



UMR Sécurité et Qualité
des Produits d'Origine Végétale



Angers – 14 et 15 Janvier 2013

Evolution de la valeur nutritionnelle des fruits et légumes lors de leur transformation

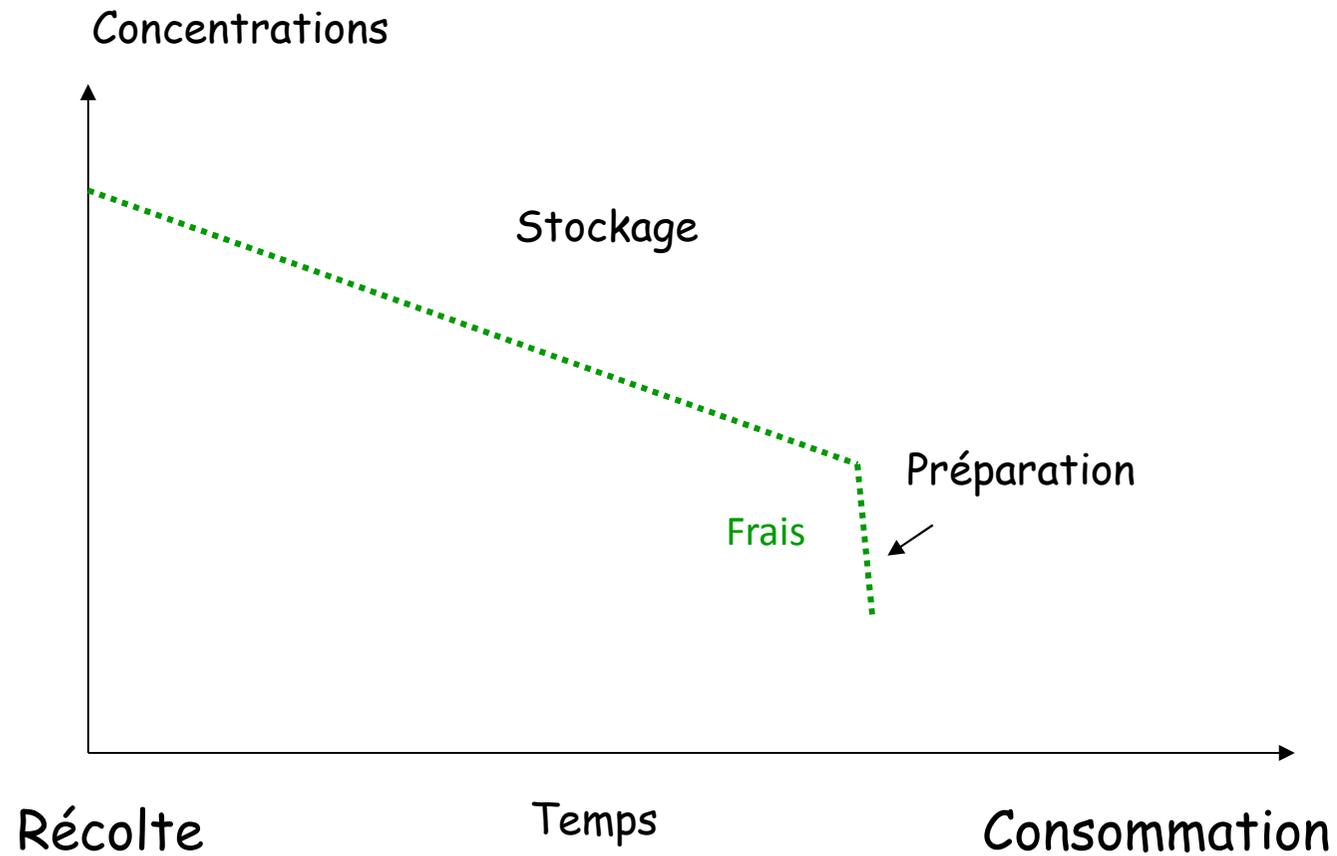
David PAGE



© fotolia.com

Pourquoi transformer les fruits et légumes ?

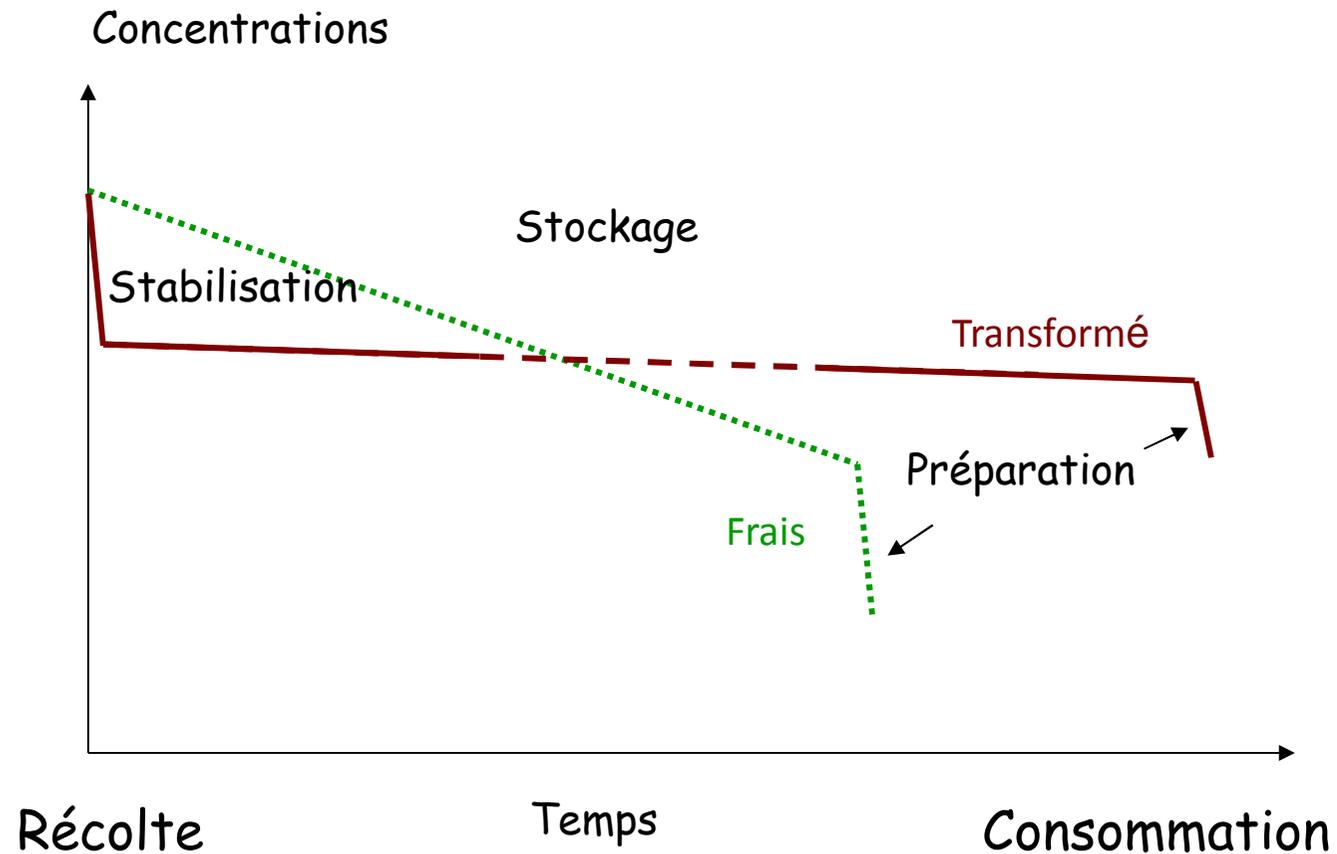
Les fruits sont des organismes vivants qui évoluent vite



(D'après Renard CMGC, 2007)

Pourquoi transformer les fruits et légumes ?

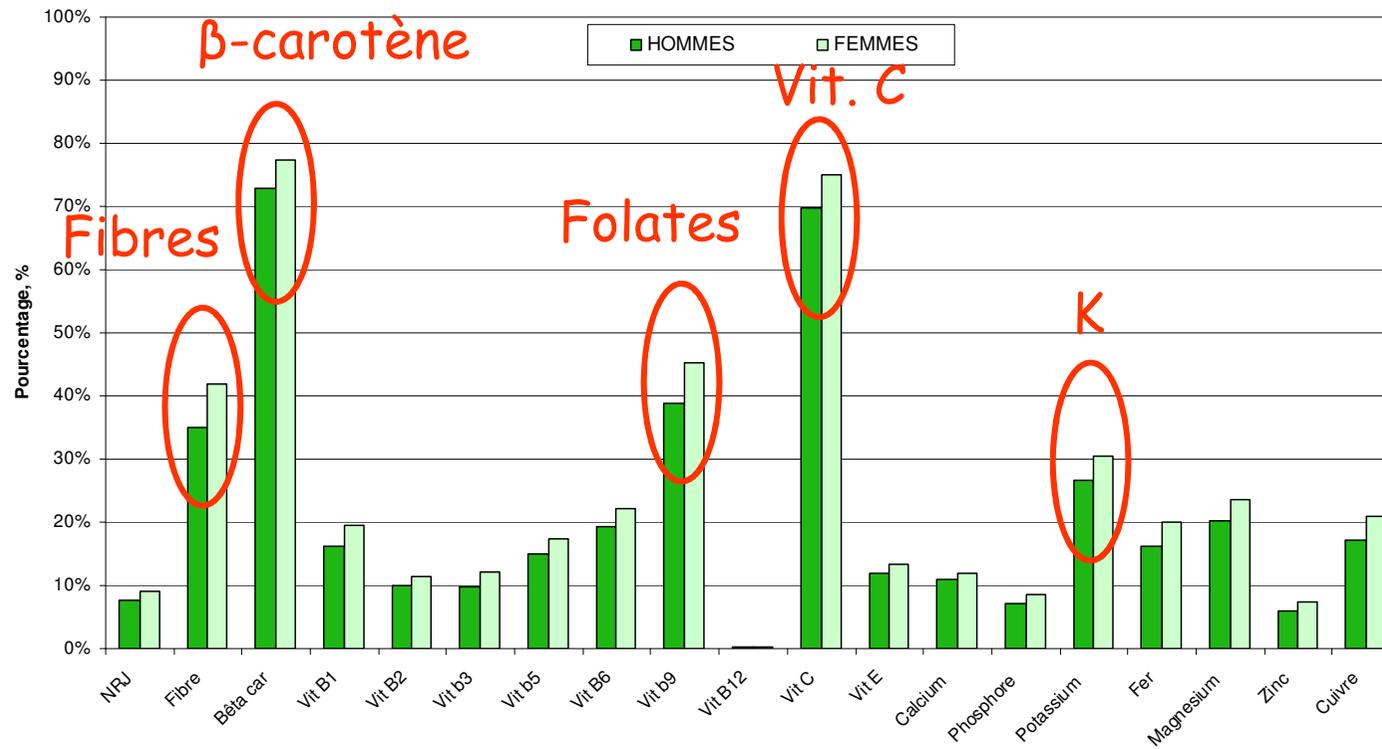
Des transformations qui stabilisent les produits



(D'après Renard CMGC, 2007)

Les apports nutritionnels des F&L

Contributions (en %) des fruits et légumes à l'apport journalier de chaque nutriment
Echantillon de 536 hommes et 665 femmes âgés de 18 à 75 ans, issu de l'étude INCA 1999



Fruites et légumes transformés

Quels éléments pour quels produits...

