



Recherche de solutions pour limiter l'inconfort digestif lié à la consommation de certains légumes

Les Rencontres du végétal - 14 janvier 2013 - Angers

Gaëlle Leroy et Céline Baty-Julien
Laboratoire Qualité sensorielle & nutritionnelle
Vegenov
Penn-ar-Prat
29 250 Saint Pol de Léon
leroy@vegenov.com/baty@vegenov.com

Enjeux socio-économiques



Bretagne : 270 000 tonnes
La France est au 5^{ème} rang mondial (après la Chine, l'Inde, l'Espagne et l'Italie) (FAO 2010)



Bretagne : 40 000 tonnes
La France est au 8^{ème} rang mondial (après l'Italie, l'Egypte, l'Espagne, l'Argentine, la Chine et le Maroc) (FAO, 2010)

Freins à la consommation :

- Prix d'achat
- Manque de praticité et nécessite un savoir-faire culinaire
- Inconfort digestif

Enjeux socio-économique



- ✓ 12% des consommateurs déclarent ressentir un inconfort digestif après la consommation de légumes, selon une étude sur 674 personnes (Vegenov, 2009)
- ✓ 22% des non-consommateurs d'artichaut déclarent ne plus consommer d'artichaut pour des raisons digestives (Vegenov, 2009)

Etudes préliminaires (Vegenov 2007 and 2010) :

Après la consommation de 200g de purée d'artichaut :

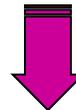
1/3 : aucun inconfort

2/3 : flatulences, ballonnements et douleurs abdominales → Léger inconfort à inconfort gênant

Après la consommation de 200g de purée de chou-fleur :

1/2 : aucun inconfort

1/2 : flatulences et ballonnements → Léger inconfort

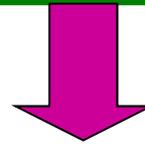


Trouver des solutions permettant de minimiser l'inconfort digestif après la consommation d'artichaut et de chou-fleur

4 étapes pour identifier une stratégie pour limiter l'inconfort digestif

Identification des composés responsables

- Recherches bibliographiques
- Mise au point de méthodes de dosage des composés responsables



Identification des principales sources de variations

- Critères agronomiques : variétés, cycle de végétation
- Critères technologiques : conservation, préparation culinaire



Limiter les inconforts digestifs

Évaluation du comportement fermentaire *in vivo*

Études sur des volontaires sains

Évaluation du comportement fermentaire *in vitro*

Incubations *in vitro* en batch avec des microbiotes humains

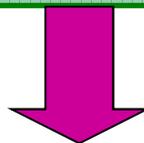


4 étapes pour identifier une stratégie pour limiter l'inconfort digestif



Identification des composés responsables

- Recherches bibliographiques
- Mise au point de méthodes de dosage des composés responsables



Caractérisation des composés responsables



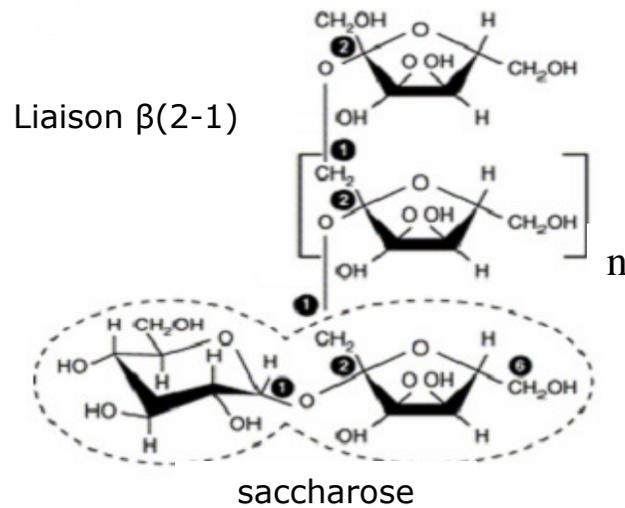
Etudes corrélant l'augmentation de l'inconfort digestif et la consommation de certains composés

Compound	Source	Daily dose	Nb of subjects & duration	Gastrointestinal modulation	Reference
Inulin	Jerusalem artichoke	10-50 g/day	8 subjects 12 hours	Increase of flatulence and abdominal bloating	Rumessen <i>et al.</i> , 1990
Inulin	Chicory and Jerusalem artichoke	7,7 g - 15,4 g/day	45 subjects 21 days	Laxative effect : frequency and stool consistency affectation	Kleessen <i>et al.</i> , 2007
Inulin	Chicory	12 g/day	66 subjects 33 days	Increase of flatulence and abdominal pain	Sairanen <i>et al.</i> , 2007
Polyphenols	Raspberries and strawberries			Inhibition of digestive enzymes	McDougall and Stewart, 2005
Cellulose	Corn tortillas, black beans, wheat pasta	5-17g/day	6 subjects 6 days	Acceleration of transit time, increase of stool weight and fecal dry matter, increase of flatulence	Rosado <i>et al.</i> , 1991
Pectin	Apple	20g/day	14 subjects 15 hours	Increase hydrogen in the expiratory air	Chinda <i>et al.</i> , 2004

