

Fiche 19

La couleur des haricots verts et cuisson

Objectif :

Valider ou réfuter des « précisions culinaires »* permettant de "conserver une belle couleur verte" lors la cuisson des haricots verts frais (gousses immatures de *Phaseolus vulgaris* L.)

* « précision culinaire » :

Trucs, astuces, tours de main, proverbes, adages, maximes, dictons désignent les « précisions culinaires», par opposition aux «définitions» qui sont données dans les recettes.

Problématiques :

Dans les recettes traditionnelles on trouve entre autres ces précisions au sujet de la cuisson des haricots verts :

- dans de l'eau salée
- dans un grand volume d'eau
- en ajoutant du bicarbonate de soude (hydrogénocarbonate de sodium)
- cuisson à découvert
- dans un récipient en cuivre non étamé

Ces conditions sont-elles efficaces dans l'objectif proposé ? Peut-on appliquer nos connaissances scientifiques pour expliquer ces observations.

Productions attendues : présentation illustrée pour un document (ppt, livre, article...) du type « ne cuisinons pas sans comprendre »

Supports à disposition (matériels, produits, documents, ressources)	Capacités mises en œuvre « J'apprends à : »	Critères de réussite « j'aurais réussi si : »	Autoévaluation		
			items	oui	non
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verrerie jaugée ➤ Document-élève (recettes de cuisine, protocoles, extrait de thèse d'un chercheur INRA, spectres d'absorption atomiques réalisés à l'INRA (séance 2) etc...) ➤ Dispositif et produits pour extraction (séance 1) ➤ Dispositif et produits pour CCM (TP1) ➤ Plaque chauffante & Montage à reflux (séance 2) ➤ Balance ➤ Eau de Volvic, haricots verts frais, hydrogénocarbonate de 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suivre un protocole ➤ Manipuler avec rigueur ➤ Proposer et tenter des démarches expérimentales. ➤ Mettre en évidence l'influence de différents facteurs sur le phénomène étudié. ➤ Exploiter un document ➤ Mettre en scène le résultat pour le photographier 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Je sais appliquer un protocole d'extraction, de chromatographie et de titrage. ➤ Je sais proposer un protocole ➤ J'ai réalisé de belles photographies ➤ Je sais répondre au problème posé ➤ Je sais utiliser des fonctionnalités du logiciel ➤ Je sais publier un document numérique (photo) sur un espace 	<p>Je sais effectuer une extraction</p> <p>Je sais réaliser une chromatographie et l'interpréter.</p> <p>Je sais réaliser un titrage d'après un protocole donné</p> <p>Je sais interpréter des résultats différents en fonction des facteurs d'influence.</p> <p>Je sais interpréter un spectre dans le domaine de lumière visible.</p>		

sodium. ➤ Dispositif et indicateur de titrage des ions magnésium par l'EDTA (TP2) ➤ Spectrophotomètre visible et cuves. (TP2) ➤ Appareil photo ➤ Ordinateur et logiciels de bureau (présentation, texte...)	➤ Utiliser l'appareil photo numérique ➤ Créer et insérer des images sur une page traitement de texte	approprié			
--	---	-----------	--	--	--

Séquences proposées :

Séance 1 : Les « chlorophylles » et d'autres pigments, extraction et mise en évidence par CCM .

Séances 2: Cuisson des HV dans une eau peu minéralisée (par ex Volvic),

Evolution de la couleur lors de la cuisson,

Présence de l'ion magnésium dans la structure des chlorophylles

Approche d'une explication théorique (thèse de Juan Valverde),

Mise en évidence expérimentale des ions magnésium dans l'eau de cuisson (EDTA).

Séance 3 Mise en œuvre d'une « précision culinaire » : Cuissons en parallèle (à reflux) avec et sans ajout d'ions hydrogénocarbonate.

Titrage comparatif des ions magnésium dans les deux eaux de cuisson.