- **Les 3 principales molécules concernées**
 - 3 vitamines: folates, vitamine C, β -carotène
 - Fibres alimentaires
 - Minéraux et eau
- **Les produits**
 - 1^{ère} et 4^{ème} gamme: conservation d'un végétal vivant
 - 2^{ème} et 5^{ème} gamme: conservation après stabilisation
 - 3^{ème} gamme: conservation en froid négatif
 - Jus, produits séchés....

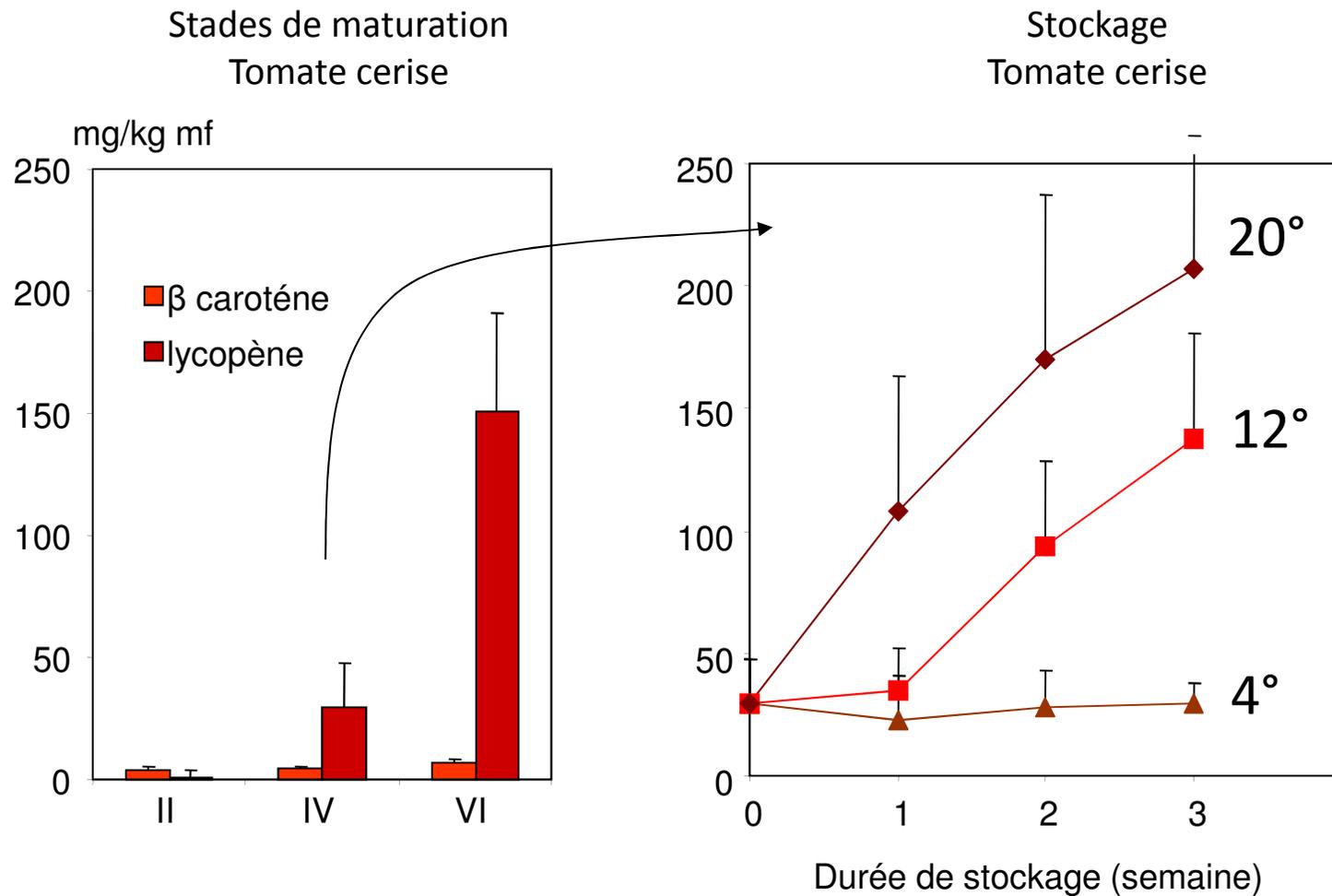
La transformation induit des modifications

Pourquoi des variations?

- **Poursuite du métabolisme (ana / catabolisme)**
 - Maturation / sénescence
 - Interaction avec le stade de récolte
- **Parage**
 - Concentrations plus élevées dans les parties externes
- **Lessivage**
 - Etapes de lavage (après découpe)
 - Cuissons avec liquide porteur
- **Dégradations enzymatiques**
 - Oxydation enzymatique
- **Dégradations thermiques**
 - Couple temps / température

Maturation et stockage

Influence sur la teneur en caroténoïdes



Niveaux de perte à la cuisson

Une grande variabilité de résultats

	Vit C	Folates	Caroténoïdes
Blanchiment	10-30%	30-90%	-10 – 10%
Cuisson eau	20-50%	20-80%	10-60% (2h)
Cuisson vapeur	10-30%	0-30%	10-20%
Microonde	20-40%	0-30%	<10%
Surgélation (jusqu'à consommation)	<50%		
Friture	<20%		50%

Trois points clés à propos de qualité... des produits à base de fruits et légumes transformés

- Importance de tenir compte de l'état initial des produits que l'on transforme:

vers plus d'intégration des productions pour la transformation

- La dégradation thermique n'est pas le seul facteur prédominant de perte nutritionnelle

Cas des folates : vers des procédés mieux adaptés aux produits

- La **teneur** en molécules bioactives n'est pas seule synonyme de qualité :

notion de bioaccessibilité

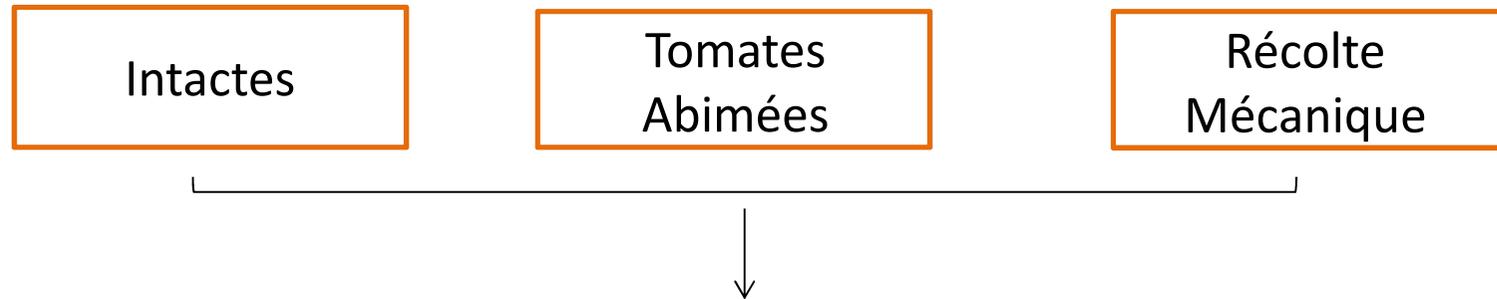
Des filières pour la transformation

Vers plus d'intégration de la production *

- Evolution de la valeur nutritionnelle d'une préparation de tomate en fonction du mode de récolte et du mode de transformation

Plan expérimental

3 méthodes de récoltes



Trois méthodes de récoltes

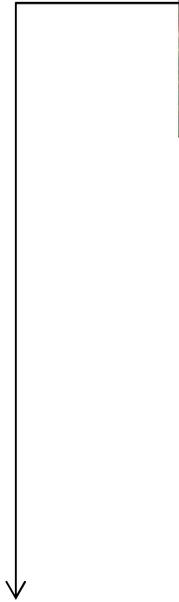
Récolte à la main



Transport en caisse
(évite la compression)

Trois méthodes de récoltes

Récolte à la main



Intactes

Abimées Artificiellement



Une chute de 3m à travers un tube vertical jusque sur un plateau inox

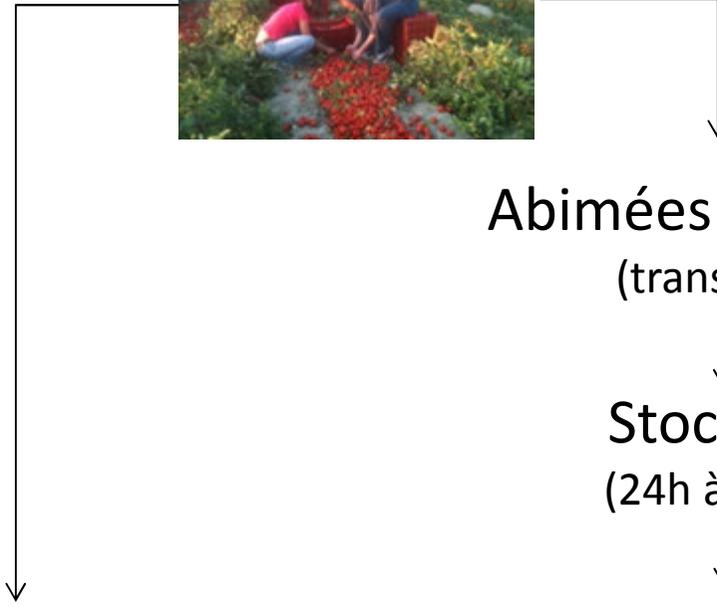


Suivit d'un stockage durant 24h à 20°C



Trois méthodes de récoltes

Récolte à la main



Abimées standard

(transport)