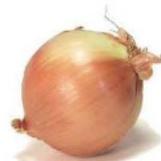


1. Identification des composés responsables

L'inuline



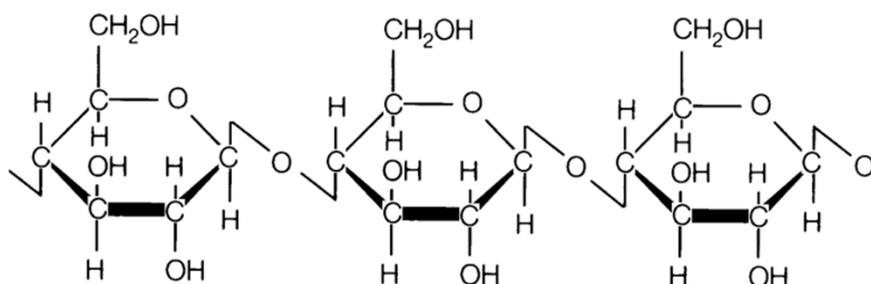
- Polymère de fructose
- Avec une unité de saccharose
- Liaisons $\beta(2-1)$ entre les molécules de fructose
- Pour l'artichaut, DP compris entre 10 et 50 unités, $DP_{\text{moyen}} = 20$ unités



Mise au point d'une méthode de dosage pour déterminer la teneur en inuline par HPLC-PAD (Pulsed Amperometric Detection)

1. Identification des composés responsables

La cellulose



- Polysaccharide de glucose
- Liaisons β(1-4) entre les molécules de D-glucose
- DP compris entre 100 et 10 000 unités

0 – 5 g /100g de MF

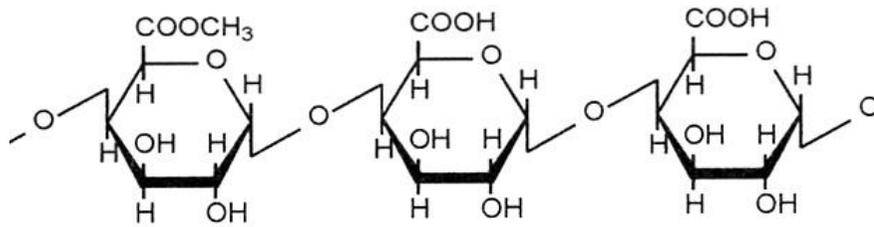
5 – 10 g/100g de MF

10 – 20 g/100g de MF



1. Identification des composés responsables

La pectine



- Polysaccharide d'acide galacturonique et de rhamnose
- Liaisons alpha(1-4) entre les molécules d'acide galacturonique

0 – 5 g/100g de MF

5 – 10 g/100g de MF

10 – 20 g/100g de MF



Mise au point d'une méthode de dosage pour déterminer les teneurs en cellulose et en pectine

1. Identification des composés responsables

4 étapes pour identifier une stratégie pour limiter l'inconfort digestif



Identification des composés responsables

- Recherches bibliographiques
- Mise au point de méthodes de dosage des composés responsables

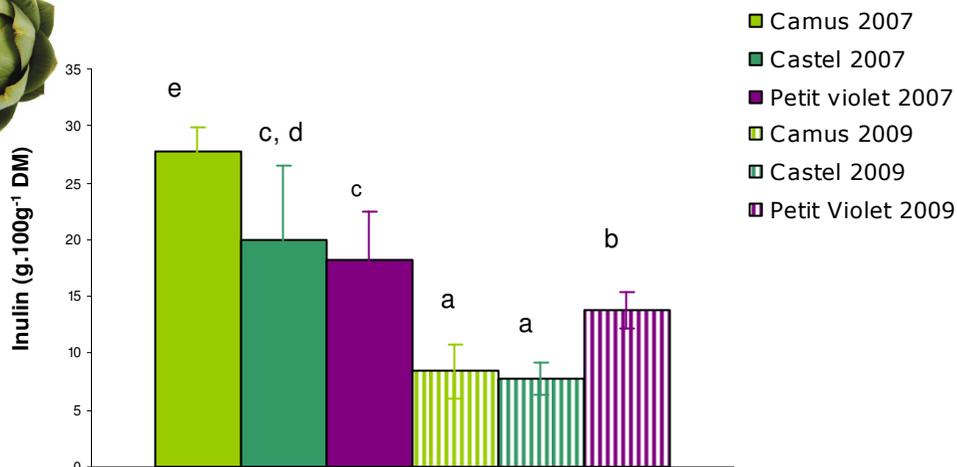


Identification des principales sources de variations

- Critères agronomiques : variétés, cycle de végétation
- Critères technologiques : conservation, préparation culinaire



