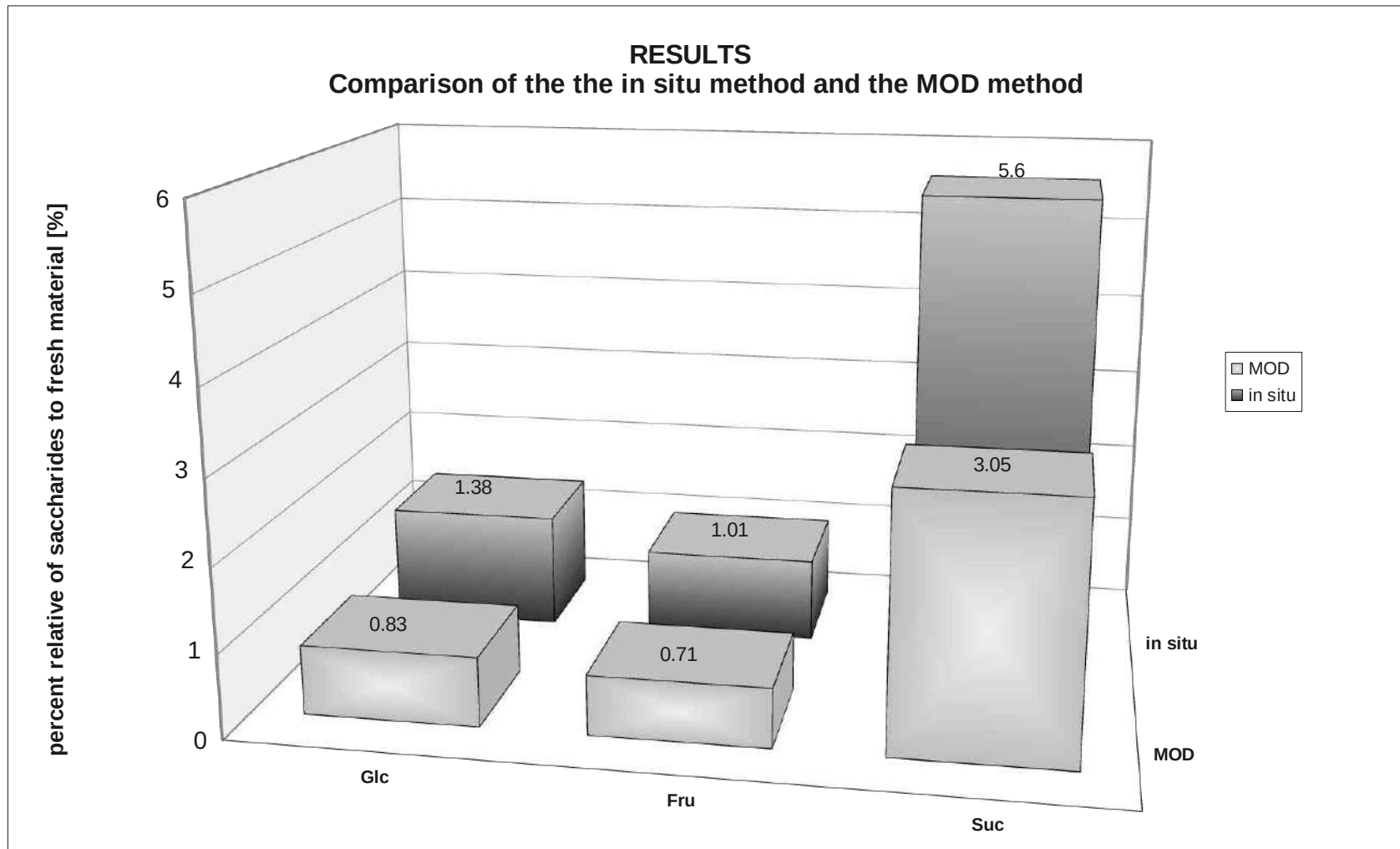
Elsa Bauchard, H. This

# Seulement si les intégrations sont bonnes



caffeine NMR spectrum			
pic width	pic3	pic2	Pic1 (ref)
left (ppm)	9,2	8,87	0,1
right (ppm)	9	8,74	-0,1
<b>Automatic correction baseline</b>			
topspin integral value	33,26	50,83	100
bias			
slope			
<b>Manuel correction baseline</b>			
topspin integral value2	28,83	54,11	100
bias			
slope			
<b>NMRnotebook integral value</b>			
topspin integral value	26,4	47,8	100
bias			
slope			
<b>ACD integral value</b>			
topspin integral value	28,24	46,04	100
bias			
slope			
<b>Mestrec integral value</b>			
topspin integral value	40,28	43,94	100
bias	-39.48992	-39.48992	-39.48992
slope	0,00392	0,00392	0,00392

# Méfions-nous des extractions !



Linda Weberskirch, H. This

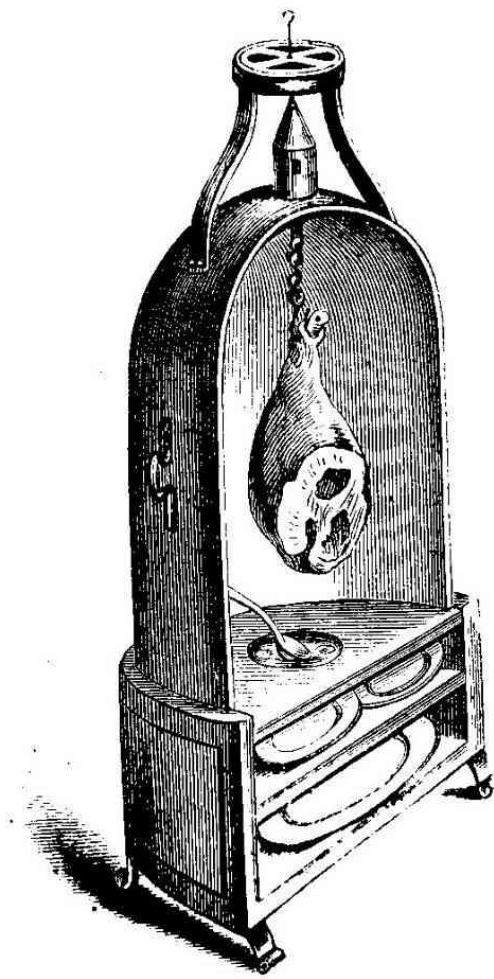
# 2/4

## Des améliorations technologiques :

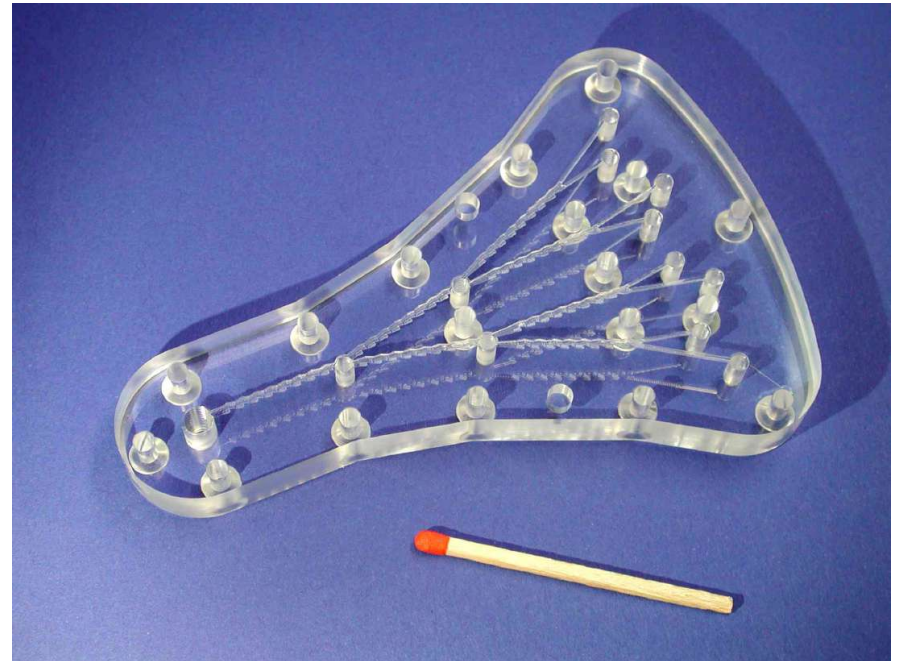
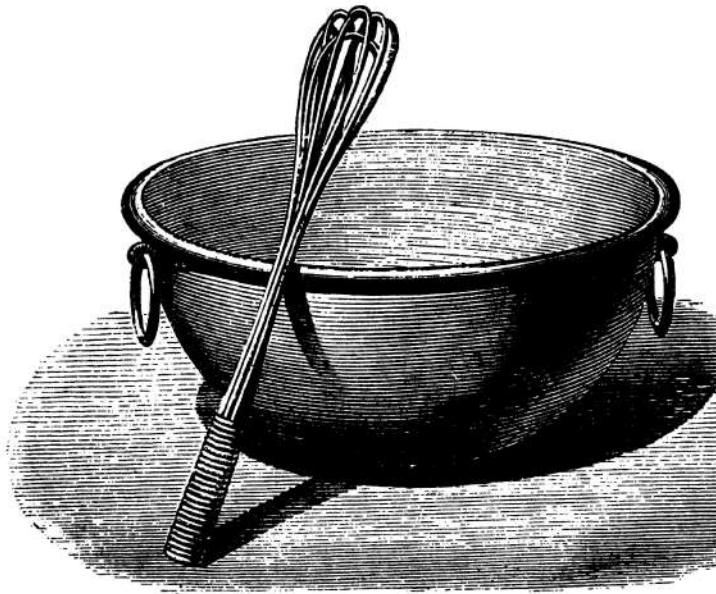
1 : locales