Validation ou non de l'explication proposée et justification de la recette de cuisson.

Séance 4 : Travail personnel expérimental en autonomie en vue de valider ou non d'autres « précisions culinaires »

Séance 1 : Extraction des pigments verts et chromatographie

Montrer que la couleur des haricots verts est liée à l'existence des chlorophylles dans les cellules.

Recherche chromatographique des chlorophylles

1. Extraction des pigments



Solution de pigments dans l'acétone

Ecraser



Décanter

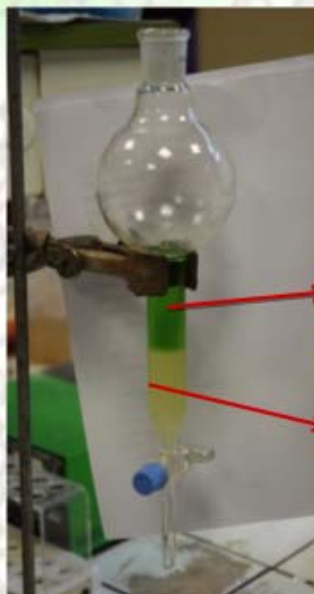


L FORT, MC FEORE groupe INRA
de gastronomie moléculaire, AgroParisTech

Recherche chromatographique des chlorophylles

2. Séparation des pigments pour CCM

Chromatographie



Phase verte dans cyclohexane

Phase jaune dans acétone



Rhéophytine
Chlorophylle a
Chlorophylle b
Lutéine

L FORT, MC FEORE groupe INRA

Séance 2 : Cuisson des haricots verts dans une eau peu minéralisée

Peser les haricots, mesurer le volume d'eau (adapté au récipient choisi), garder quelques haricots crus en témoin.

Porter à ébullition pendant 30 minutes (noter la durée avec précision)

Observer les couleurs, proposer une interprétation à cette observation ?

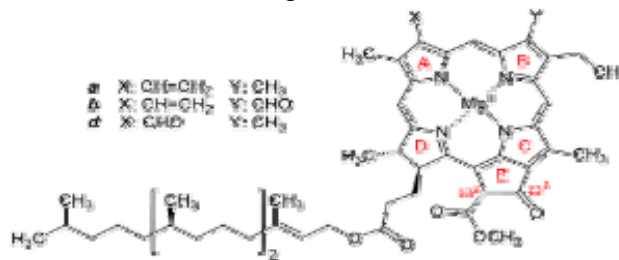


Haricots verts témoin

Que se passe-t-il à la cuisson des haricots verts dans l'eau ?

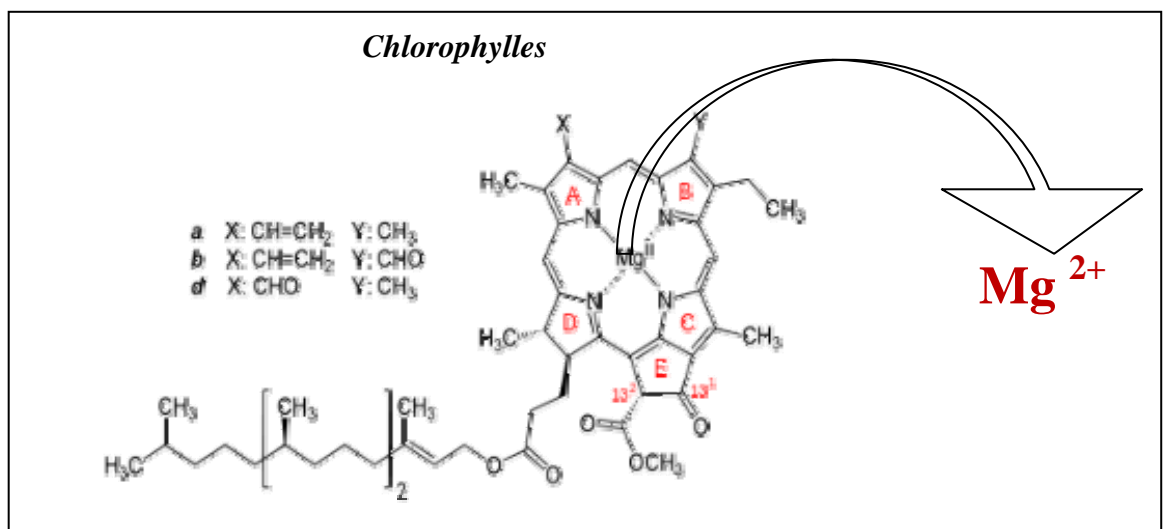
d'après la thèse de Juan Valverde (5 octobre 2008 AgroParisTech Inra)