Critères agronomiques (variétés, cycle de végétation)



La teneur en inuline est plus importante dans les artichauts récoltés en 2007 (année pluvieuse) que dans ceux récoltés en 2009 (année ensoleillée)



Pour le chou-fleur, la teneur en fibre varie de plus ou moins 20% pour les cinq principales variétés récoltées en Bretagne

L'effet variétal est moins important que d'autres facteurs comme le climat ou la date de récolte

2. Identification des principales sources de variations

Influence de la conservation (1/3)



Ambiance magasin
18°C, 80% HR



18° C



Chambre froide
4°C, 60% HR

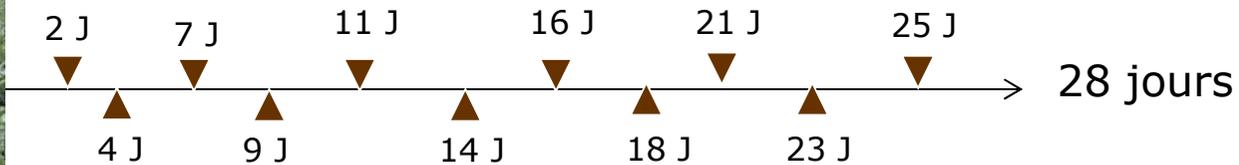


4° C



4° C film

J 0



Cinétique

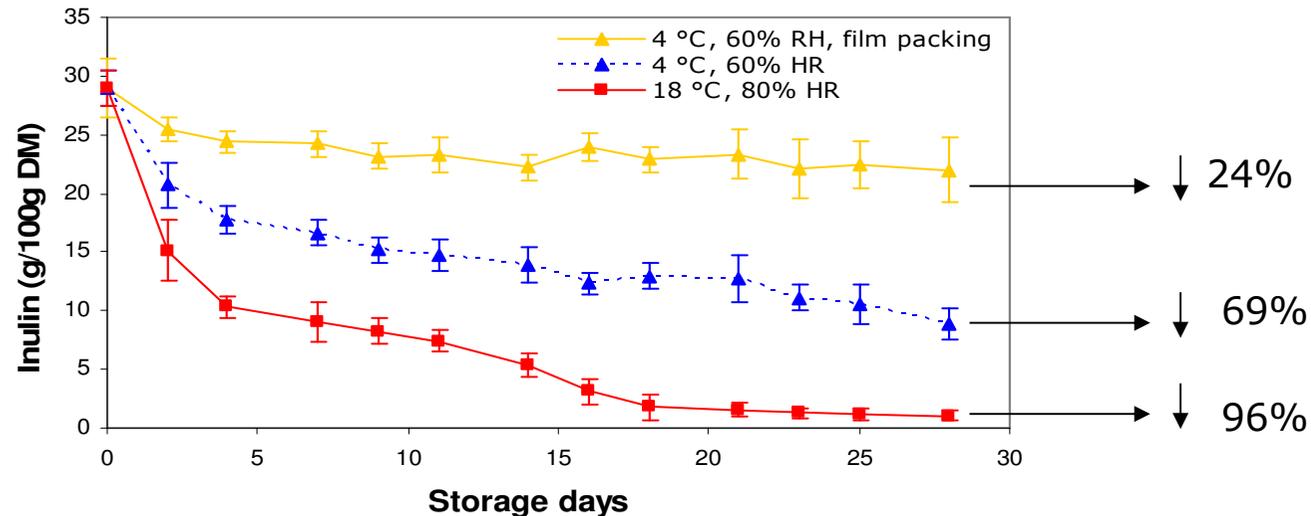
Teneur en inuline

Teneur en cellulose et en pectine

2. Identification des principales sources de variations

Influence de la conservation (2/3)

Evolution de la teneur en inuline dans l'artichaut selon différentes conditions de conservation (température, film plastique) pendant 28 jours