2 : globales, avec ou sans des résultats scientifiques

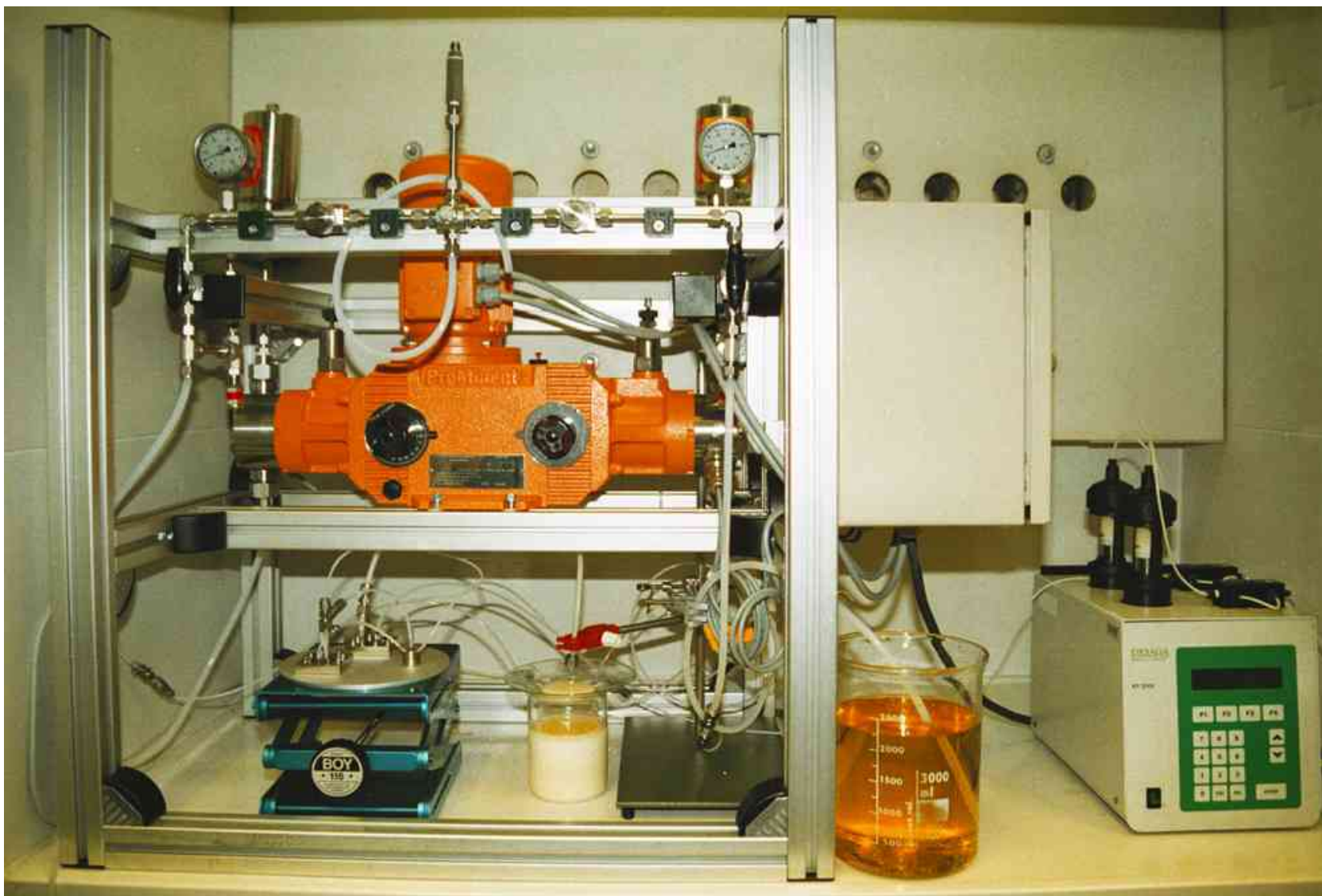
# Technologie locale



# Technologie « globale »







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

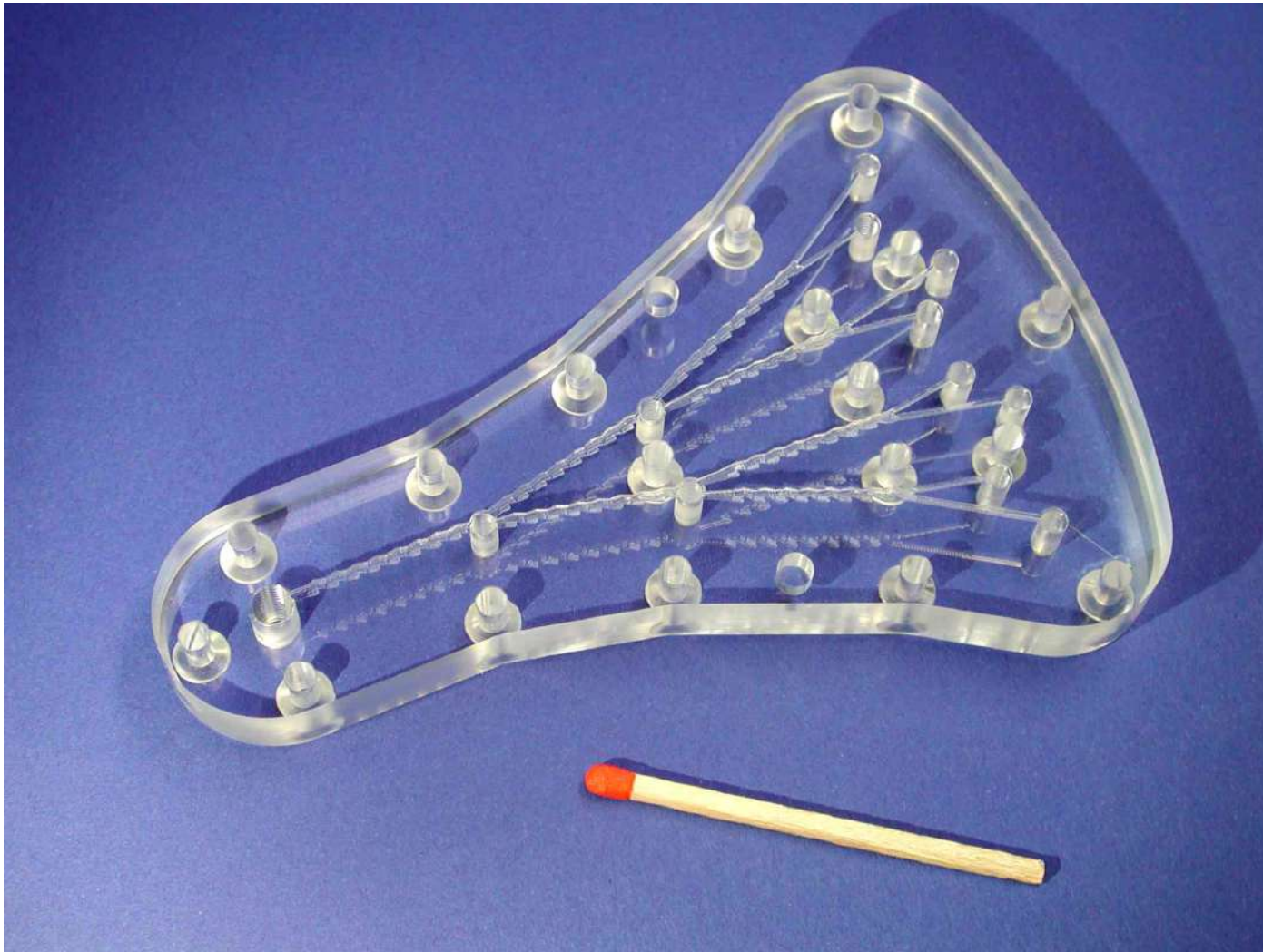




# Mai 2003, Francfort : le « pianocktail »



# 500 milliards de po... ssibilities

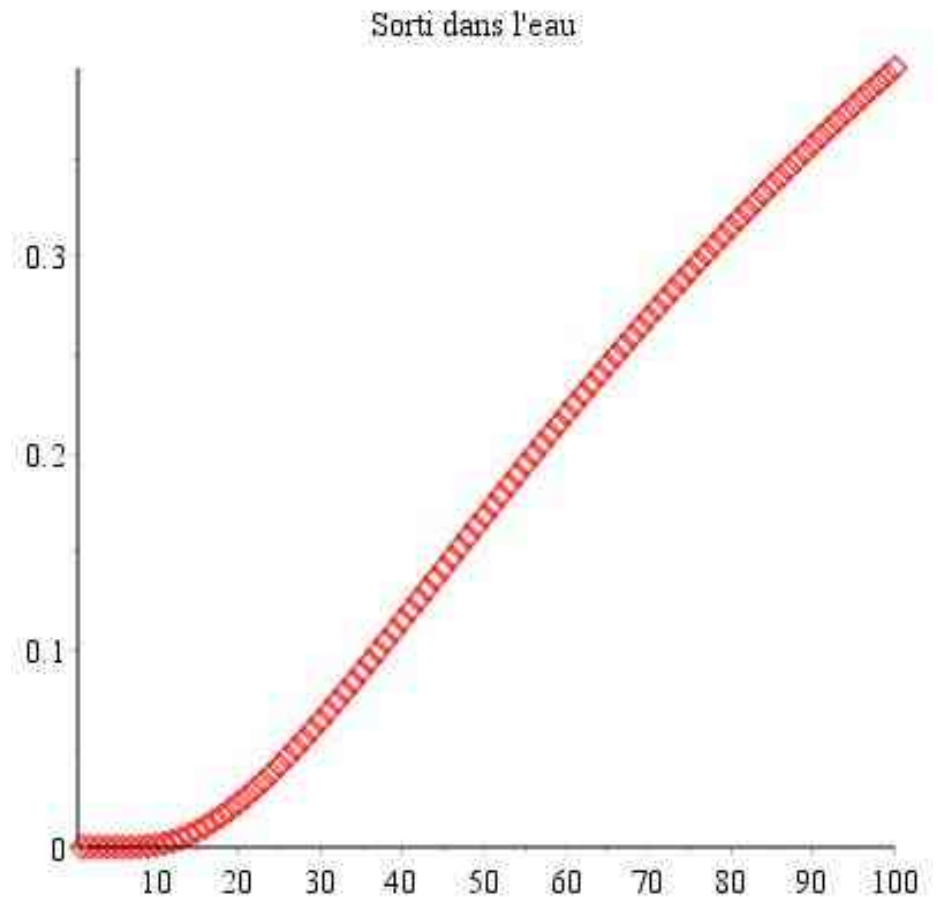
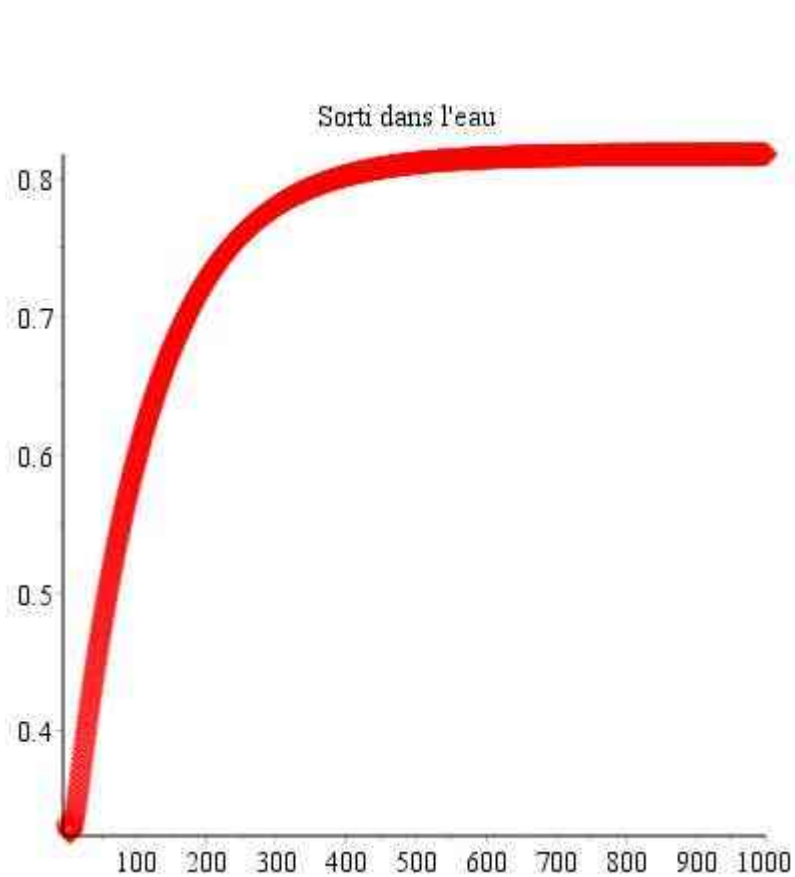