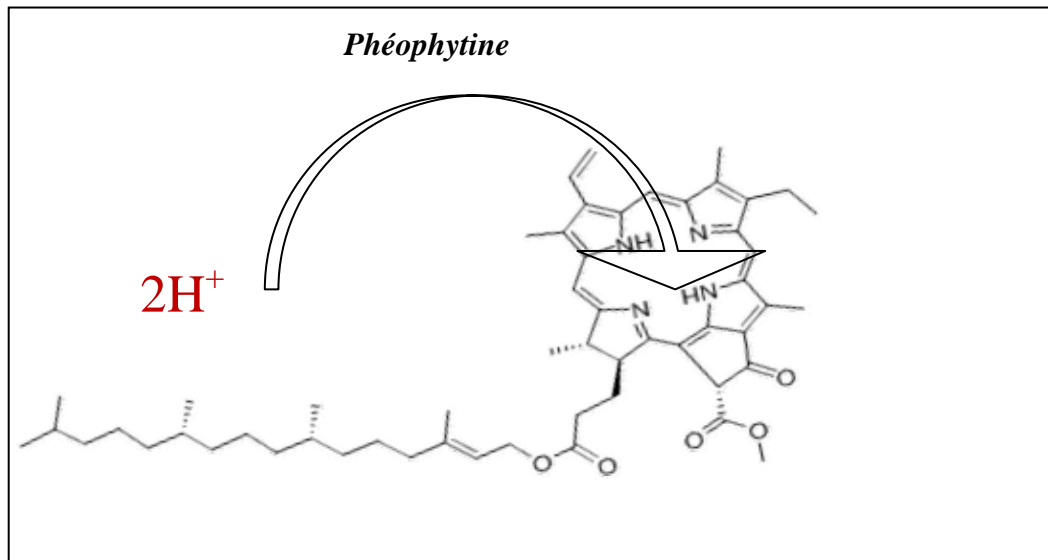
chlorophylles



« Quand on chauffe un légume vert, certaines de ces cellules éclatent libérant des acides organiques : les ions H^+ de ces acides réagissent avec les molécules de chlorophylle, ils prennent la place de l'ion magnésium [...] On obtient de nouvelles molécules : les phéophytines [...] Au lieu d'absorber tous les rayonnements lumineux sauf le « vert », les phéophytines réfléchissent de nombreuses longueurs d'onde. On observe une couleur plus brune »

documents 1&2





Comment confirmer l'hypothèse émise par J.Valverde ?

❖ **Recherche et quantification des ions magnésium libérés dans l'eau de cuisson**

Approche **expérimentale** : titrage des ions magnésium dans l'eau de cuisson.

Voir annexe 1

❖ **Prolongement : Mise en évidence de l'influence du temps de cuisson**

- soit refaire l'expérience en doublant, puis en triplant le temps de cuisson (il faut une séance entière)
- soit exploiter des documents (annexe 2) résultant d'une étude mettant en œuvre la technique de spectrométrie d'absorption atomique (avec flamme)

Séance 3 : Mise en œuvre d'une « précision culinaire » : ajout de bicarbonate de soude en début de cuisson.