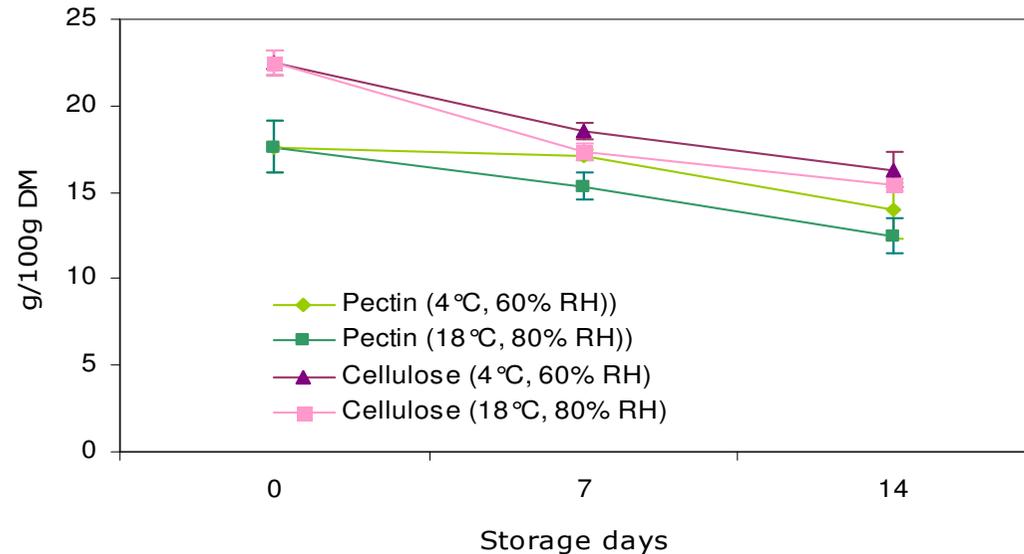


- ✓ A 18°C la diminution est plus importante qu'à 4°C
- ✓ Le film plastique permet de ralentir la diminution de la teneur en inuline
- ✓ La teneur en inuline de l'artichaut est influencée par la température et la méthode de conservation en raison d'une dépolymérisation de l'inuline

2. Identification des principales sources de variations

Influence de la conservation (3/3)

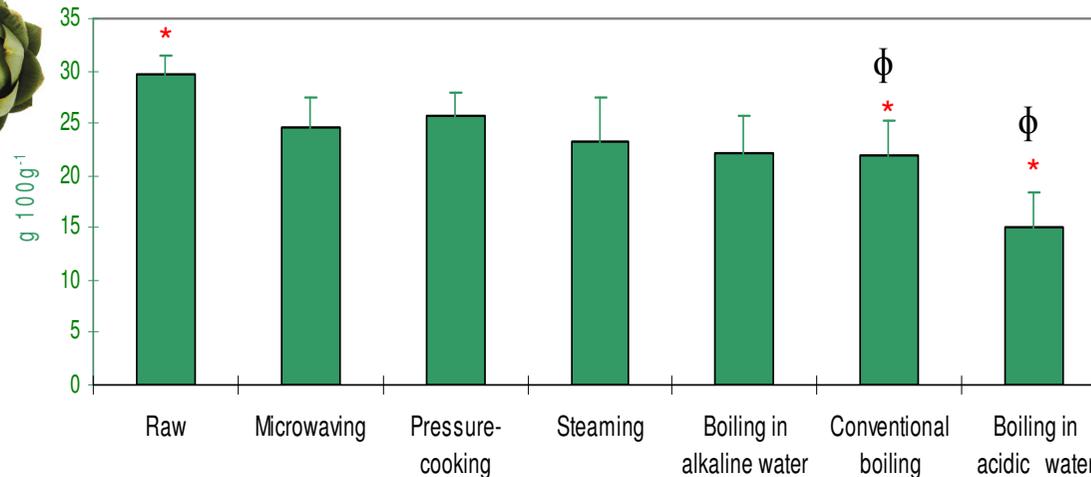
Evolution de la teneur en pectine et en cellulose dans le chou-fleur selon différentes conditions de conservation (température) pendant 14 jours



- ✓ A 4°C, après 14 jours de conservation :
 - la teneur en pectine diminue de 21%
 - la teneur en cellulose diminue de 28%
- ✓ Les teneurs en pectine et en cellulose dans le chou-fleur sont influencées par la température de conservation

2. Identification des principales sources de variations

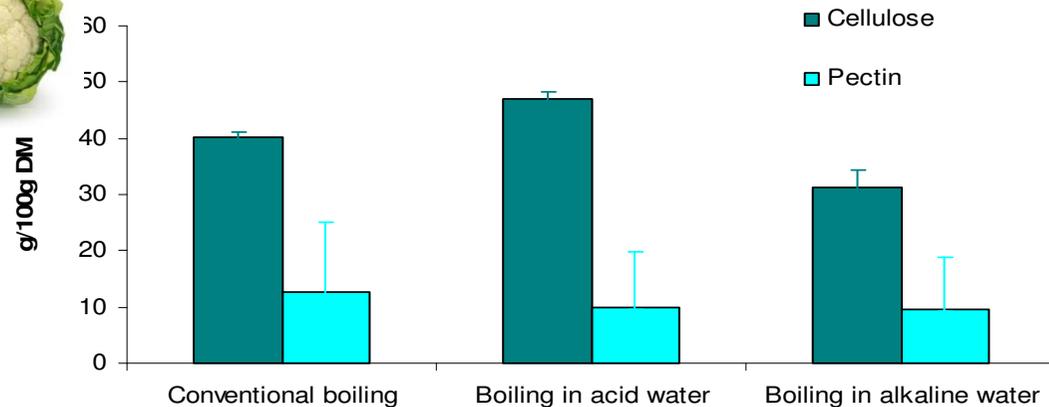
Influence de la préparation culinaire



➤ Les diminutions les plus importantes :