# 3/4

## Et à partir du DSF

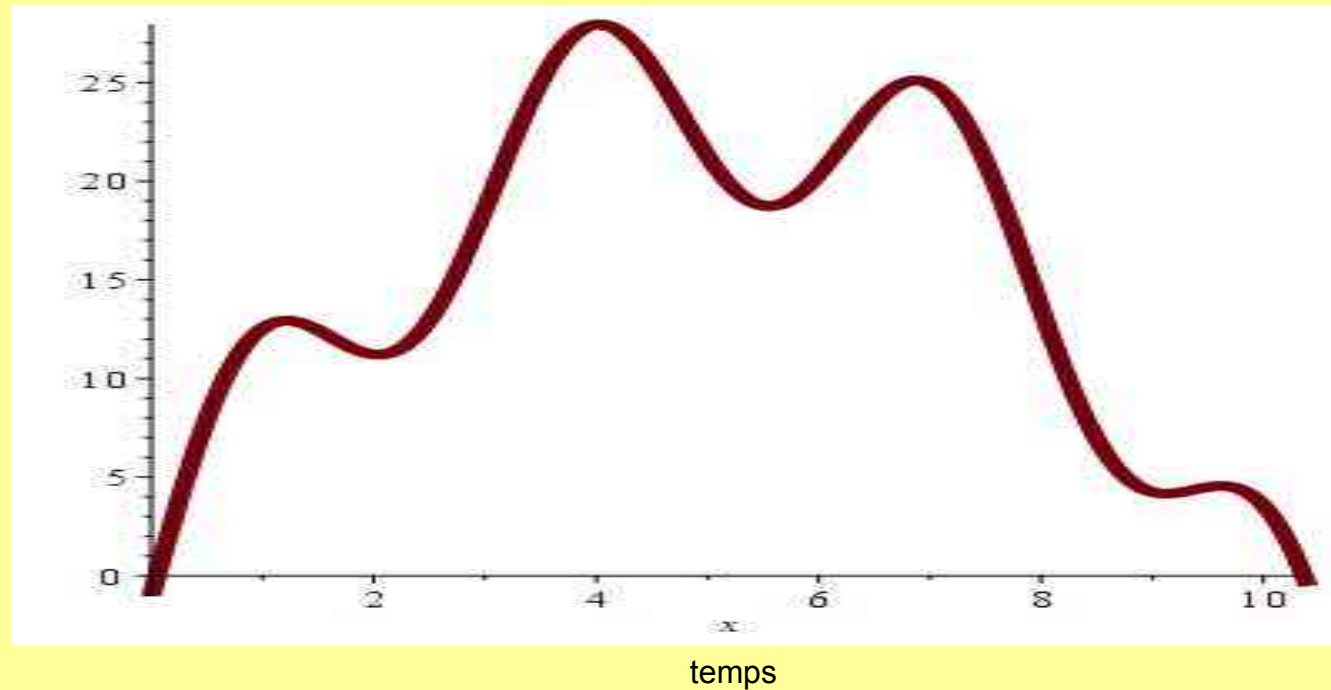
[D0(W)XD0(W)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD0(W)]/D3(S)	[D0(W)+D1(S)]/D3(S)	[D0(O)/D0(O)]XD3(S)	[D0(O)@D2(O)]/D3(S)
[D0(W)XD0(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(W)]/D3(S)	[D0(W)σD0(O)]XD3(S)	[D0(W)+D2(W)]XD3(S)	[D0(O)/D0(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD0(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(O)]XD3(S)	[D0(W)σD0(O)]/D3(S)	[D0(W)+D2(W)]/D3(S)	[D0(O)/D0(S)]XD3(S) :	[D0(O)@D2(S)]/D3(S)
[D0(W)XD0(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(O)]/D3(S)	[D0(W)σD0(S)]XD3(S)	[D0(W)+D2(O)]XD3(S)	[D0(O)/D0(S)]/D3(S)	[D0(O)@D3(W)]XD3(S)
[D0(W)XD0(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D2(S)]XD3(S)	[D0(W)σD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(O)]/D3(S)	[D0(O)/D1(W)]XD3(S)	[D0(O)@D3(W)]/D3(S)
[D0(W)XD0(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D2(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(W)]XD3(S) :	[D0(W)+D2(S)]XD3(S)	[D0(O)/D1(W)]/D3(S)	[D0(O)@D3(O)]XD3(S) :
[D0(W)XD1(W)]XD3(S)	[D0(W)/D3(W)]XD3(S)	[D0(W)σD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)+D2(S)]/D3(S)	[D0(O)/D1(O)]XD3(S)	[D0(O)@D3(O)]/D3(S)
[D0(W)XD1(W)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(W)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(W)]XD3(S)	[D0(O)/D1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D3(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD1(O)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(O)]XD3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(W)]/D3(S)	[D0(O)/D1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D3(S)]/D3(S)
[D0(W)XD1(O)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(O)]/D3(S)	[D0(W)σD1(O)]/D3(S)	[D0(W)+D3(O)]XD3(S)	[D0(O)/D1(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(W)]XD3(S)
[D0(W)XD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)/D3(S)]XD3(S)	[D0(W)σD1(S)]XD3(S) :	[D0(W)+D3(O)]/D3(S)	[D0(O)/D2(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD0(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD1(S)]/D3(S) :	[D0(W)/D3(S)]/D3(S)	[D0(W)σD1(S)]/D3(S)	[D0(W)+D3(S)]XD3(S)	[D0(O)/D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD0(O)]XD3(S)
[D0(W)XD2(W)]XD3(S)	[D0(W)@D0(W)]XD3(S)	[D0(W)σD2(W)]XD3(S)	[D0(W)+D3(S)]/D3(S)	[D0(O)/D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD0(O)]/D3(S) :
[D0(W)XD2(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D0(W)]/D3(S)	[D0(W)σD2(W)]/D3(S)	[D0(O)XD0(W)]XD3(S)	[D0(O)/D2(O)]/D3(S) :	[D0(O)σD0(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD2(O)]XD3(S)	[D0(W)@D0(O)]XD3(S)	[D0(W)σD2(O)]XD3(S)	[D0(O)XD0(W)]/D3(S)	[D0(O)/D2(S)]XD3(S)	[D0(O)σD0(S)]/D3(S)
[D0(W)XD2(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D0(O)]/D3(S)	[D0(W)σD2(O)]/D3(S)	[D0(O)XD0(O)]XD3(S)	[D0(O)/D2(S)]/D3(S)	[D0(O)σD1(W)]XD3(S)
[D0(W)XD2(S)]XD3(S)	[D0(W)@D0(S)]XD3(S)	[D0(W)σD2(S)]XD3(S)	[D0(O)XD0(O)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(W)]/D3(S)
[D0(W)XD2(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D0(S)]/D3(S)	[D0(W)σD2(S)]/D3(S)	[D0(O)XD0(S)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(O)]XD3(S)
[D0(W)XD3(W)]XD3(S)	[D0(W)@D1(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(W)]XD3(S)	[D0(O)XD0(S)]/D3(S)	[D0(O)/D3(W)]/D3(S) :	[D0(O)σD1(O)]/D3(S)
[D0(W)XD3(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(W)]/D3(S)	[D0(W)σD3(W)]/D3(S)	[D0(O)XD1(W)]XD3(S)	[D0(O)/D3(O)]XD3(S)	[D0(O)σD1(S)]XD3(S) :
[D0(W)XD3(O)]XD3(S)	[D0(W)@D1(O)]XD3(S)	[D0(W)σD3(O)]XD3(S)	[D0(O)XD1(W)]/D3(S)	[D0(O)/D3(S)]XD3(S) :	[D0(O)σD1(S)]/D3(S)
[D0(W)XD3(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(O)]/D3(S)	[D0(W)σD3(O)]/D3(S)	[D0(O)XD1(O)]XD3(S)	[D0(O)/D3(S)]/D3(S) :	[D0(O)σD2(W)]XD3(S)
[D0(W)XD3(S)]XD3(S) :	[D0(W)@D1(S)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]XD3(S)	[D0(O)XD1(O)]/D3(S)	[D0(O)@D0(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(W)]/D3(S) :
[D0(W)XD3(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D1(S)]/D3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]XD3(S)	[D0(O)@D0(W)]/D3(S)	[D0(O)σD2(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D0(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D2(W)]XD3(S)	[D0(W)σD3(S)]/D3(S)	[D0(O)XD1(S)]/D3(S)	[D0(O)@D0(O)]XD3(S)	[D0(O)σD2(O)]/D3(S)
[D0(W)/D0(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D2(W)]/D3(S)	[D0(W)+D0(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD2(W)]XD3(S)	[D0(O)@D0(O)]/D3(S)	[D0(O)σD2(S)]XD3(S)
[D0(W)/D0(O)]XD3(S)	[D0(W)@D2(O)]XD3(S)	[D0(W)+D0(W)]/D3(S)	[D0(O)XD2(W)]/D3(S)	[D0(O)@D0(S)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D2(O)]/D3(S)	[D0(W)+D0(O)]XD3(S)	[D0(O)XD2(O)]XD3(S)	[D0(O)@D0(S)]/D3(S)	[D0(O)σD2(S)]XD3(S)
[D0(W)/D0(S)]XD3(S)	[D0(W)@D2(S)]XD3(S)	[D0(W)+D0(O)]/D3(S)	[D0(O)XD2(O)]/D3(S)	[D0(O)@D1(W)]XD3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D0(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D2(S)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]XD3(S)	[D0(O)XD2(S)]XD3(S)	[D0(O)@D1(W)]/D3(S)	[D0(O)σD2(S)]/D3(S)
[D0(W)/D1(W)]XD3(S) :	[D0(W)@D3(W)]XD3(S)	[D0(W)+D0(S)]/D3(S) :	[D0(O)XD2(S)]/D3(S)	[D0(O)@D1(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(W)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(W)]/D3(S) :	[D0(W)@D3(W)]/D3(S)	[D0(W)+D0(S)]/D3(S)	[D0(O)XD3(W)]XD3(S)	[D0(O)@D1(O)]/D3(S)	[D0(O)σD3(W)]/D3(S) :
[D0(W)/D1(O)]XD3(S)	[D0(W)@D3(O)]XD3(S)	[D0(W)+D1(W)]XD3(S) :	[D0(O)XD3(W)]/D3(S)	[D0(O)@D1(S)]XD3(S)	[D0(O)σD3(O)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(O)]/D3(S) :	[D0(W)@D3(O)]/D3(S)	[D0(W)+D1(W)]/D3(S) :	[D0(O)XD3(O)]XD3(S)	[D0(O)@D1(S)]/D3(S)	[D0(O)σD3(O)]/D3(S)
[D0(W)/D1(S)]XD3(S)	[D0(W)@D3(S)]XD3(S)	[D0(W)+D1(O)]XD3(S)	[D0(O)XD3(O)]/D3(S)	[D0(O)@D2(W)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]XD3(S) :
[D0(W)/D1(S)]/D3(S) :	[D0(W)@D3(S)]/D3(S)	[D0(W)+D1(O)]/D3(S)	[D0(O)XD3(S)]XD3(S)	[D0(O)@D2(W)]/D3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)
	[D0(W)σD0(W)]XD3(S)	[D0(W)+D1(S)]XD3(S)	[D0(O)XD3(S)]/D3(S)	[D0(O)@D2(O)]XD3(S)	[D0(O)σD3(S)]/D3(S)

# Des propriétés différentes



# Peut-on faire un tel gel ?

Quantité de composé bioactif libérée





# Oui



4/4

# La « cuisine moléculaire »



# Dès 1980, un transfert technologique



# Des instruments exportés des laboratoires



# Liebig



# Priestley



# Würtz



# Les œufs à 6X °C





# Salade à la Nollet



# Les cristaux de vent



# Gibbs



# Chocolat Chantilly



# Et bien d'autres :

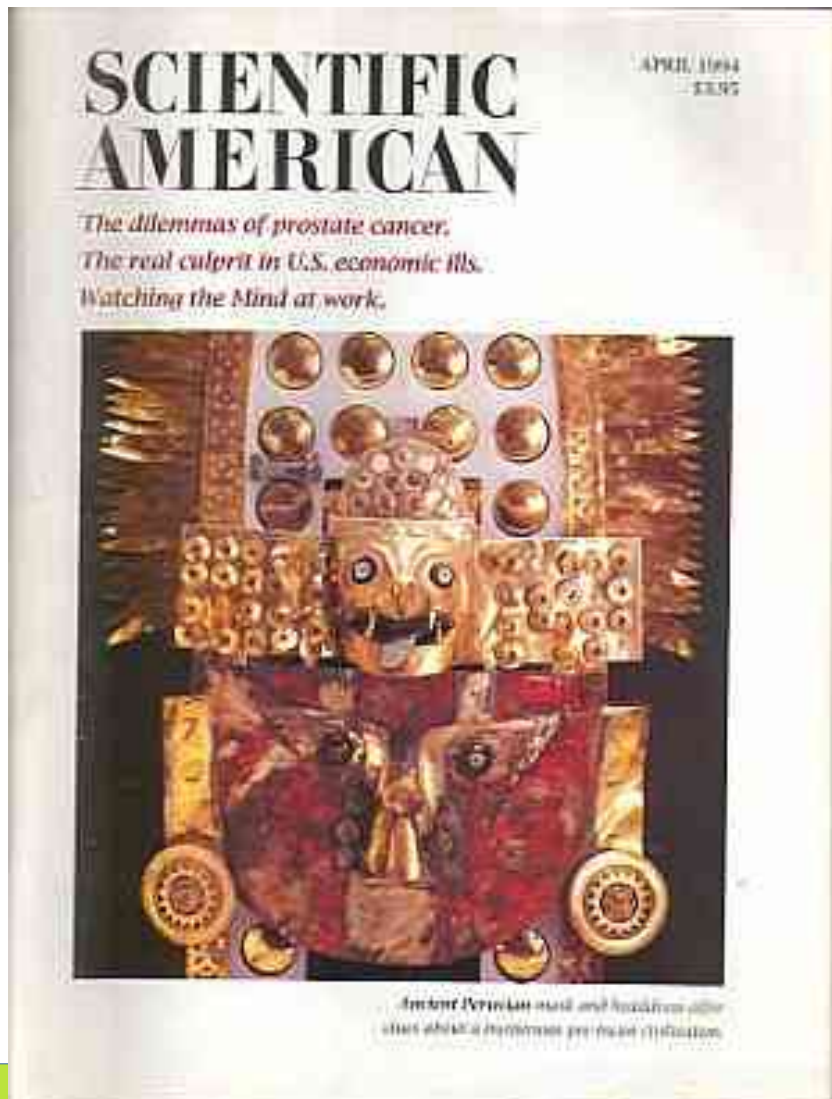
Avogadro, Lavoisier, Baumé, Berzelius, Braconnot, Cailletet, Caventou, Chaptal, Chatelier, Chevreul, Debye, Descartes, Dirac, Faraday, Fick, Faraday, Flory, Gay-Lussac, Gauss, De Gennes, Goefroy, Gibbs, Graham, Kesselmeyer, Laplace, Liebig, Maillard, Mendeleev, Metchnikov, Nollet, Omelet, Paré, Parmentier, Pasteur, Pélissier, Poiseuille, Prévost, Priestley, Quesnay, Roux, Thenard, Vauquelin, Wöhler, Wurtz, Dalton, Dumas...

# 5. Mais il y a bien mieux :

## La cuisine de synthèse (cuisine « note à note »)



# Proposée en 1994



glucose.

Pour le «gastronome moléculaire», la découverte la plus intéressante était sans doute que la vanilline (le principal composé aromatique de la vanille) était un produit final de dégradation de la lignine. On perçoit d'ailleurs des notes vanillées dans les vieux cognacs, dans les vieux rhums ou dans les vieux whis-

kies. La loi interdit aux fabricants de vins et de spiritueux d'améliorer le goût de leurs produits en ajoutant des composés chimiques, mais le consommateur est libre de s'amuser à utiliser des résultats scientifiques pour transformer les produits qu'il consomme. Il peut, notamment, ajouter de l'extrait de vanille liquide dans des alcools trop jeunes (deux ou trois gouttes par bouteille suffisent).