Cuissons en parallèle (à reflux) avec et sans ajout d'ions hydrogénocarbonate (mêmes masses, mêmes volumes d'eau, mêmes durées)



- Titrage des ions magnésium dans chacune des eaux de cuisson
- Comment justifier cette différence qualitative (couleur) et quantitative ?
- Quel est le rôle du bicarbonate ? *Piste de réflexion : l'hydrogénocarbonate est une espèce basique*
- La « précision culinaire » est-elle justifiée ?

PROLONGEMENT

Travail personnel expérimental en autonomie en vue de valider ou non les autres « précisions culinaires »

Dans les recettes traditionnelles on trouve les précisions suivantes à propos de la cuisson des haricots verts :

- dans de l'eau salée
- dans un grand volume d'eau
- cuisson à découvert
- dans un récipient en cuivre non récemment étamé
- à la vapeur
- « rafraîchir » ou pas
-

Mise en place un protocole qualitatif et quantitatif en vue de tester une de ces « précisions culinaires »

-Expérience témoin : cuisson d'une masse donnée de HV dans un volume donné d'eau pendant un temps donné dans des conditions reproductibles (reflux conseillé)

- Mise en évidence de l'influence du facteur choisi par comparaison avec expérience témoin

- Qualitativement : observation de la couleur
- Quantitativement :

-Test triangulaire * (* On présente successivement à des personnes- voir tables pour le degré de significativité-, dans des conditions identiques, trois échantillons anonymes prélevés dans deux lots ; les échantillons sont repérés par des codes, dont deux échantillons sont identiques, et l'on demande- choix forcé- de reconnaître les deux échantillons identiques).

- utilisation d'un logiciel de mesure de couleur sur une photo

- quantification des ions magnésium dans l'eau de cuisson, comparaison avec les résultats du témoin.

- Conclusion, présentation de la démarche (poster, ppt ...)

ANNEXES

ANNEXE 1

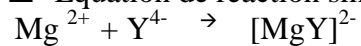
TITRAGE DES IONS MAGNESIUM DANS L'EAU DE CUISSON.

Dispositif :



Titration complexométrique à pH = 10

Équation de réaction simplifiée en l'absence d'ions calcium Ca^{2+} (eau ultrapure –milliQ)



Equivalence repérée par le changement de couleur du NET

$$C_{\text{Mg}^{2+}} \cdot V_{\text{Mg}^{2+}} = C_{\text{Y}^{4-}} \cdot V_{\text{EY}^{4-}}$$

RESULTATS DES TITRAGES

Remarque : les expériences sont réalisées avec des haricots verts fins, mais pas tous identiques, de sorte qu'il peut y avoir des différences de concentrations.

1° série de mesures : INFLUENCE DE LA DUREE DE CUISSON (Séance 2)

Durée de cuisson	30 minutes	60 minutes
Concentration (mmol/L) d'ions magnésium dans eau milliQ de cuisson	1,54	2,30

Synthèse des observations :

- l'eau de cuisson des haricots verts contient des ions magnésium Mg^{2+}
- la concentration en ions magnésium augmente avec le temps de cuisson


Interprétation

- voir fiche Séance 2

2° série de mesures : MISE EN ŒUVRE D'UNE « PRECISION CULINAIRE » : AJOUT DE BICARBONATE DE SOUDE EN DEBUT DE CUISSON. (Séance 3)

Résultats des titrages		
Durée de cuisson	30 minutes Essai 1	30minutes Essai 2
Concentration		
ions magnésium et ions calcium , eau de cuisson Volvic(<u>mmol</u> /L)	2,20	2,28
ions magnésium et ions calcium , eau de cuisson Volvic et hydrogénocarbonate de sodium (<u>mmol</u> /L)	1,57	1,57

Concentration ions calcium et magnésium dans eau de Volvic (mmol/L) = 1,0



Synthèse des observations :

Pour une durée de cuisson donnée, l'ajout de bicarbonate de soude diminue la concentration en ions magnésium de l'eau de cuisson.