1/ à l'ébullition neutre (-26%)

2/ à l'ébullition acide (-49%)



➤ L'utilisation d'eau alcaline permet de réduire les teneurs en cellulose de 22% et en pectine de 21% comparée à une ébullition neutre

➤ Trois facteurs peuvent contribuer à diminuer les teneurs des composés responsables :

1/ la durée du traitement thermique

2/ le pH

3/ le lessivage

2. Identification des principales sources de variations

Principales variations des teneurs en composés responsables de l'inconfort digestif



- ✓ Etude de l'effet des critères agronomiques et technologiques sur les teneurs des composés responsables (inuline, pectine et cellulose).
- ✓ Les critères technologiques sont plus faciles à maîtriser que les critères agronomiques.
- ✓ La conservation et la préparation culinaire entraînent une diminution significative des teneurs des composés étudiés par rapport aux légumes frais et crus.

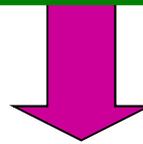


4 étapes pour identifier une stratégie pour limiter l'inconfort digestif



Identification des composés responsables

- Recherches bibliographiques
- Mise au point de méthodes de dosage des composés responsables



Identification des principales sources de variations

- Critères agronomiques : variétés, cycle de végétation
- Critères technologiques : conservation, préparation culinaire



Évaluation du comportement fermentaire *in vitro*

Incubations *in vitro* en batch avec des microbiotes humains



Evaluation du comportement fermentaire *in vitro*



➤ La fermentation *in vitro* permet de déterminer les échantillons qui produisent moins de gaz et donc d'identifier des solutions pour limiter l'inconfort digestif

- Milieu de culture
(Bourquin *et al.*, 1993)
- Suspension bactérienne
- Solution substrat à 6 %

Incubation
37°C, 20h



Chromatographie gazeuse



Comparaison avec l'artichaut frais et cru :

- Fond d'artichaut **cuit en milieu acide** (pH 4) : diminution de **40%** de la production d'hydrogène
- Fond d'artichaut **conservé** (7 jours à 18°C, 80% HR) : diminution de **56%** de la production d'hydrogène

**Confirmation de l'efficacité des modalités testées
(conservation et cuisson en milieu acide)**

Collaboration avec l'INRA de Clermont-Ferrand-Theix, unité de Microbiologie, équipe Écosystèmes digestifs

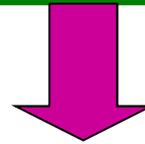
3 Evaluation du comportement fermentaire *in vitro*

4 étapes pour identifier une stratégie pour limiter l'inconfort digestif



Identification des composés responsables

- Recherches bibliographiques
- Mise au point de méthodes de dosage des composés responsables



Identification des principales sources de variations

- Critères agronomiques : variétés, cycle de végétation
- Critères technologiques : conservation, préparation culinaire



Évaluation du comportement fermentaire *in vivo*

Études sur des volontaires sains

Évaluation du comportement fermentaire *in vitro*

Incubations *in vitro* en batch avec des microbiotes humains



Méthode d'évaluation de l'inconfort digestif *in vivo*



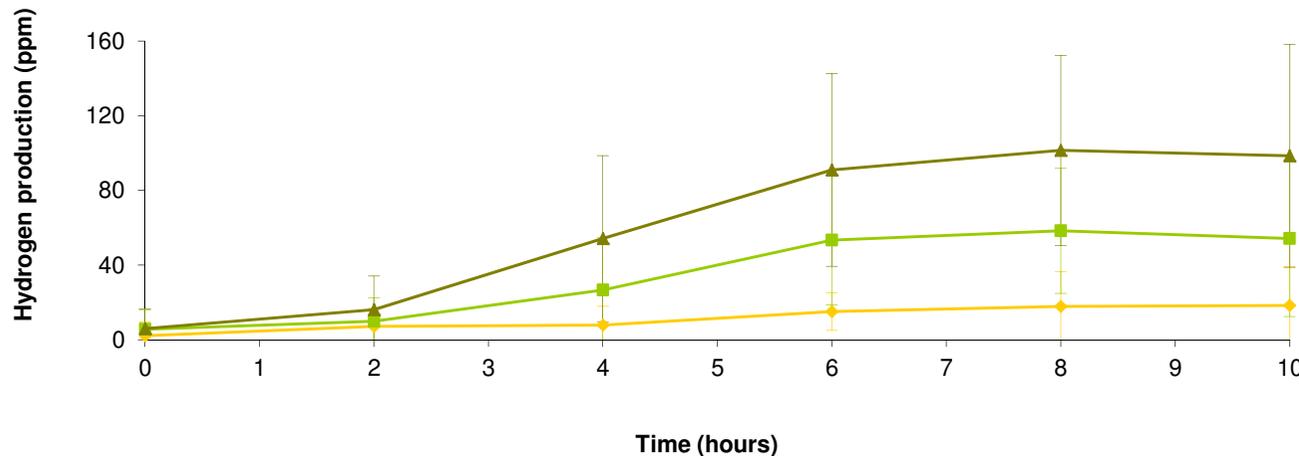
Etude sur trois semaines consécutives
36 volontaires sains