Stockage

(24h à 25°C)



Intactes



Abimées

Récolte Mécanique



Récolte mécanique en même temps dans le même champs



Stockage (24h – 20°C)



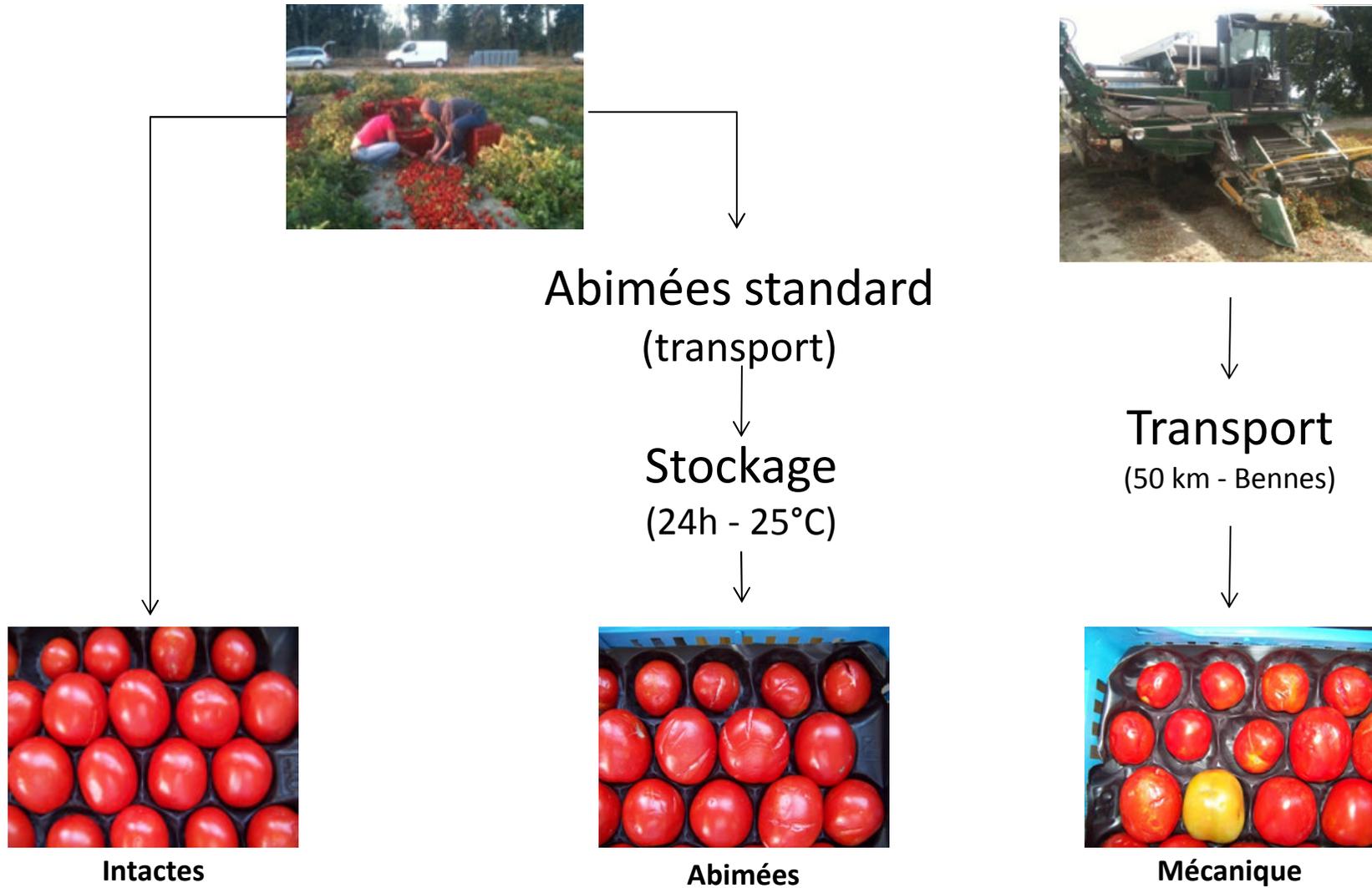
Transport : 50 km – Camion bennes
Echantillonnage dans le canal de déchargement

Trois méthodes de récoltes

Récolte à la main



Récolte mécanique



Intactes



Abimées



Mécanique

Material and methods

3 méthodes de récoltes



2 traitements



Hot break treatment

Rapide concassage dans un broyeur à marteau
Juste au dessus d'un convecteur tubulaire préchauffé



Chauffage Immédiat
à 95°C



Broyage et tamisage

Durée du procédé: 20 min

Cold break treatment



Broyage et tamisage



Maceration
(30 min – 25°C)



Chauffage progressif à 95°C
(20 min)

Durée du procédé: 55 min

Material and methods

3 méthodes de récoltes



2 traitements



2 Produits



Deux produits

Purées (5° Brix)



Concentrés (20° Brix)



(à 40°C, Evaporation sous vide)

Pasteurisation
(110°C – 20 min)



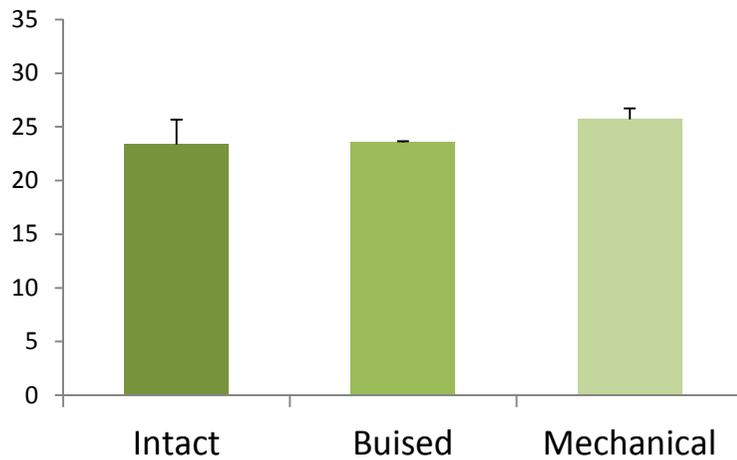
Evolution de la valeur nutritionnelle

- Macro-éléments
 - (fibers, acides organiques et sucres)
- Vitamin C
- Carotenoids
 - (contenu et bioaccessibilité du lycopene)

Macro-éléments : Teneur en fibres

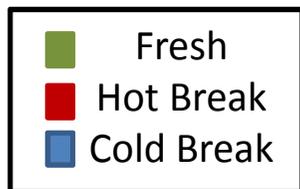
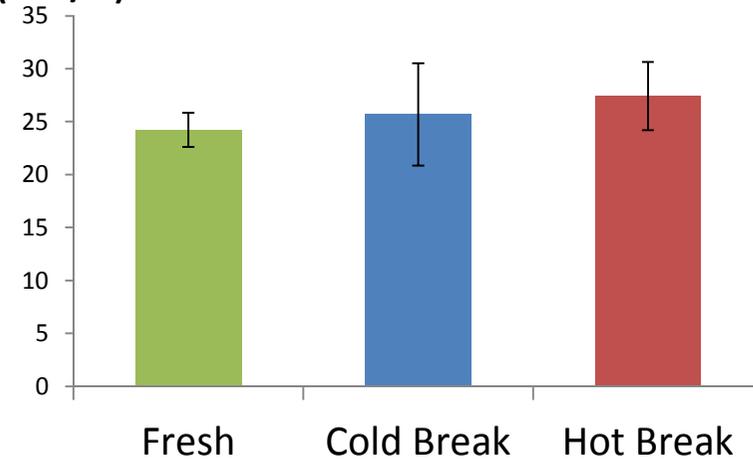
Methodes de récoltes
(tomates fraîches)

A.I.M.
(% w/w)