Interprétation :

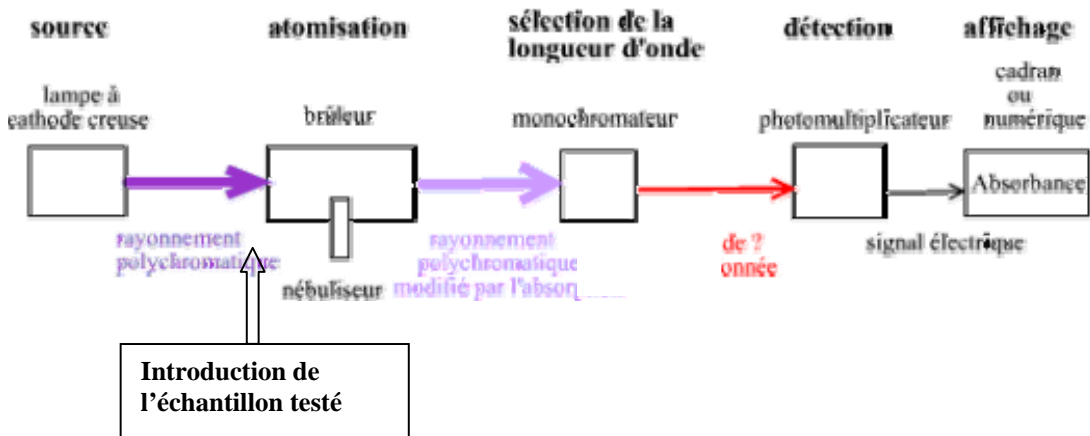
Si on ajoute du bicarbonate de soude, les ions H^+ des acides libérés réagissent avec les ions basiques HCO_3^- nommé ion hydrogénocarbonate; l'ion magnésium reste à sa place, ce qui explique que la couleur verte est mieux conservée.

ANNEXE 2 : ETUDE METTANT EN ŒUVRE LA TECHNIQUE DE SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE (AVEC FLAMME) POUR VERIFIER LA PRESENCE DE L'ELEMENT MAGNESIUM DANS L'EAU DE CUISSON.
(prolongement possible de la séance 2)

Le spectromètre d'absorption atomique



Principe de l'appareil



<https://moodle.insa-rouen.fr/mod/resource/view.php?id=291>

- Une lumière néon, dont on connaît le spectre, traverse tout l'appareil,
- On injecte dans la flamme la solution à étudier. Celle-ci se vaporise, les atomes absorbent de l'énergie, il ressort une lumière monoénergétique spécifique des atomes présents dont l'intensité est proportionnelle à leur quantité.
- Un dispositif électronique permet de visualiser l'intensité de pics d'absorption sélectionnés ; un étalonnage de l'appareil pour l'élément suivi est nécessaire.

RESULTATS POUR L'ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA DUREE DE CUISSON SUR LA CONCENTRATION EN IONS MAGNESIUM PRESENTS DANS LES EAUX DE CUISSON (Séance 2)