Trois produits :

- Pomme de terre (un peu d'amidon résistant)
- Artichaut (5,3 g inuline /100 g de MF)
- Topinambour (11,8 g inuline / 100 g de MF)

—◆— Potato —■— Artichoke —▲— Jerusalem artichoke



➤ La production totale d'hydrogène expiré augmente avec les teneurs en pectine et en cellulose consommées

L'excrétion d'hydrogène est un bon marqueur de la quantité de fibre consommée

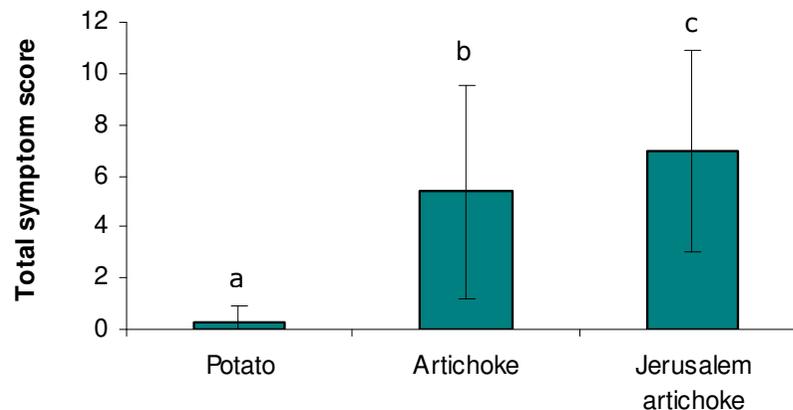
4. Evaluation du comportement fermentaire *in vivo*

Méthode d'évaluation de l'inconfort digestif *in vivo*



Mesure de l'inconfort digestif (à l'aide d'un cahier d'observations journalier) :

- Note de 0 à 3 en fonction de l'intensité (0: nulle, 1: faible, 2: moyenne, 3: forte)
- Les symptômes enregistrés : flatulence, ballonnement, douleur abdominale, borborygmes et émissions de selles fréquentes



➤ L'intensité des symptômes est positivement corrélée à la teneur en inuline



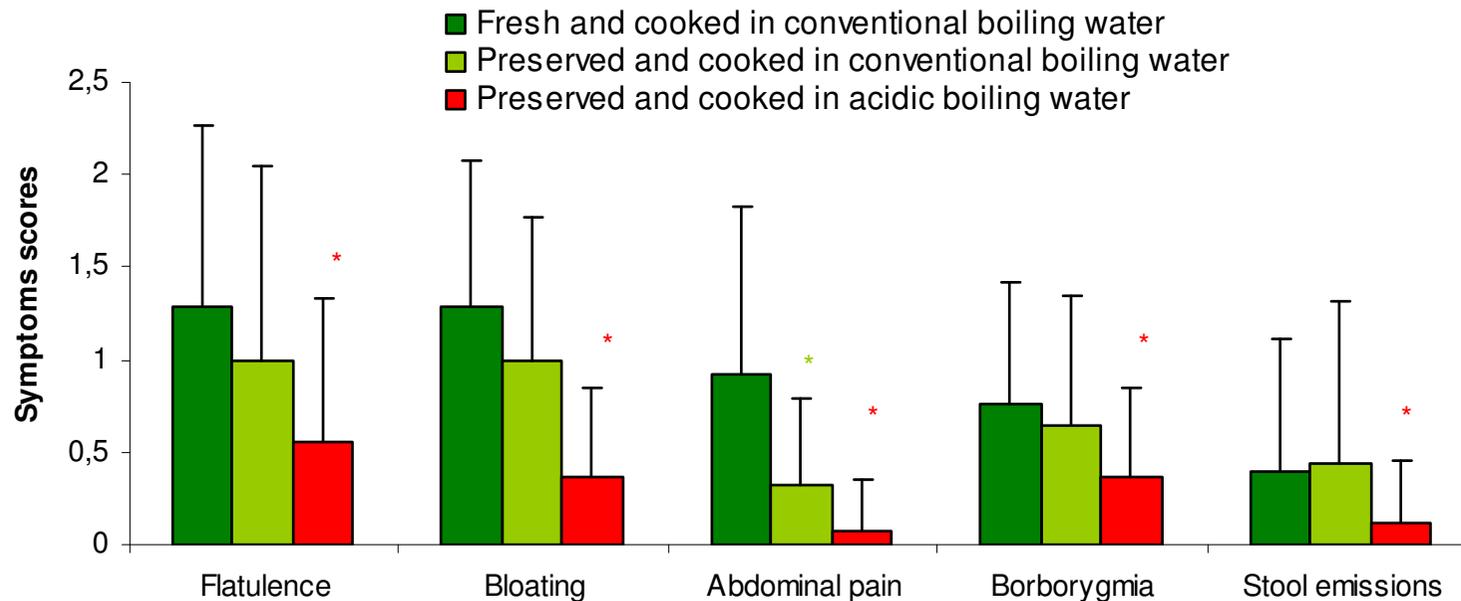
➤ L'intensité des symptômes est positivement corrélée à la teneur en pectine et en cellulose