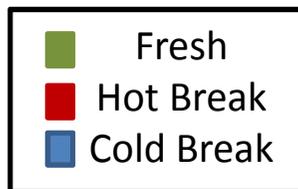
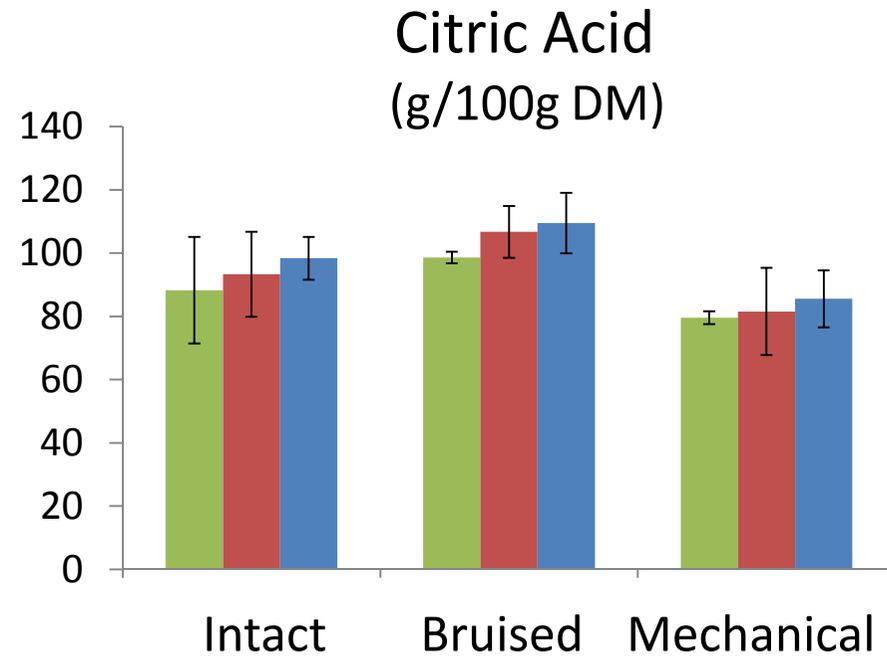
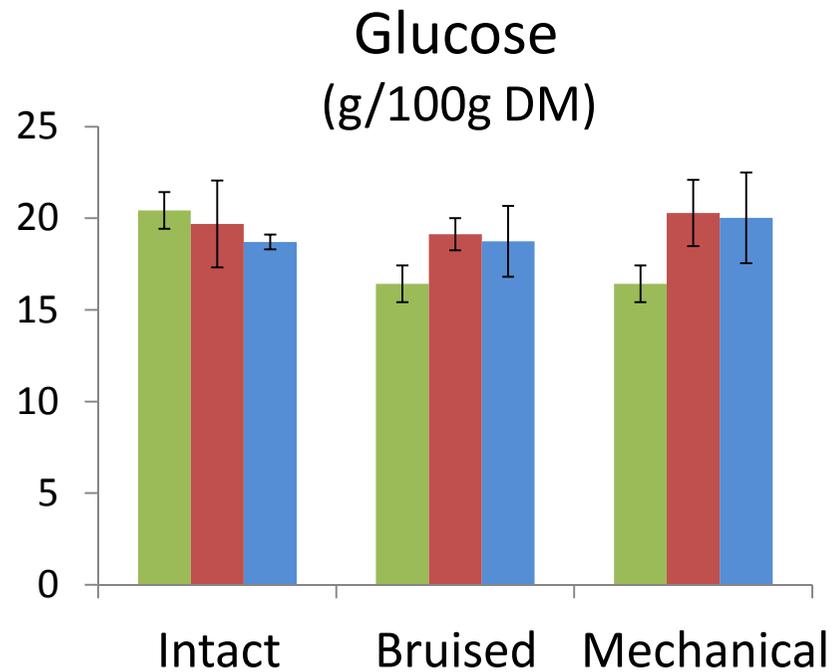


Effet Traitements
(Sur purées)

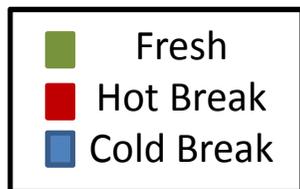
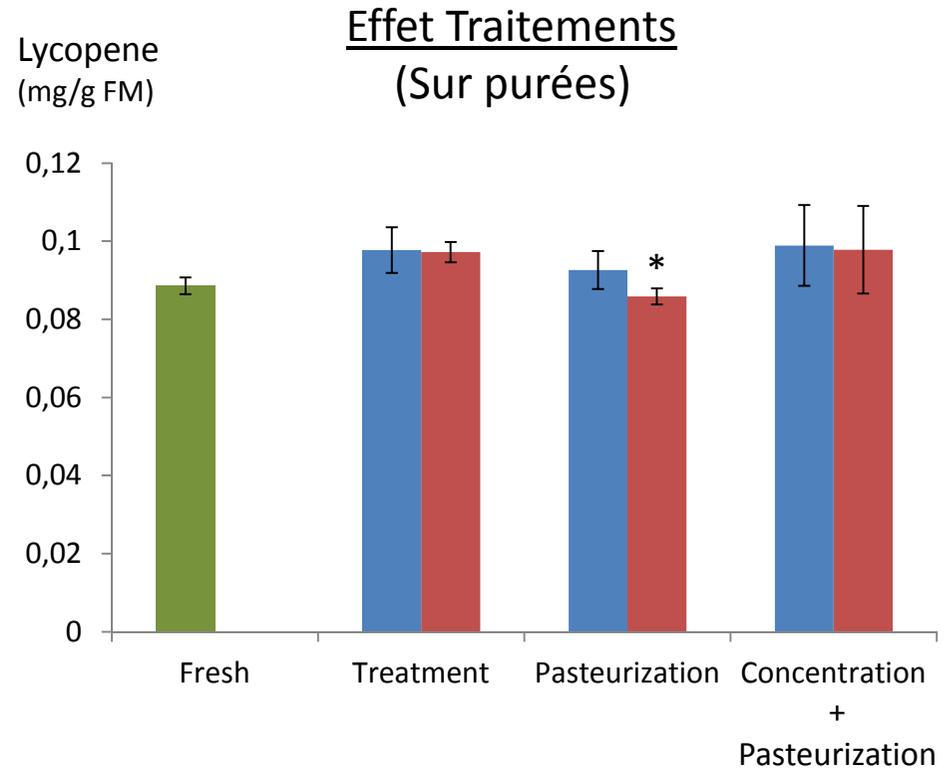
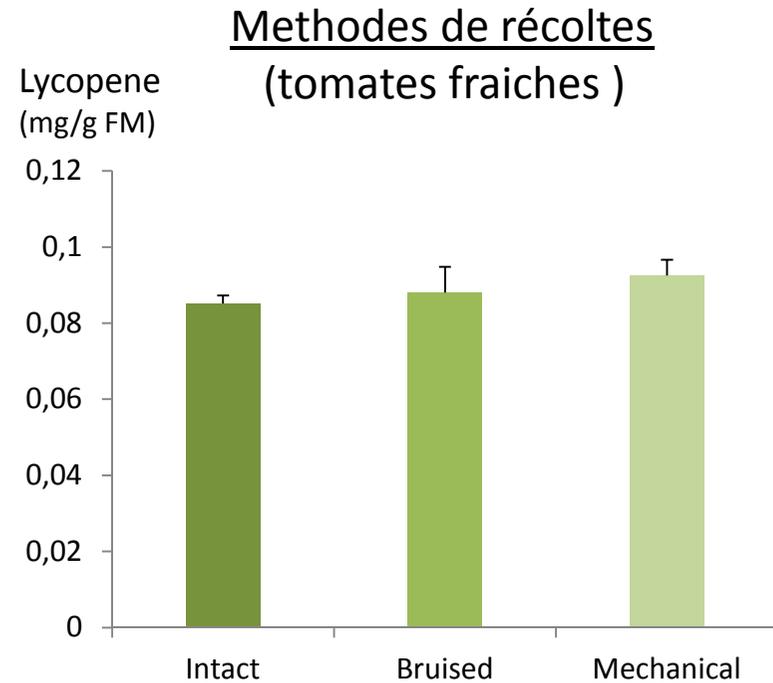
A.I.M.
(% w/w)



Macro-elements : sucres et acides

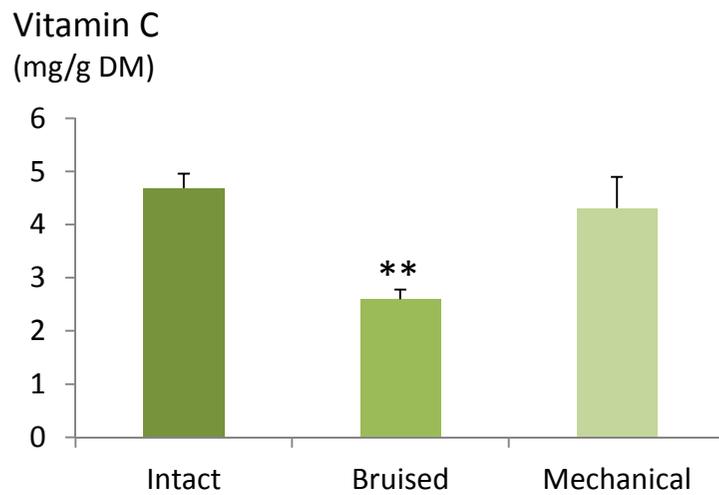


Carotenoids : Teneur en Lycopene

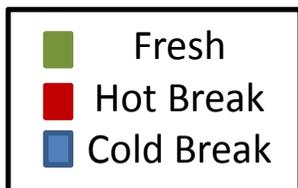
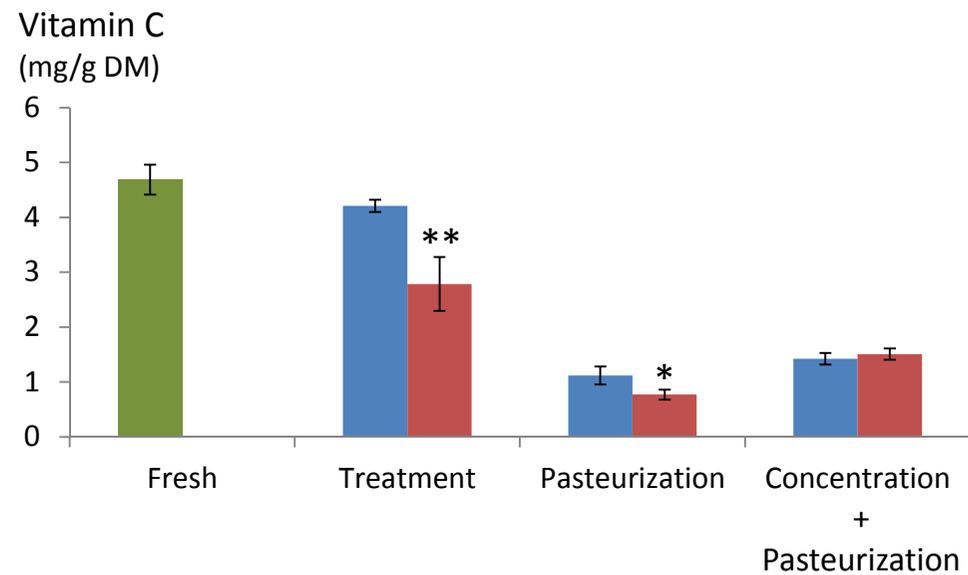


Teneur en Vitamine C

Methodes de récoltes
(tomates fraîches)



Treatment Effects
(Purees)



Trois points clés à propos de qualité... des produits à base de fruits et légumes transformés

- Importance de tenir compte de l'état initial des produits que l'on transforme:

vers plus d'intégration des productions pour la transformation

- **La dégradation thermique n'est pas le seul facteur prédominant de perte nutritionnelle**

Cas des folates : vers des procédés mieux adaptés aux produits

- La teneur en molécules bioactives n'est pas seule synonyme de qualité :

notion de bioaccessibilité

La perte de valeur nutritionnelle durant le procédé n'est pas forcément due à la dégradation thermique

- Facteurs influençant la pertes de folates le long d'une chaîne de transformation industrielle de haricots vert et d'épinards.