Ce type d'expérience pourrait être généralisé à de nombreuses boissons ou plats préparés à domicile. Les livres de cuisine du futur contiendront-ils des instructions telles que «Ajoutez à votre bouillon deux gouttes d'une solution dans l'huile de benzodiazépine à

0,001 pour cent» ? La proposition n'est pas insensée : depuis toujours, les cuisiniers et les cuisinières modifient le goût de leurs plats en ajoutant des épices et des herbes aromatiques, qui ne sont en fait que des conditionnements particuliers de mélanges de molécules aromatiques.

La science explique et ana-

icro-  
aux  
ecte-  
d est  
qui  
issent  
ma-  
-ness

# L'idée : construire des plats à partir de composés

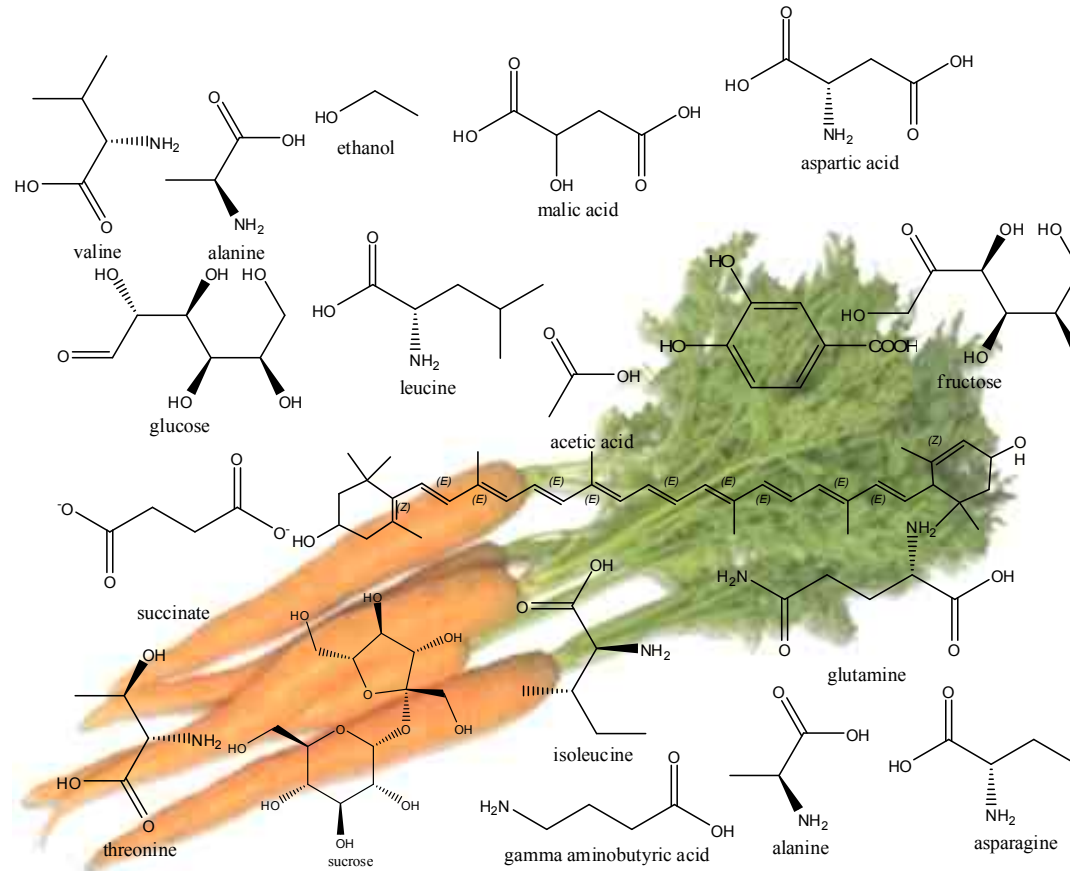
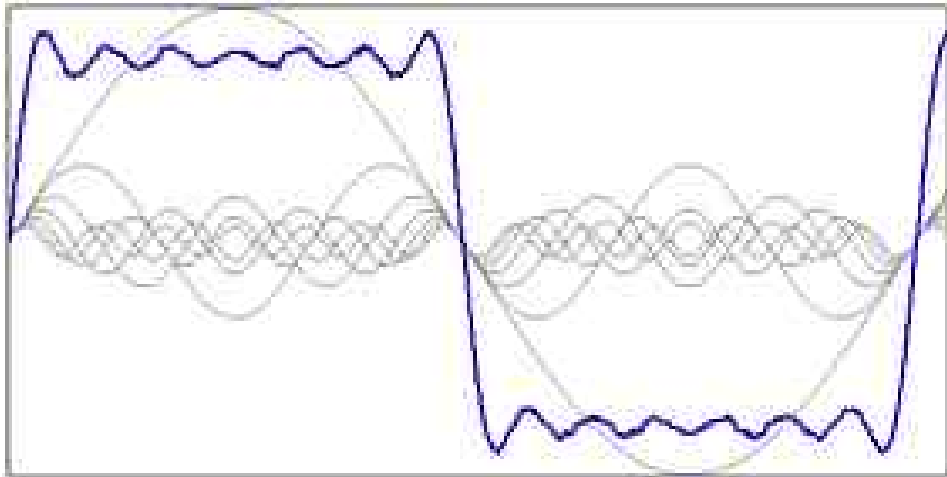
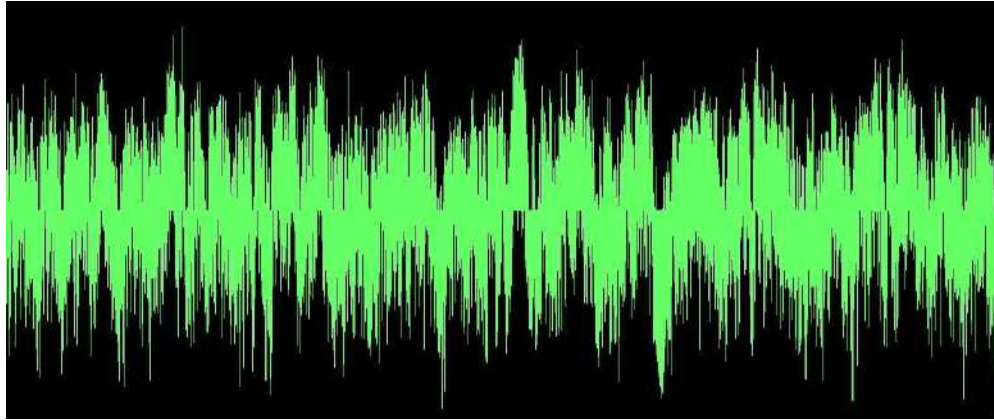




# Une comparaison pour rendre l'idée évidente



# Analyse



# Et synthèse



# Le futur n'est-il pas clair ?



The screenshot shows a product page on the PriceMinister website. At the top, there are logos for Rakuten group, PRICE MINISTER, and Bax-shop.fr. The main product is a 'REF : 63 - TAPIS CLAVIER PIANO JOUET SYNTHETISEUR MUSICAL INSTRUMENT DE MUSIQUE POUR ENFANT AVEC ENCEINTES'. The product image shows a colorful keyboard mat with a child playing. The price is listed as 23,00 €. The page includes a search bar, navigation menu, and various promotional banners.

**Rakuten group**  
**PRICE MINISTER**  
Pimp your phone! -87%

**bax** Sound | Stage | Studio  
Votre spécialiste en Pianos

Insription | Parrainage | Vendre | Aide

Super Points | Mon compte | Mon panier

Toutes les catégories | Rechercher : mot clé, code-barres, pseudo vendeur...

Promos | Livres BD | Musique CD | DVD Blu-Ray | Jeux Vidéo | Téléphonie Tablettes | Informatique Logiciels | Image Son | Maison Electro | Sports Loisirs | Mode Beauté | Jouets Enfant | Art Collection | Vins Epicerie | Vendre ?

Accueil > Jouets & Enfant > Jouets > Musique et multimédia > Piano et clavier > Ref : 63 - Tapis...

**REF : 63 - TAPIS CLAVIER PIANO JOUET SYNTHETISEUR MUSICAL INSTRUMENT DE MUSIQUE POUR ENFANT AVEC ENCEINTES**

★★★★★ Soyez le premier à donner un avis

Jouet - Enfant

61 touches-35 fonctions-16 instruments de musique-10 rythme différents-8 touches batterie-3 modes d'accord 2 modes de modification-mode enregistrement mode démo-mode leçon-mode pitch bend-mode tempo-mode contrôle volume-mise hors tension automatique-fonctionne avec 4 piles AA/LR6 (non fournies)-dimensions de l'article : 99x46 cm-dimensions du colis : environ 47x33x7,5 cm

Voir le descriptif

23 Super Points soit 0,23 € de réduction sur vos prochains achats (?)

Payez en plusieurs fois avec 1euro.com. Voir nos facilités de paiements

Livraison garantie par PriceMinister et Service Clients à votre écoute (?)

Vendeurs pour ce produit

2 vendeurs des 23,00 €

Voir toutes les offres

Vendez le vôtre

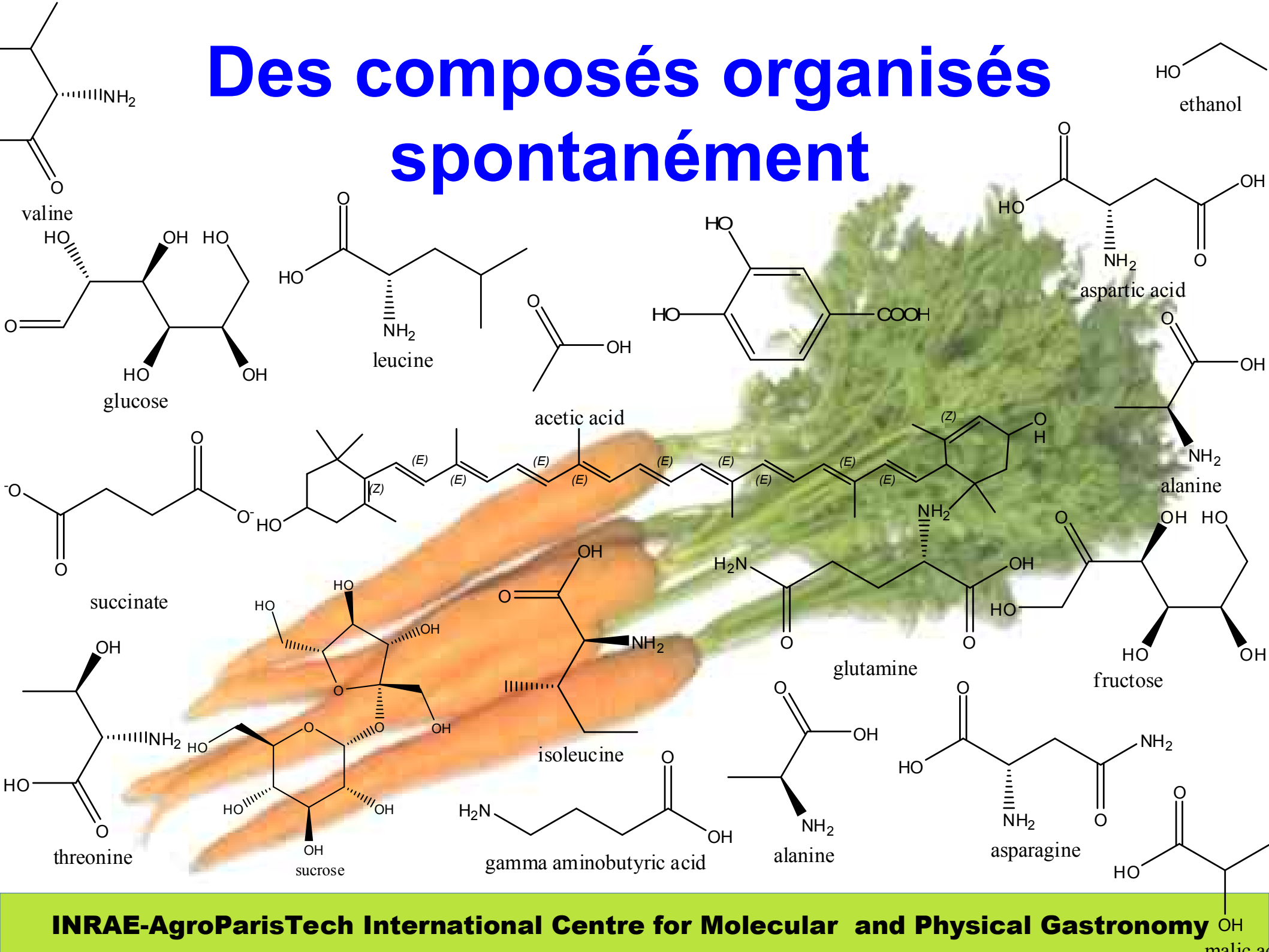
Vous aimez ce produit ?