4. Evaluation du comportement fermentaire *in vivo*

Validation *in vivo* des observations faites *in vitro*



Objectif : valider *in vivo* les observations faites lors de la fermentation *in vitro*, s'agissant de la conservation et de la préparation culinaire

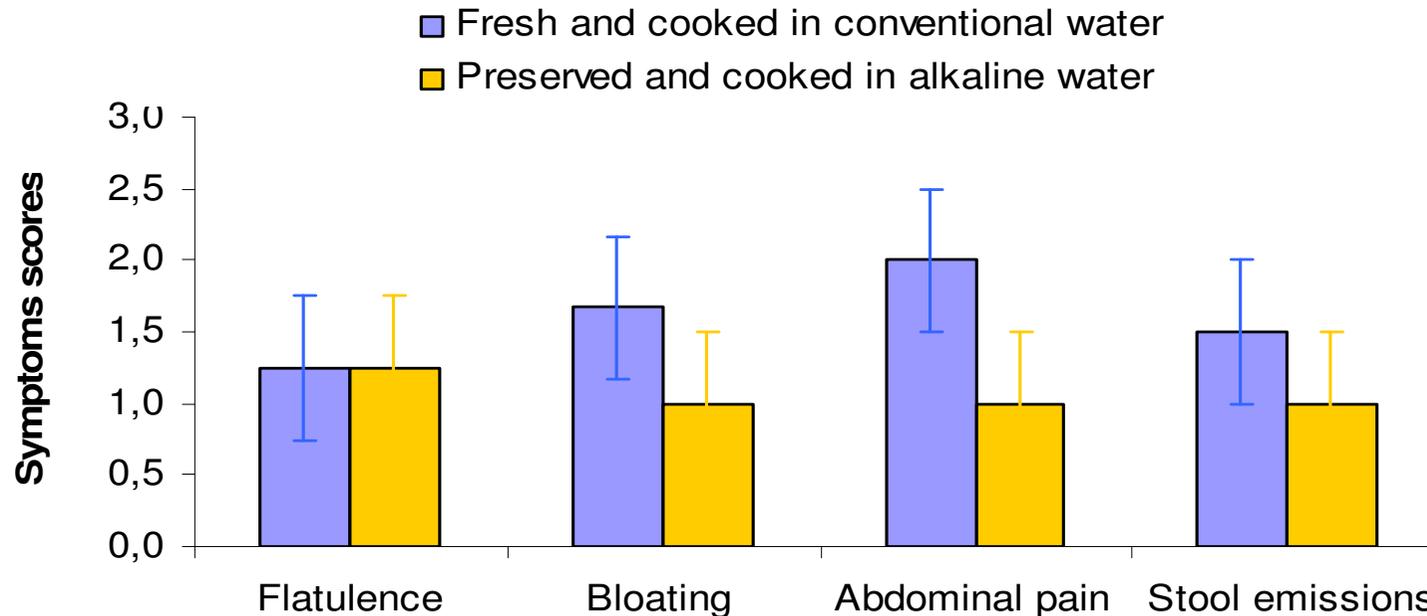


- La conservation diminue l'intensité des douleurs abdominales
- La cuisson en milieu acide des artichauts conservés diminue l'intensité de tous les symptômes d'inconfort digestif

L'artichaut conservé 7 jours à 18°C et cuit à l'ébullition acide diminue considérablement l'inconfort digestif

4. Evaluation du comportement fermentaire *in vivo*

Validation *in vivo* des observations faites *in vitro*



- La conservation et la cuisson en milieu basique diminue l'intensité des ballonnements, des douleurs abdominales et de l'émission de selles