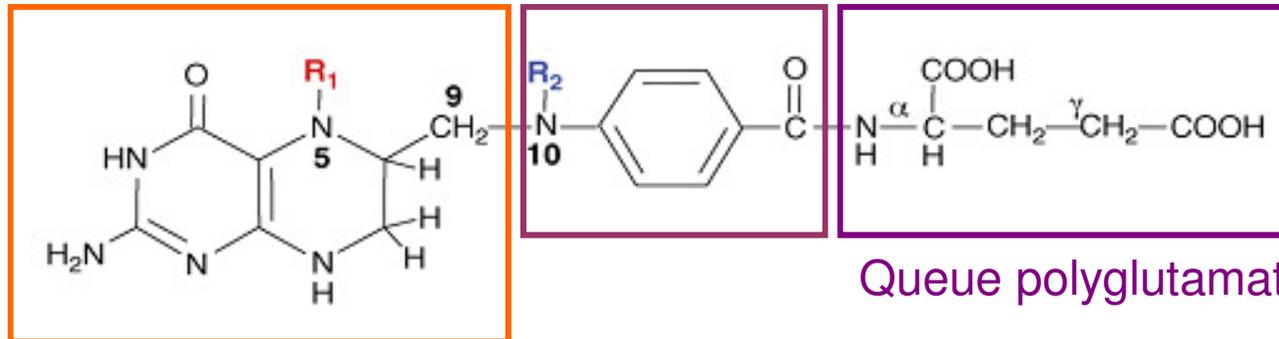
Thèse de Nicolas Delchier 2012

Les folates

- vitamine B9, hydrosoluble
- Structure tripartie

Noyau ptéridine

Acide *para*-aminobenzoïque



Queue polyglutamate

R ₁	R ₂	Folate species
H	H	THF
CHO	H	5-formyl-THF
H	CHO	10-formyl-THF
CH ₃	H	5-methyl-THF
-CH ₂ -		5,10-methylene-THF
=CH-		5,10-methenyl-THF

Les folates

Sources:

40 % Proviennent des F&V

Epinard: 1.9 mg/kg

Haricots verts: 0.7 mg/kg



Les folates

Apports journalier recommandés:

Hommes: 330 µg/jour

Femmes: 300 µg/jour

Femmes enceintes: 400 µg/jour

Sources:

40 % Proviennent des F&V

Épinard: 1.9 mg/kg

Haricots verts: 0.7 mg/kg



Les folates

Apports journalier recommandés:

Hommes: 330 µg/jour

Femmes: 300 µg/jour

Femmes enceintes: 400 µg/jour

Sources:

40 % Proviennent des F&V

Epinard: 1.9 mg/kg

Haricots verts: 0.7 mg/kg



fonction biologique:

Synthèse d'ADN
et de Proteines



Les folates

Apports journalier recommandés:

Hommes: 330 µg/jour

Femmes: 300 µg/jour

Femmes enceintes: 400 µg/jour

Sources:

40 % Proviennent des F&V

Épinard: 1.9 mg/kg

Haricots verts: 0.7 mg/kg



fonction biologique:

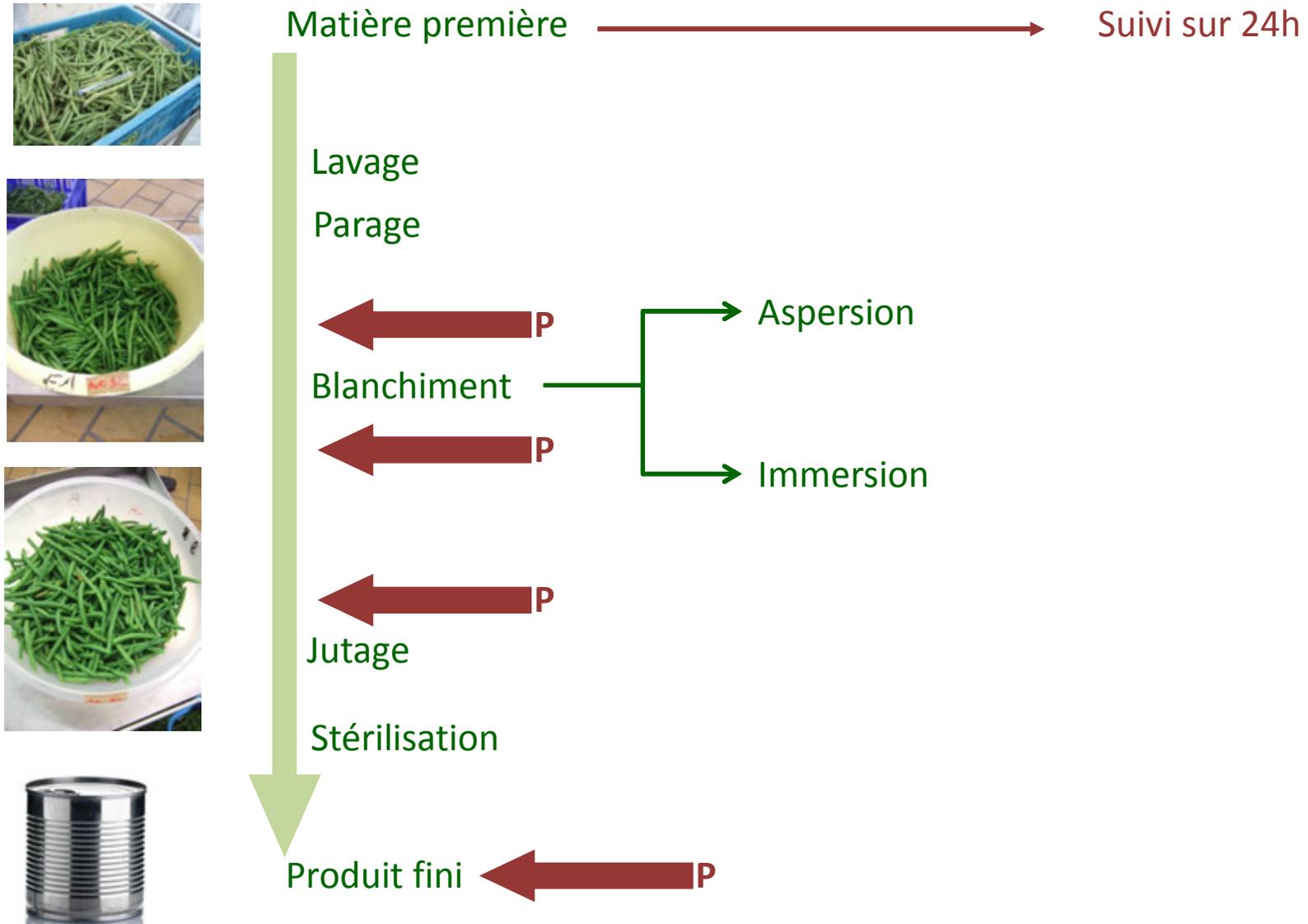
Synthèse d'ADN
et de Protéines

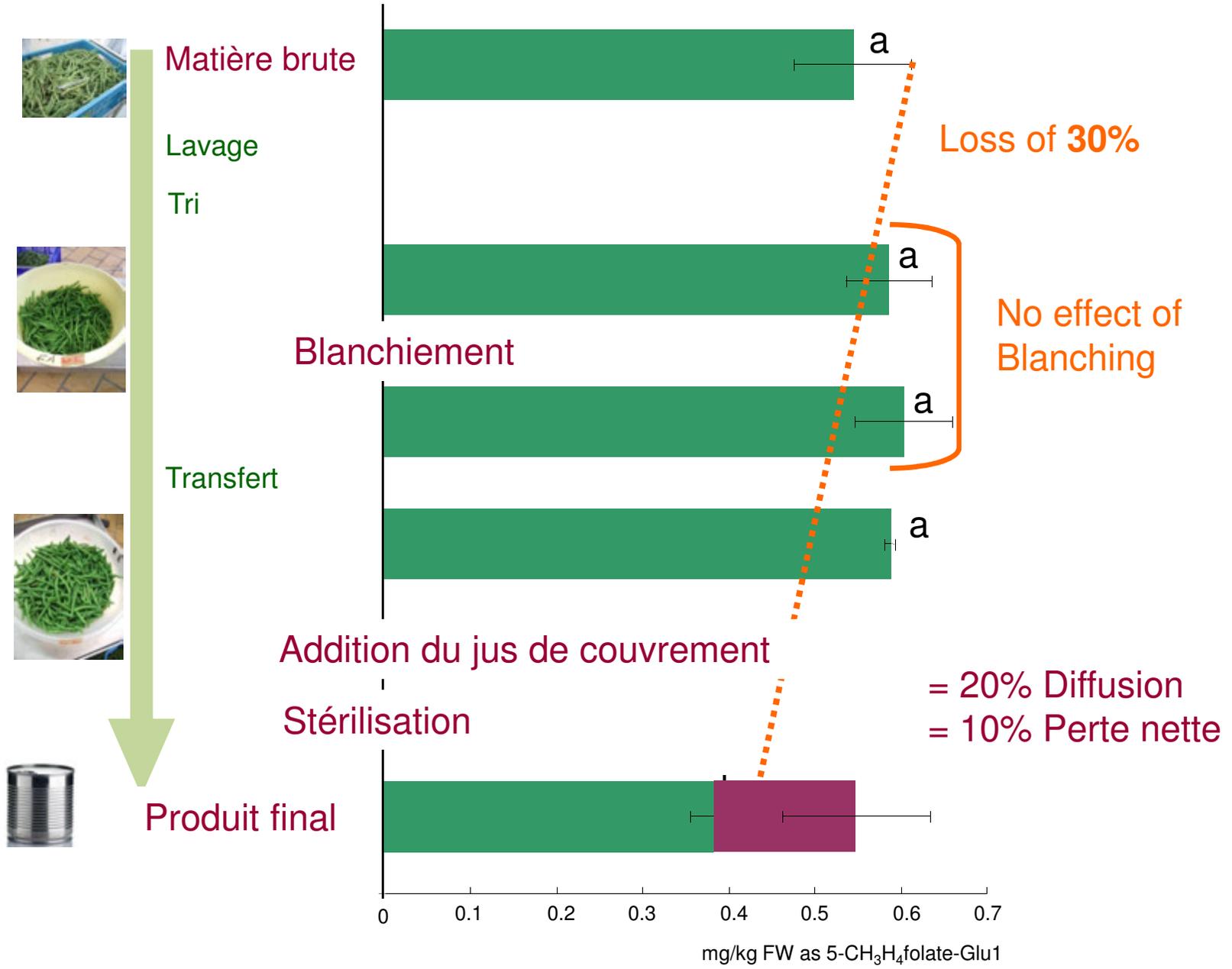


En cas de carence...
Défaut du tube neural
Maladies Cardiovasculaires

Identification des pertes au cours des traitements industriels

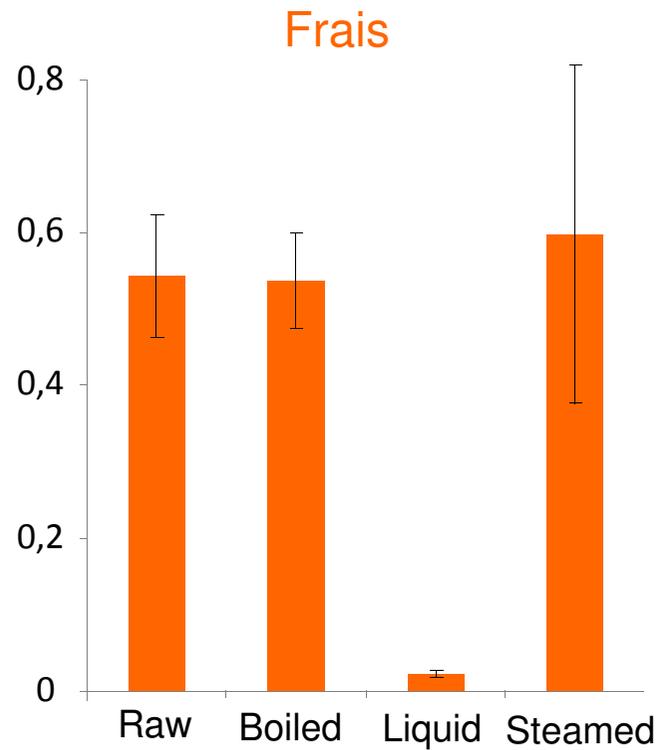
Echantillonnage ligne d'appertisation d'haricots verts (Aout 2010)





Identification des pertes durant la préparation domestique : haricots verts

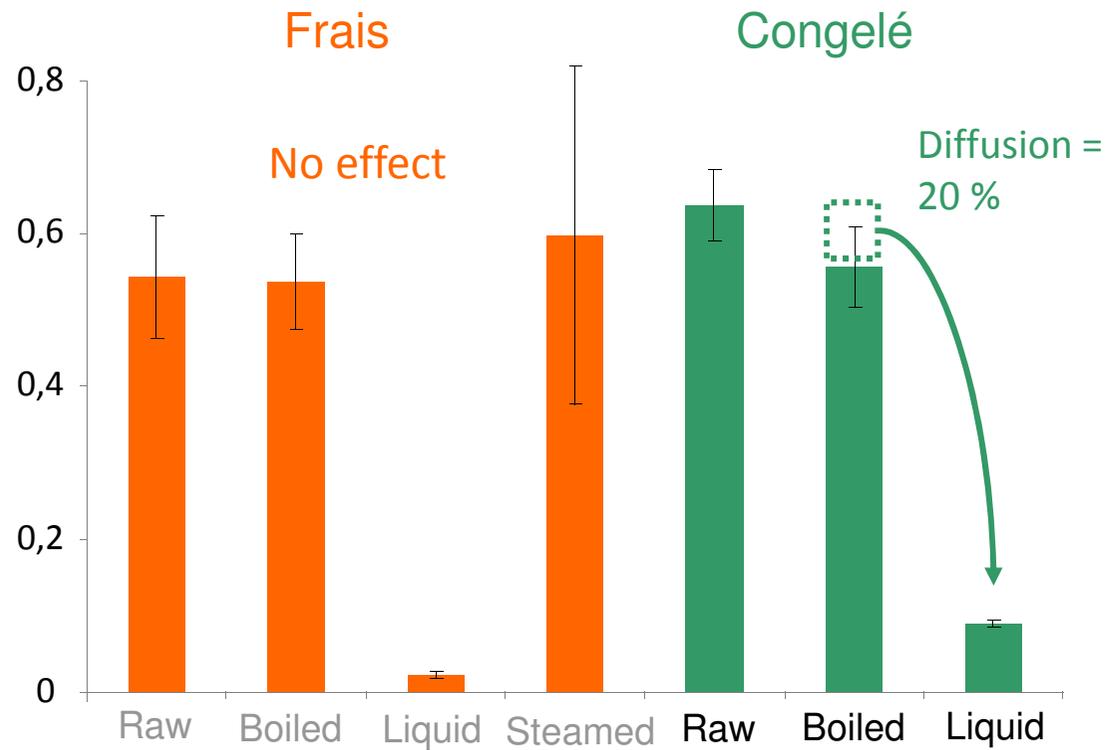
Amount equivalent 5-CH₃H₄folate-Glu1 mg/kg FW
mg/L for liquids



(Delchier et al. 2012, LWT)

Identification des pertes durant la préparation domestique

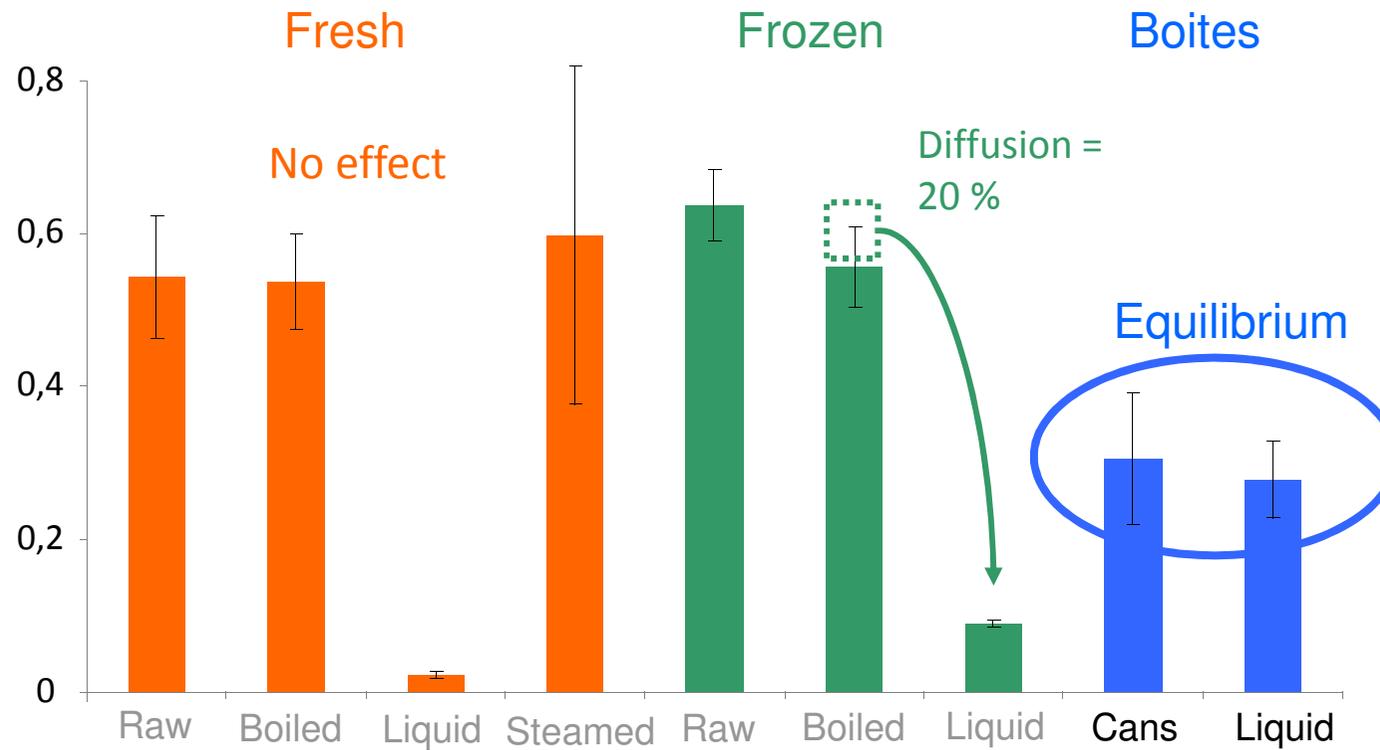
Amount equivalent 5-CH₃H₄folate-Glu1 mg/kg FW
mg/L for liquids



(Delchier et al. 2012, LWT)