Réponse du spectromètre d'absorption

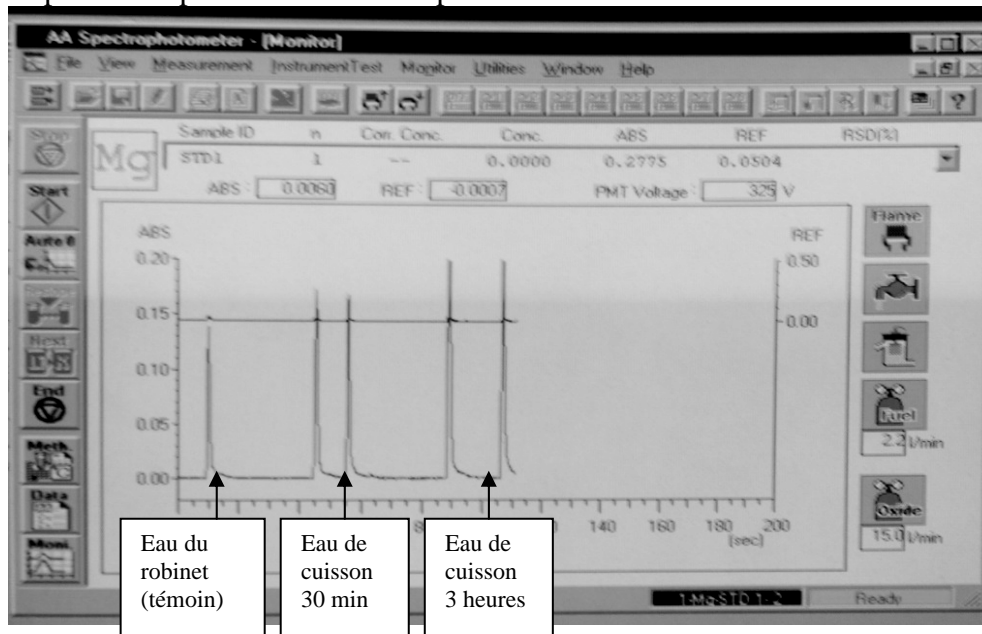
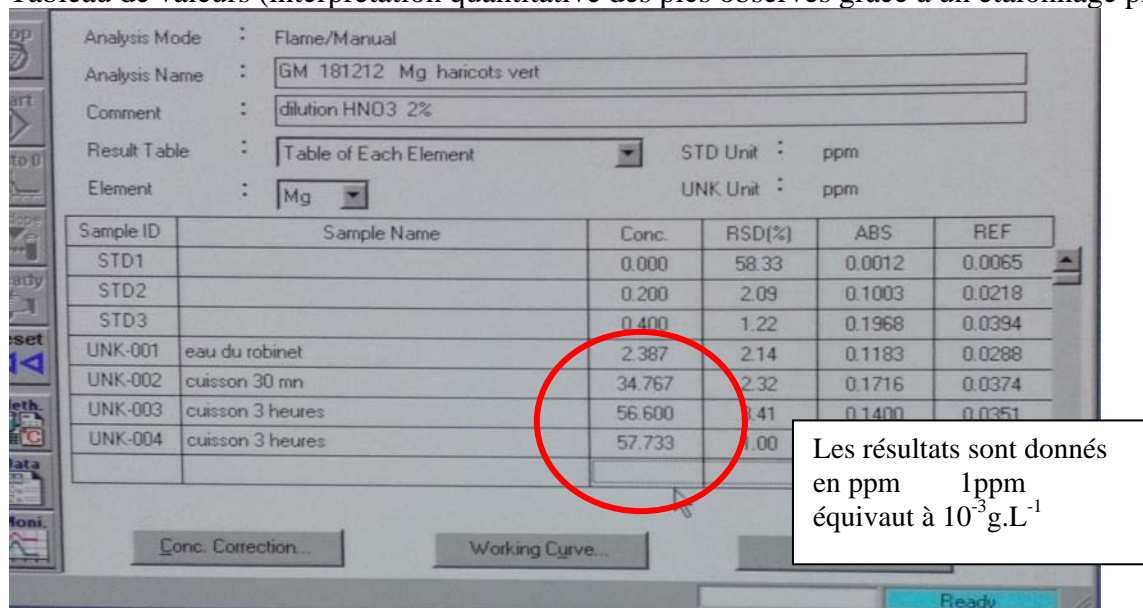


Tableau de valeurs (interprétation quantitative des pics observés grâce à un étalonnage préalable):



Durée de cuisson	30 minutes	180 minutes
Concentration (mg/L) en ions magnésium	34,8	57
Concentration (mmol/L) en ions magnésium	1,45	2,4

Exploitation :

Comparaison des résultats obtenus par titrage (annexe 1) et par spectrométrie (annexe2)