Créer une alerte prix (souhait)

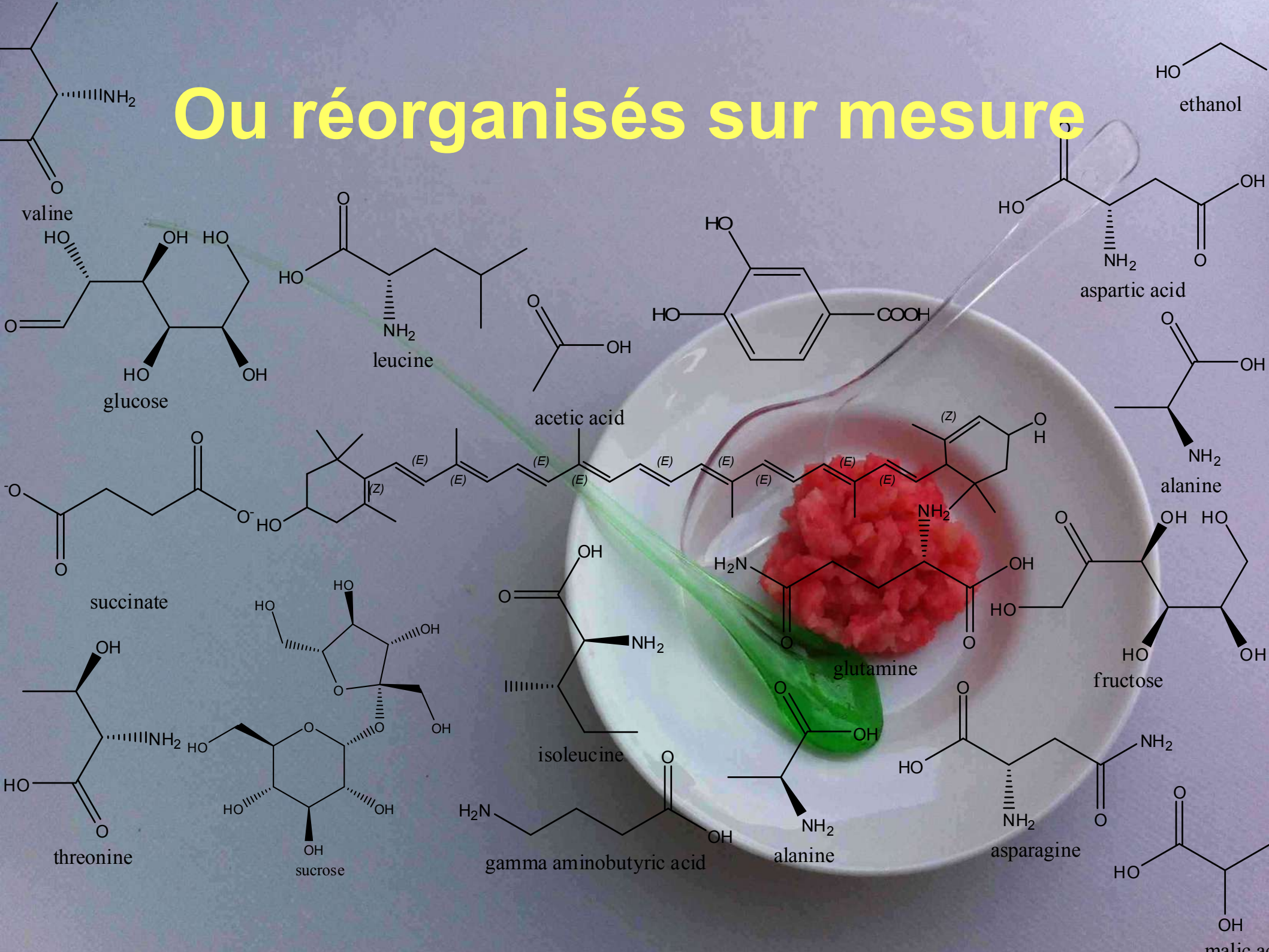
Partagez et gagnez 7 €

Gagnez jusqu'à 500€ en donnant votre avis

# Des composés organisés spontanément



# Ou réorganisés sur mesure



# L'objectif : construire

- formes
- consistances
- couleurs
- saveurs
- odeurs
- sensations trigéminales
- propriétés nutritionnelles