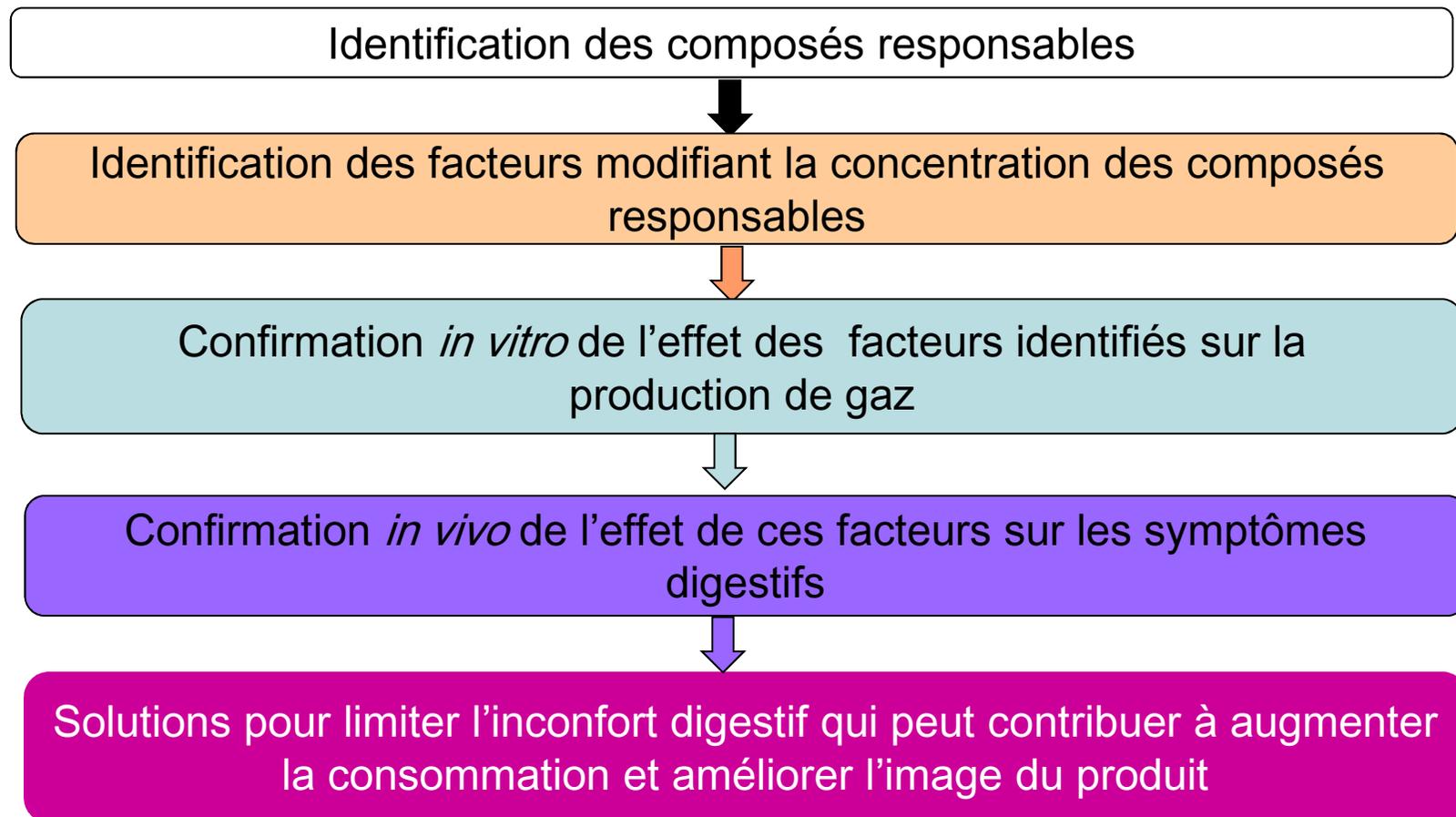
Le chou-fleur conservé (6 jours à 4°C et 1 jour à 16°C) et cuit à l'ébullition basique diminue considérablement l'inconfort digestif

4. Evaluation du comportement fermentaire *in vivo*

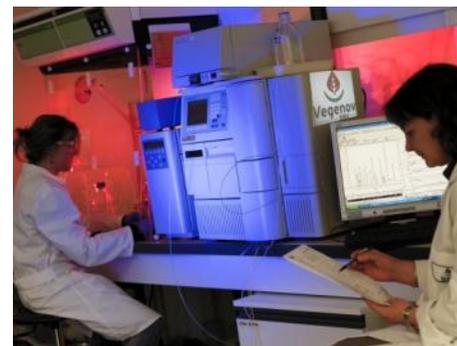
Conclusion



- Pour certains consommateurs sensibles, l'inconfort digestif devient un frein important à la consommation
- Appliquée avec succès au cas de l'artichaut et du chou-fleur, la méthodologie présentée peut être utilisée pour tous types de fruits et légumes.



Remerciements



Laboratoire Qualité
sensorielle & nutritionnelle





Le végétal sur mesure