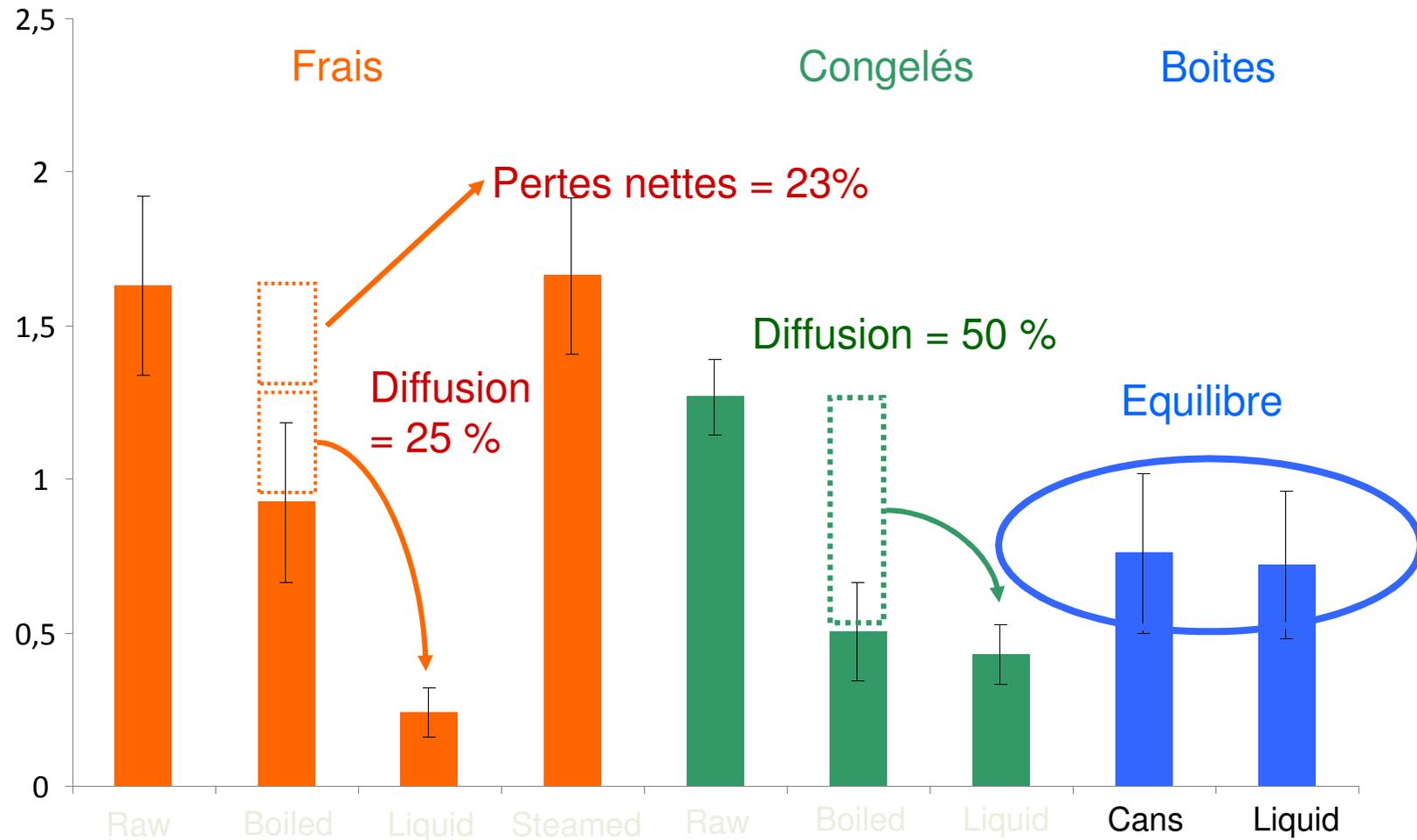
Identification des pertes durant la préparation domestique : haricots verts

Amount equivalent 5-CH₃H₄folate-Glu1 mg/kg FW
mg/L for liquids



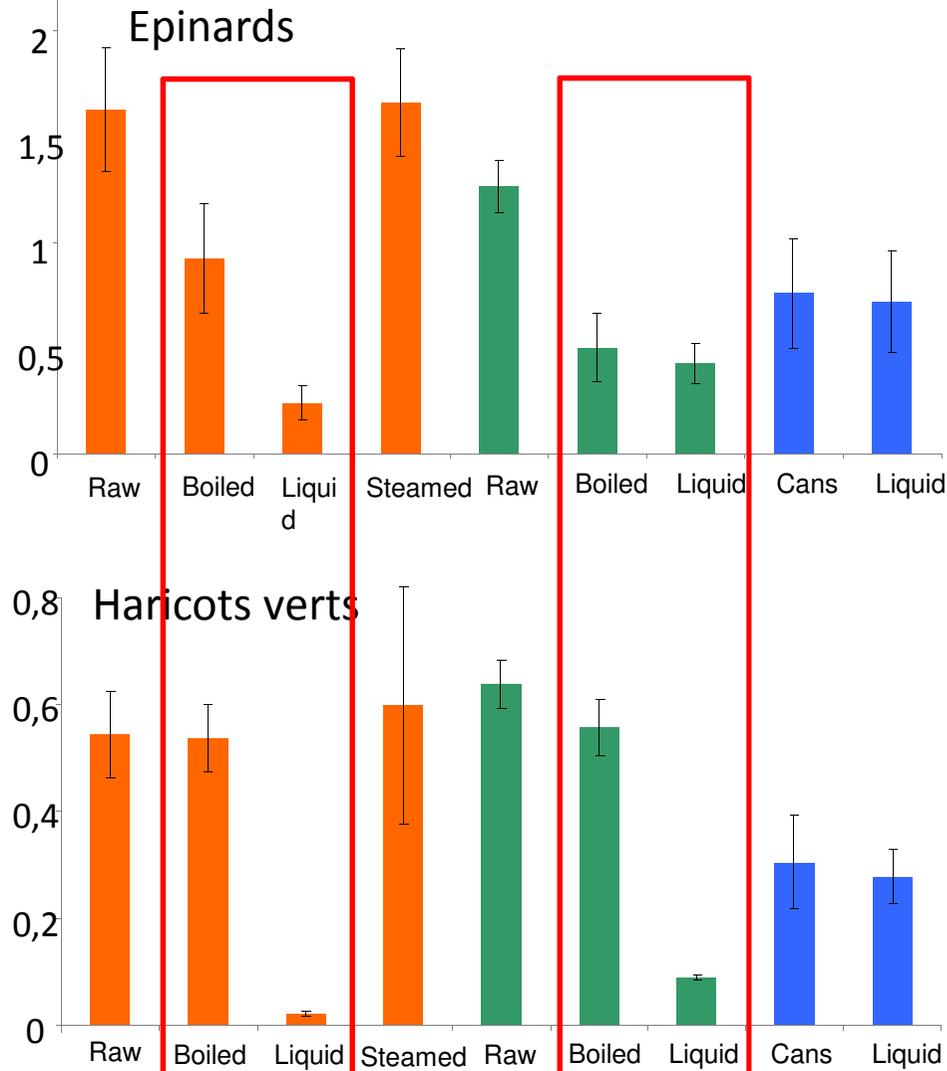
Identification des pertes durant la préparation domestique : Epinards

Amount equivalent 5-CH₃H₄folate-Glu1 mg/kg FW
mg/L for liquids



Haricots vert et épinard : deux structures et deux diffusivités associées

Amount equivalent 5-CH₃H₄folate-Glu1 mg/kg FW
mg/L for liquids



Impact du tissu végétal sur les phénomènes de diffusion

Trois points clés de la qualité...

des produits à base de fruits et légumes transformés

- Importance de tenir compte de l'état initial des produits que l'on transforme:

vers plus d'intégration des productions pour la transformation

- La dégradation thermique n'est pas le seul facteur prédominant de perte nutritionnelle

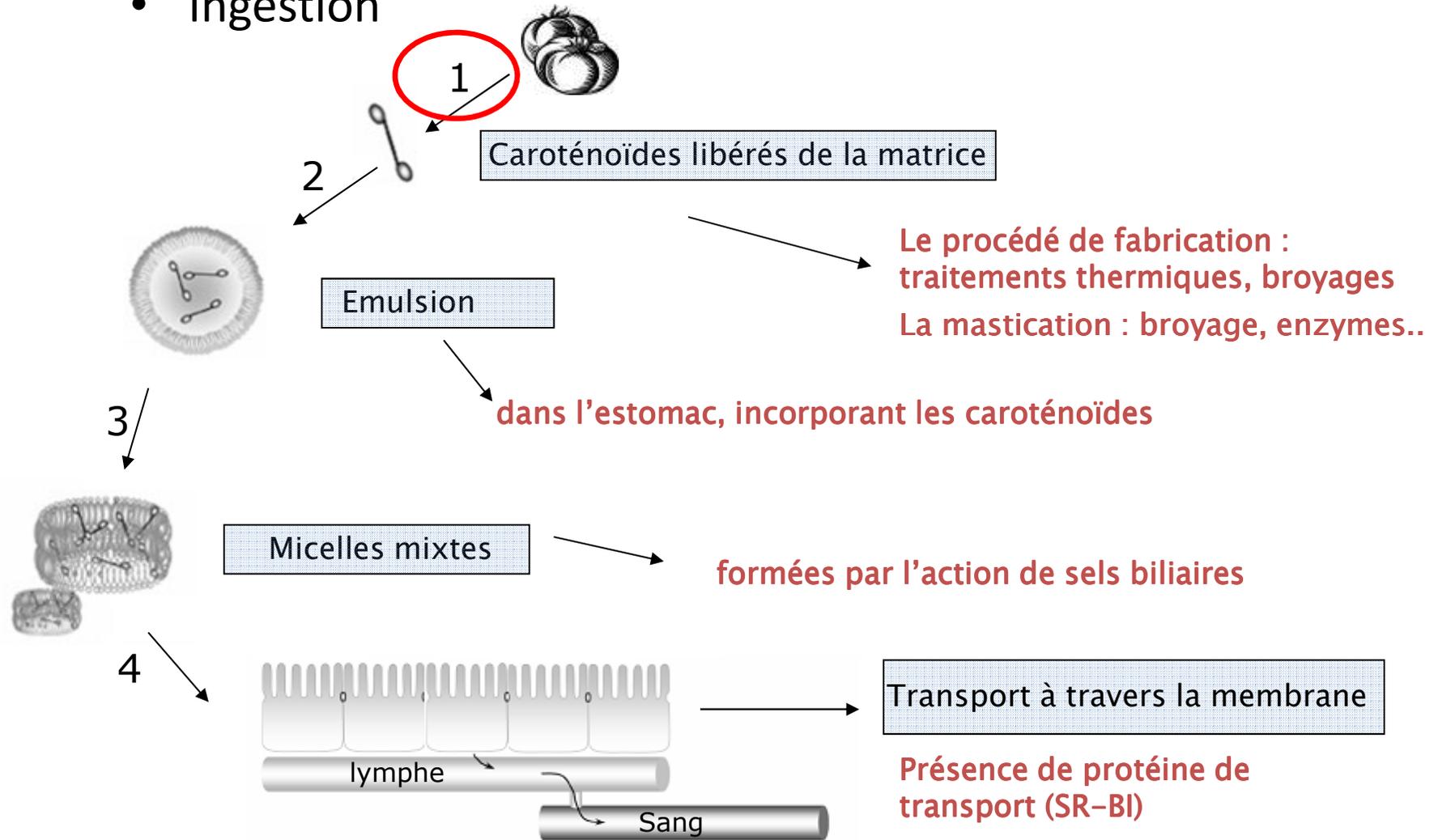
Cas des folates : vers des procédés mieux adaptés aux produits