# Parce que demain approche

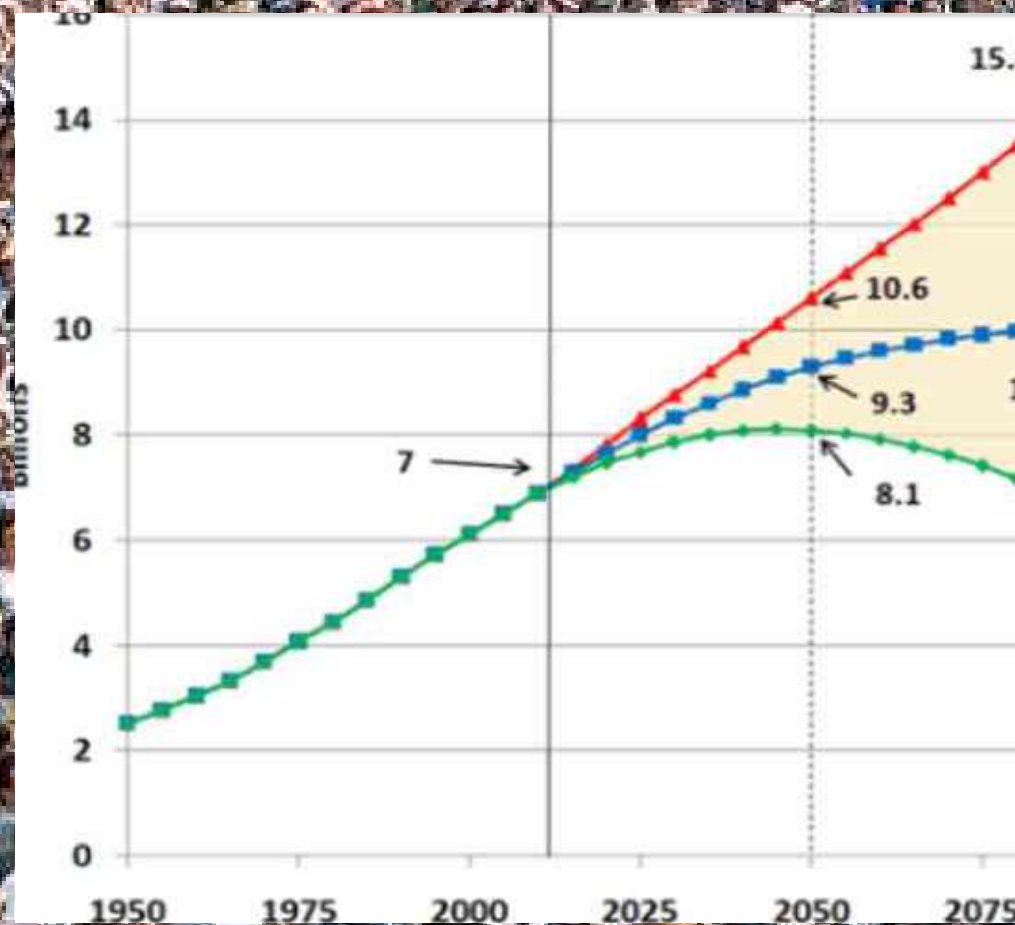




# Une crise de l'énergie



# 10 milliards d'humain à nourrir



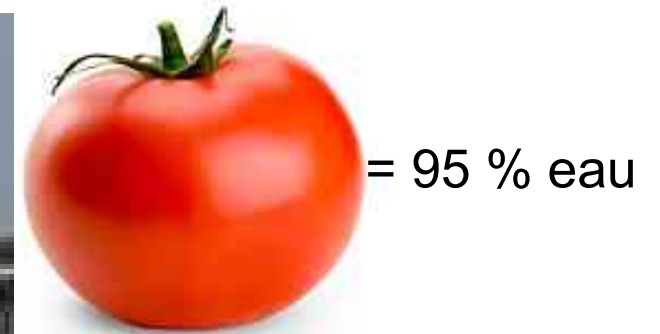
# 1/3 est gaspillé



# Des raisons à comprendre



# Est-ce raisonnable ?



= 95 % eau

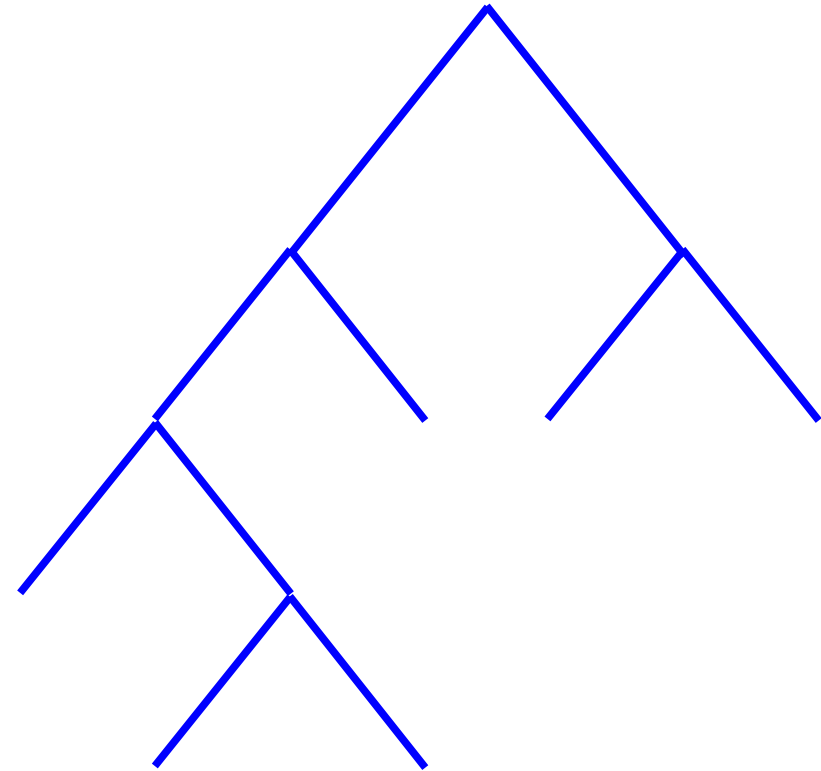


= 85 % eau



= 80 % eau

# Fractionnement



# Par des techniques connues

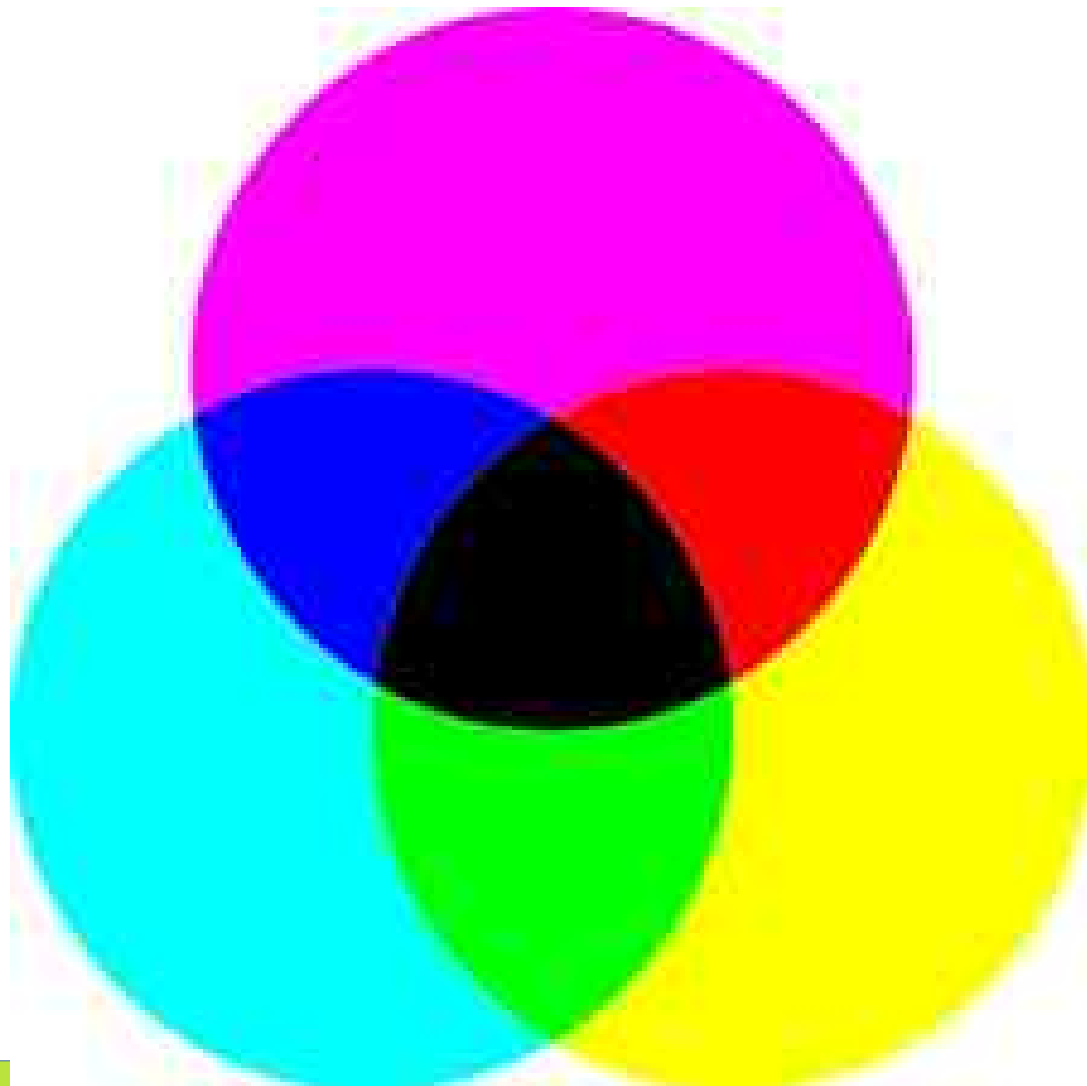


# Un objectif : enrichir les agriculteurs

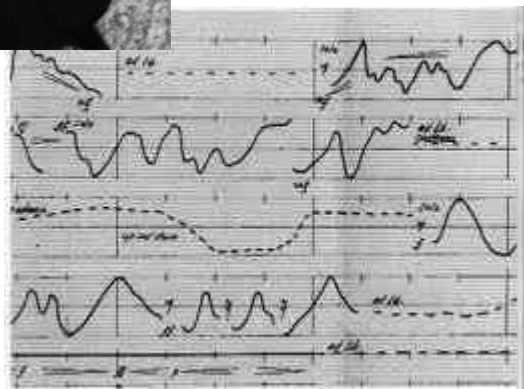
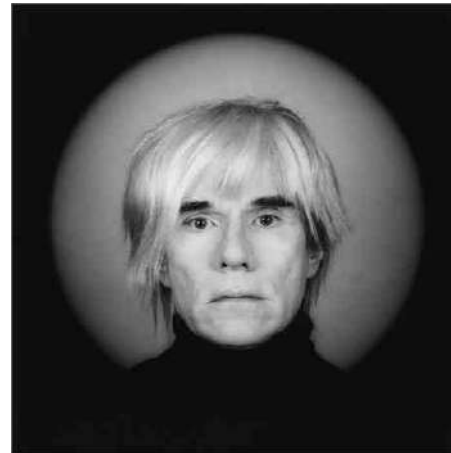




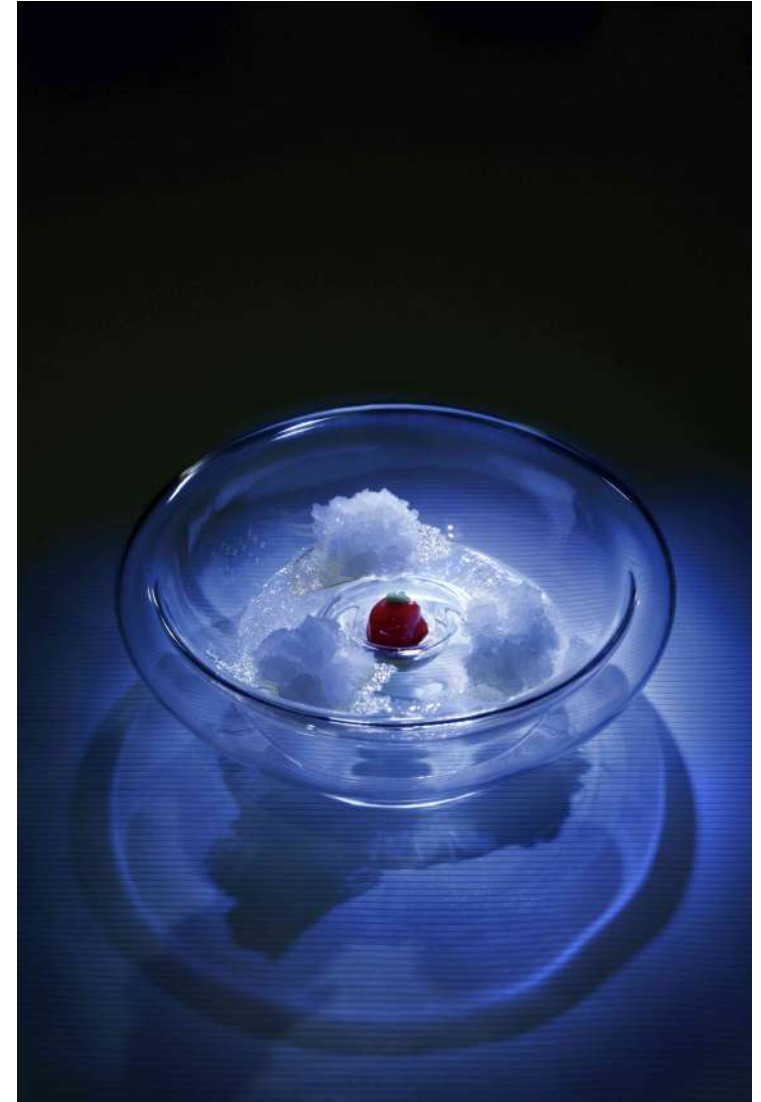
# Un nombre infini de possibilités



# Vers un nouvel art culinaire



# 2009 : le premier plat note à note servi dans un restaurant



# Un rapide chemin depuis 2009



LCB | Note a Note - Trial #4 Joue de Boeuf,  
pomme de terre et champignons

# Cordon bleu Paris (2010)



# Cordon bleu, Paris, 2011



# Potel & Chabot, 2011



# Potel & Chabot, 2011

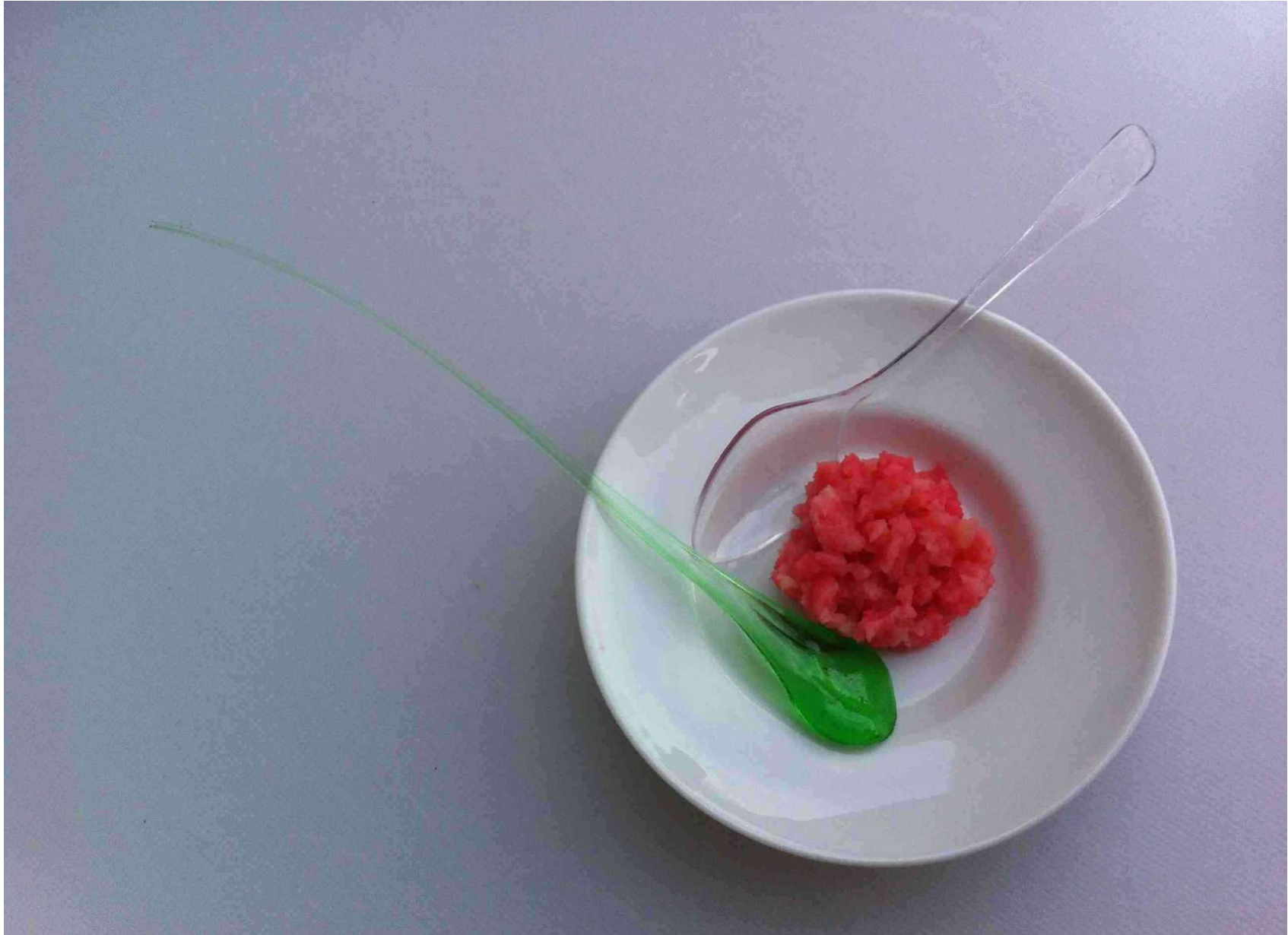




# Cordon bleu, Paris, 2012



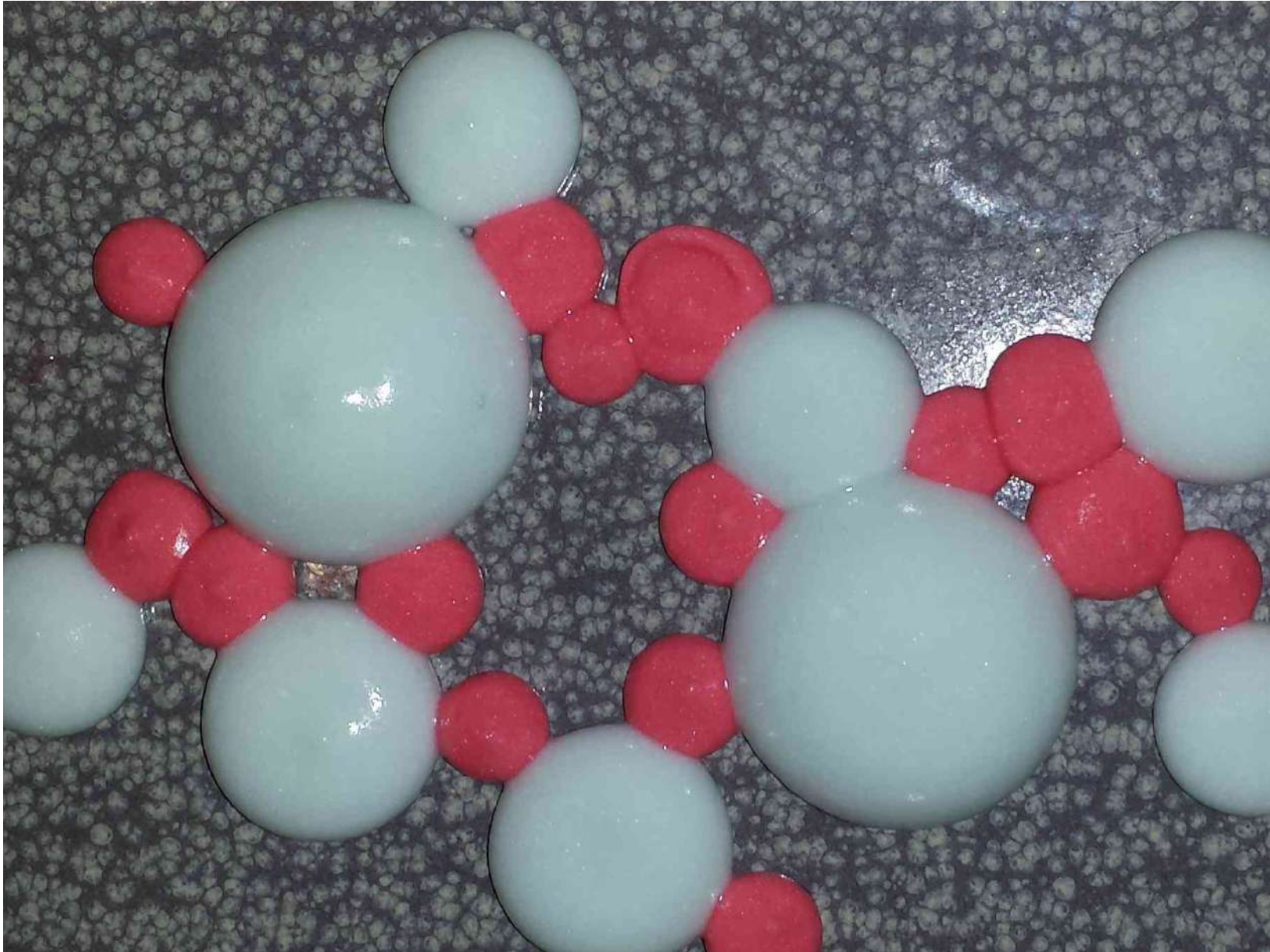
# Montréal (Canada), Avril 2012



# Montréal (Canada), Avril 2012



# Aarhus, Danemark, 2017



# Guillaume Siegler (Cordon Bleu Tokyo), 2019



# Andrea Camastra, 2019



# Julien Binz, Alsace, 2018



# Julien Binz, Alsace, 2018





# Le Monde, Athènes, 2018



# Le Monde, Athènes, 2018



# Andrea Camastra, 2019



# At-Sunrice, Singapour, 2018



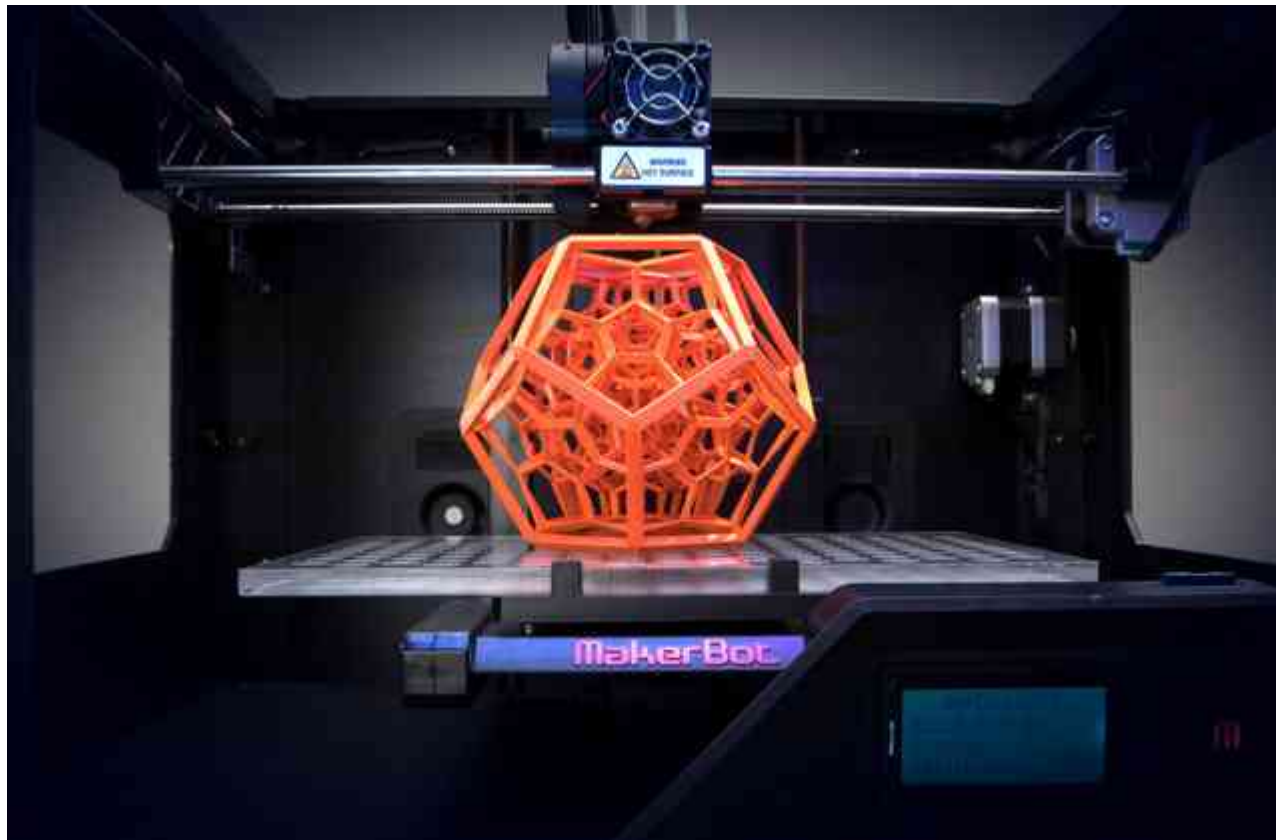
# Dao Nguuyen et Pasquale Altomonte, Genève, Suisse



# 2022 : Douglas Yokomi Fornari, Brésil



# Un allié inattendu



# **5. Des applications didactiques**



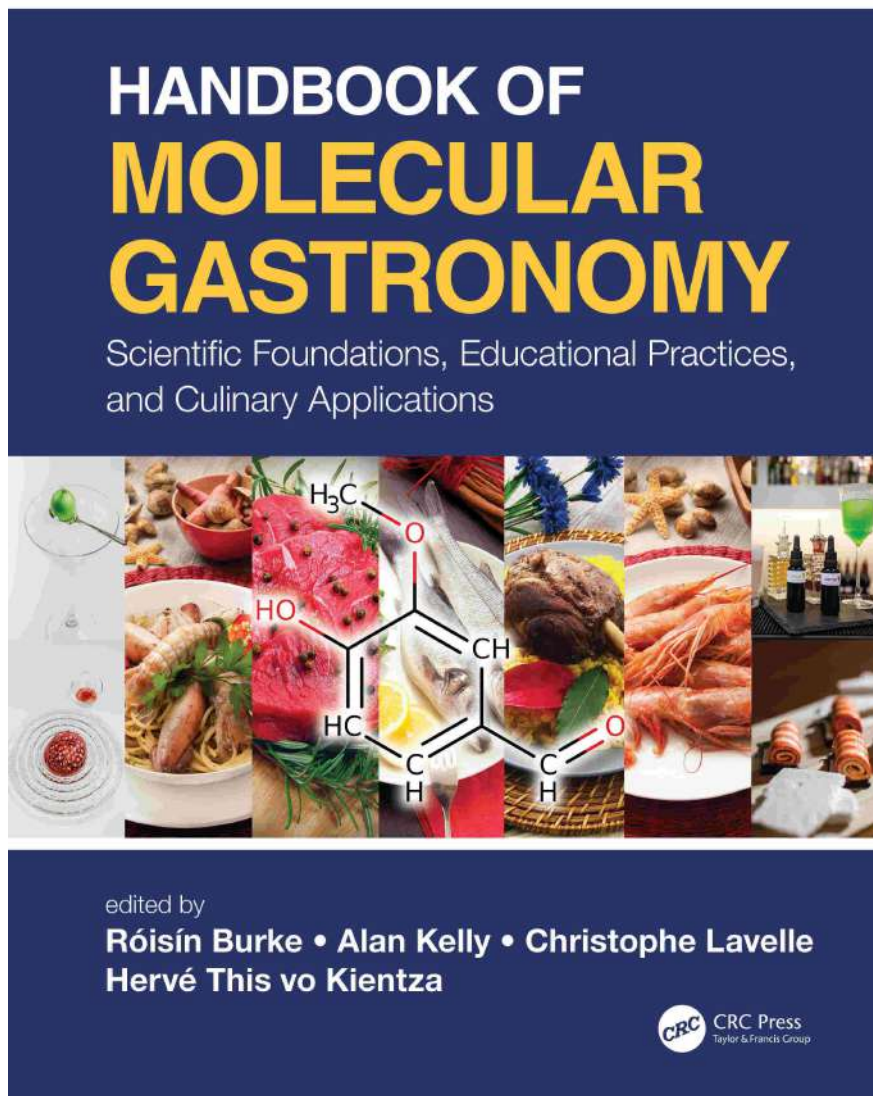
# La formation professionnelle par la recherche