- La teneur en molécules bioactives n'est pas seule synonyme de qualité :

notion de bioaccessibilité

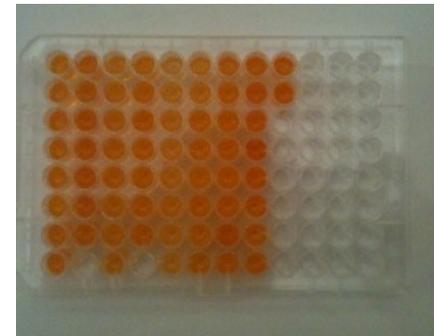
Digestion des caroténoïdes

- Ingestion

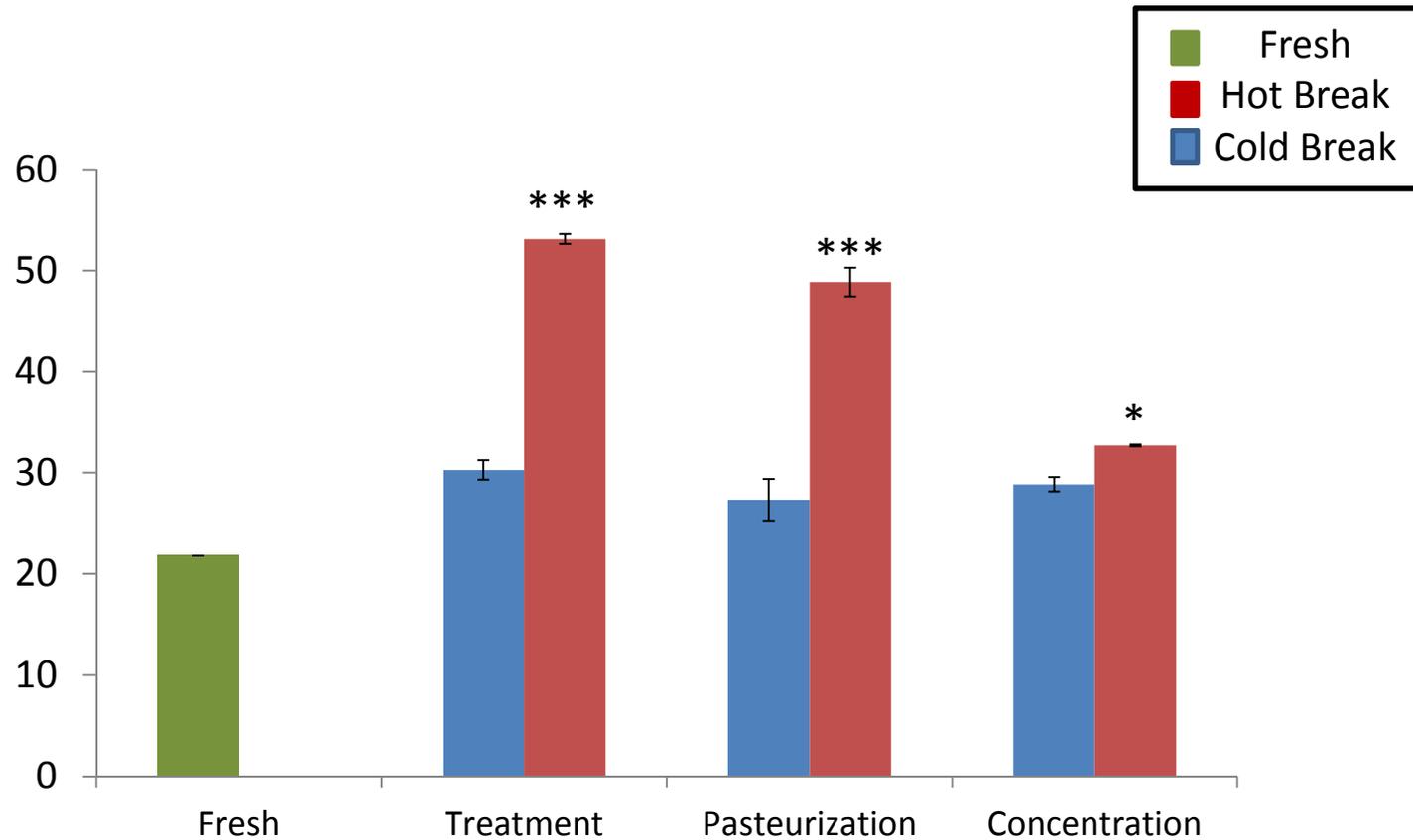


Bioaccessibilité des caroténoïdes

La proportion qui quitte la matrice alimentaire et va rejoindre la phase lipidique du bol stomacal : un model simple d'évaluation

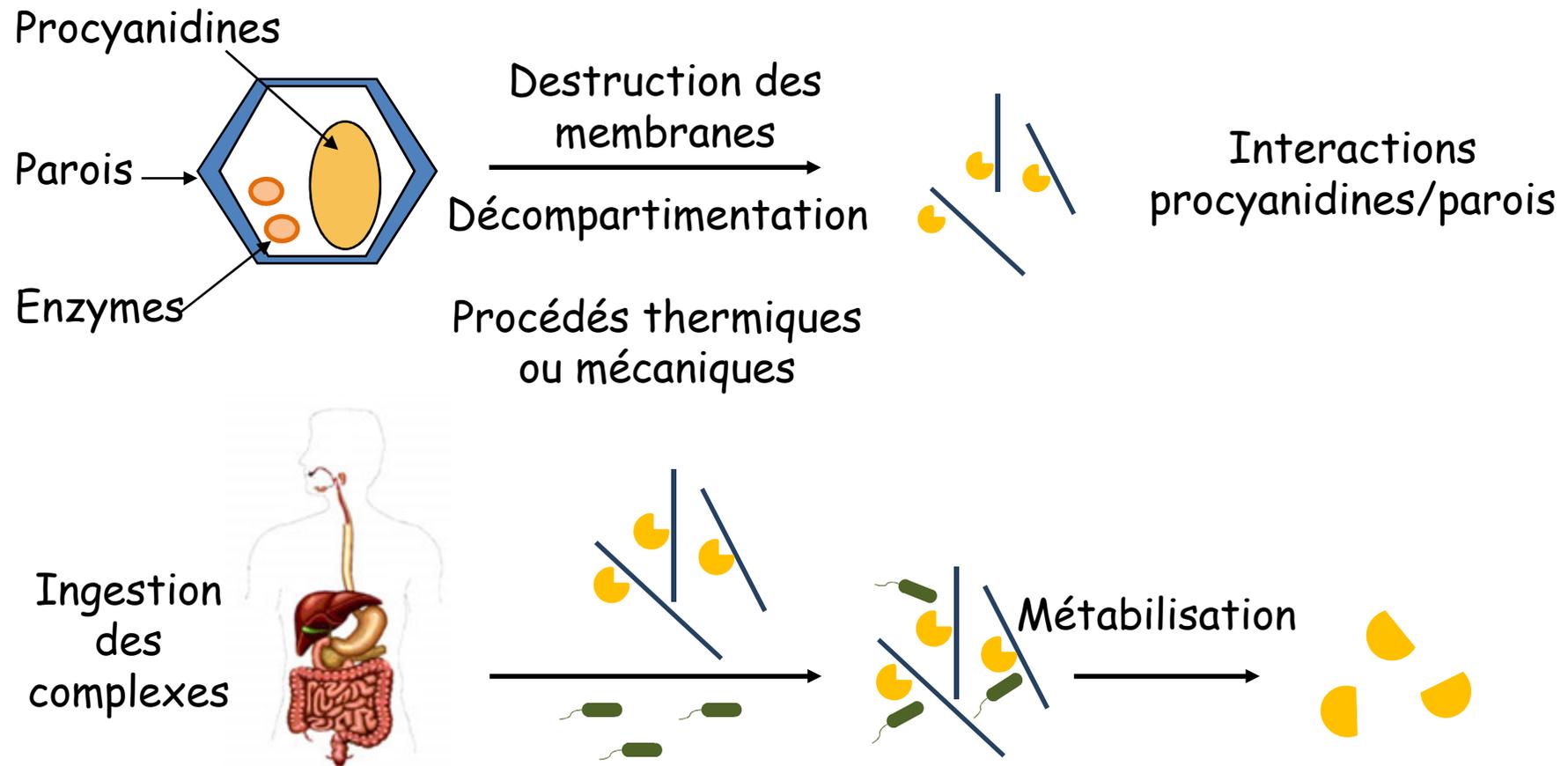


Forte influence du procédé



Cas d'un micro-constituant hydrophile :

LA bioaccessibilité des procyanidines est gérée par les interactions avec la paroi : rôle de la décompartmentation



Conclusions et Perspectives de recherches

- Vers une meilleure intégrations de matières premières de qualité: des F&L dédiés à la transformation
- Il existe de nombreux mécanismes de perte des molécules nutritionnellement actives: la dégradation thermique n'est pas la seule source
- Contenu n'est pas forcément identique à qualité : il faut tenir compte de la bioaccessibilité.
- Comprendre la **décompartmentation cellulaire** pour mieux maîtriser la **réactivité des matrices fruits**: un enjeu pour les industriels.