# Les « ateliers expérimentaux du goût »

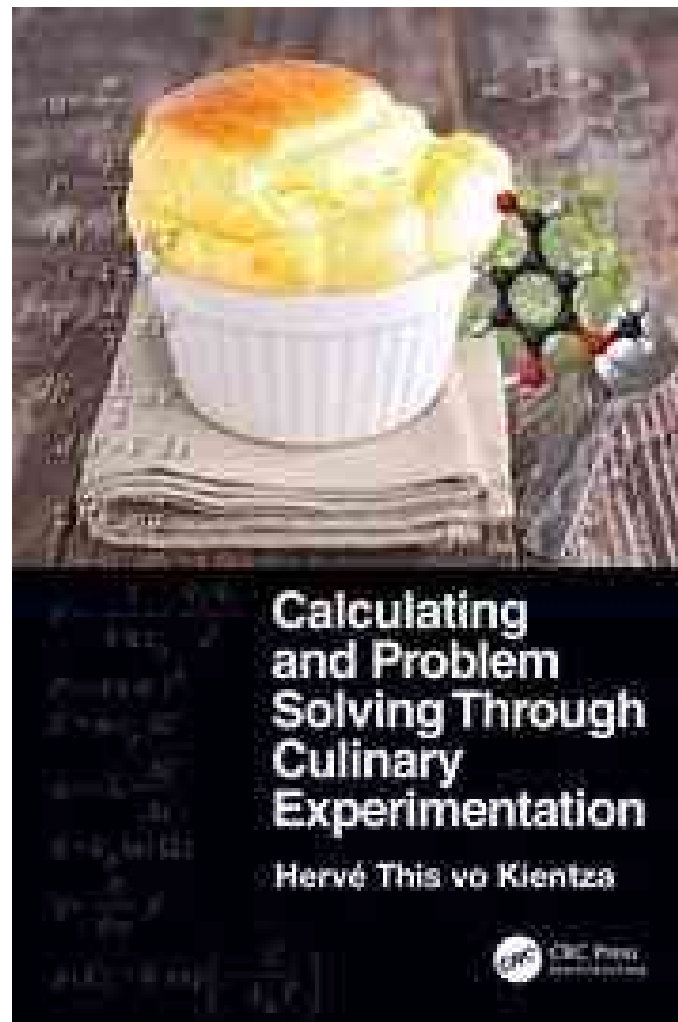


# En 2021, par exemple



894 pages  
150 chapitres  
150 auteurs  
23 pays

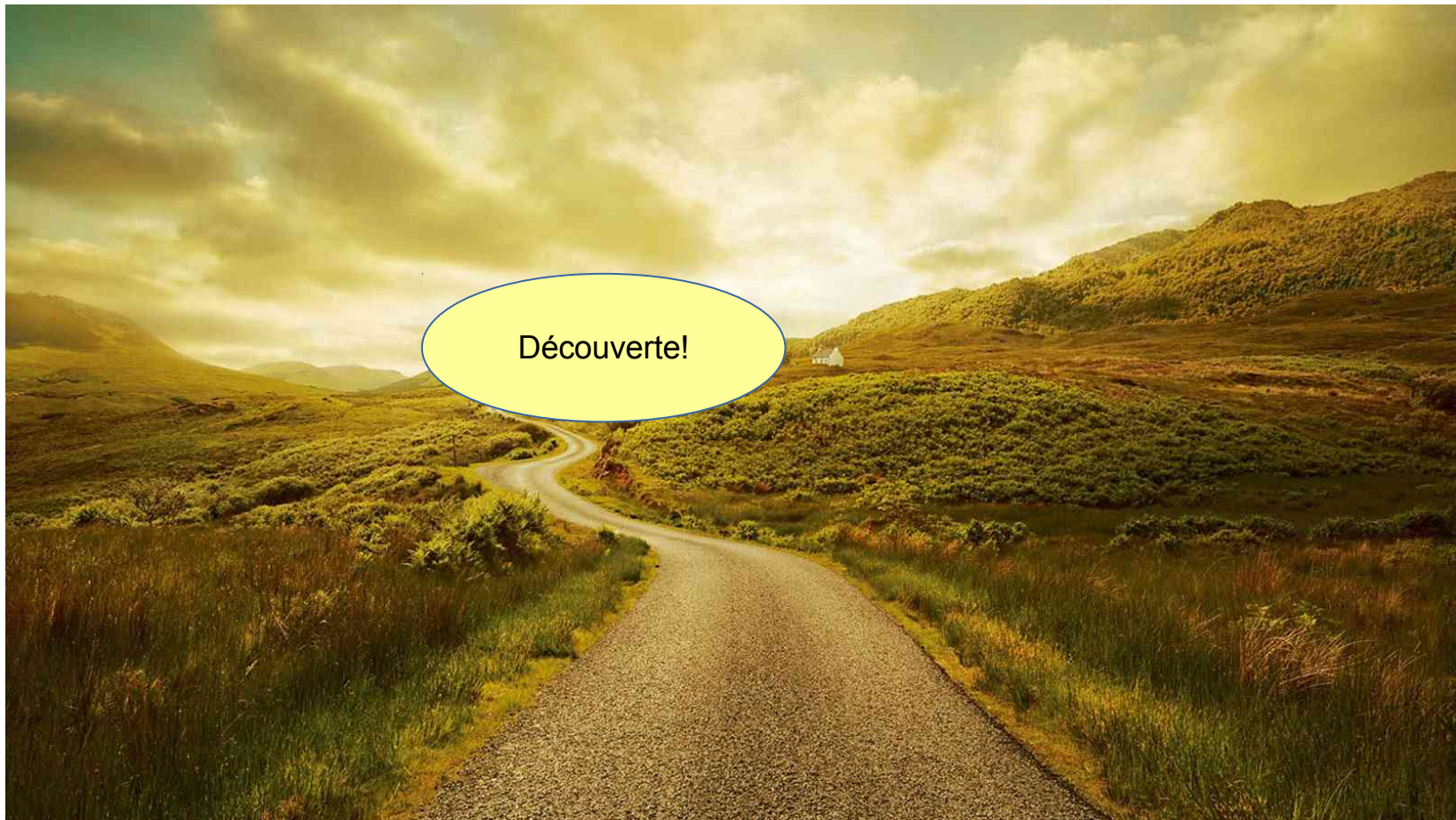
# Ou encore, en 2022



**6.**

**Des questions, des  
questions, des  
questions...**

# L'objectif est clair



# Dans quelle direction chercher ?

- Photosynthetic pigments as being transformed during the thermal treatment of plant tissues
- Release of proteins during animal tissue thermal heating in aqueous solutions
- Green chemistry : thermal treatment at 100°C in aqueous solution of organic compounds from « food »
- Modification of the color of saffron processed in aqueous solution, with or without light
- Distribution of estragole in the various compartments (water, oil, gas, animal tissues) during a culinary recipe
- Extraction nutriments from plant tissues
- Is the coffee beverage from the inside of seeds different from the internal part ?
- Why apricots appear sourer after thermal treatment (31P NMR spectroscopy) ?
- Differences between wines thermally processed at low or high heating power
- « Freshness » of yogurts : an influence of the microstructure ?
- Exchange between plant tissue and aqueous solution during thermal treatment
- ...

# La question posée

**Derrière nous**

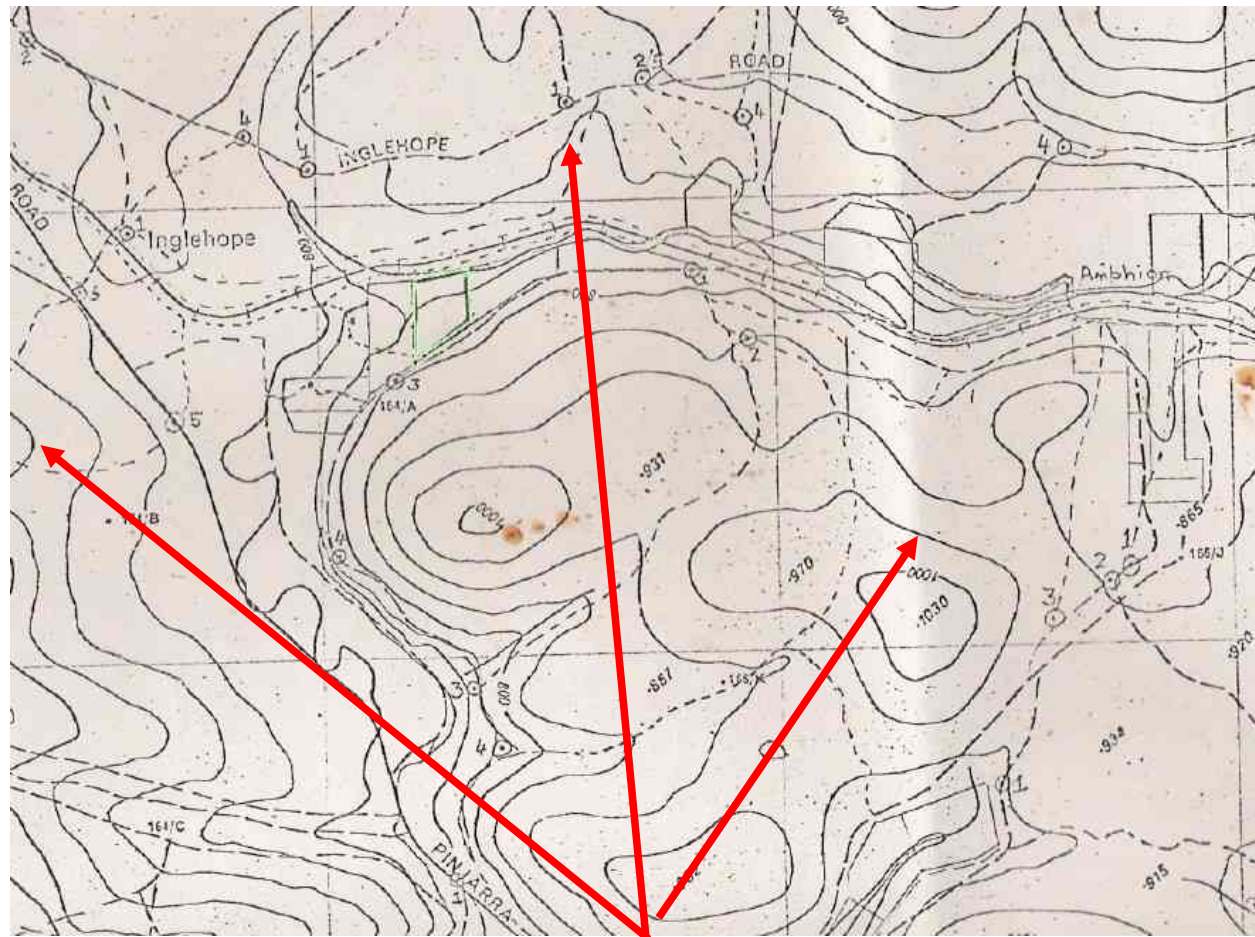


**Devant nous**





# Vers où marcher ?



# Une liste à discuter

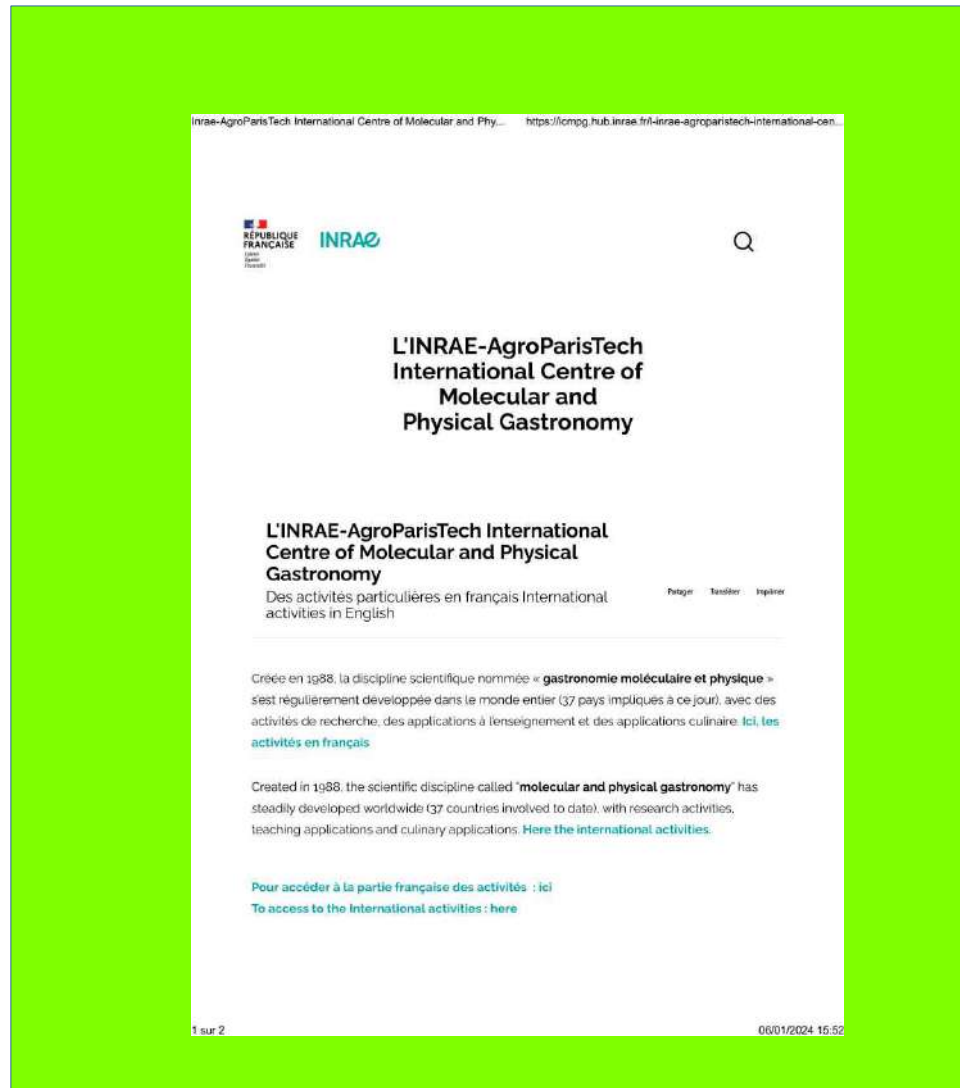
- (1) Transforming adjectives and adverbs into quantitative parameters (introduction of new concepts);
- (2) Looking for the mechanisms of phenomena;
- (3) Focusing on oddities, contradictions, discrepancies and "symptoms";
- (4) Designing "microscopes";
- (5) Making science from a technical question;
- (6) Refuting a theory;
- (7) Solving a problem;
- (8) Assuming that any fact, result, observation, phenomenon should be considered as a particular example of general categories that we have to invent;
- (9) Looking behind the "ordinary": this means not accepting what was accepted;
- (10) Making the contrary of what was always proposed;
- (11) Looking deeply enough to what an experiment can reveal, and work deep enough to see the impact.
- (12) It is good to see the tree but one should also see the forest

**Which ones are missing ?**

# La gastronomie moléculaire et physique se développe dans le monde entier



# Surtout, une communauté



# Et un journal scientifique



## International Journal of Molecular and Physical Gastronomy

Partager Transférer Imprimer

The International Journal of Molecular and Physical Gastronomy ("Molecular Gastronomy") is a scientific journal, diamond model, double blind evaluation of the manuscripts, about molecular and physical gastronomy, educational practices and applications to cooking.

The International Journal of Molecular and Physical Gastronomy is a scientific journal, diamond model, double blind evaluation of the manuscripts, about molecular and physical gastronomy  
ISSN 2431-0859

It is directed by an **Editorial Board** : [here](#)

For **submitting manuscripts**  
- use the [Instructions to Authors](#)  
- send your material at: [icmg@agroparistech.fr](mailto:icmg@agroparistech.fr)

The journal publishes articles in various sections :

- 1. News**
  - [Short News](#)
  - [Editorials](#)
  - [Image for thought](#) (Section Editor: Pr Jose Miguel Aguilera)
  - [Books reviews](#) and [article reviews](#) (Section Editor: Clark Danderson)
- 2. Scientific Part**
  - [Research Notes](#)
  - [Commentaries](#) (including Commentaries by Reviewers)
  - [Letters to the Editors](#) (Section Editor: Pr Volker Hessel)
  - [Reports](#)
  - [Opinions](#)
  - [Perspectives](#)
  - [Literature Reviews](#) (including Discussions of Culinary Precisions)
  - [Synthesis](#)
  - [Debates](#)
  - [Conference Proceedings](#)
- 3. Molecular Gastronomy and Education**
  - [Courses](#) (Section Editor: Pr Roisin Burke)
  - [How to do](#)
  - [Practice and trends](#)
  - [Educational Developments](#)
  - [Educational Documents](#)
- 4. "Edible Ideas" (applications on molecular and physical gastronomy to cooking)**
  - [Recipes](#) (Section Editor: Pr Paulina Mata)
  - [Questions and answers](#)
  - [Techniques and Tips](#) (Section Editor: Dr Laura Febvay)
  - [Experimental tests of culinary precisions](#) (Section Editor: Pr Mark Traynor)

All articles can be seen here : [articles per year](#)

### News. The latest published article:

In the "Recipe" section : [Bellot L, Gueguen A, Hong C. 2023. "La Vie en Rose": a note by note savory dish, International Journal of Molecular and Physical Gastronomy, 14, 1-8.](#)

ISSN 2431-0859

# Vive la Chimie !

