

La cuisine moléculaire



Projet scientifique

Ecole Georges Dagneaux, CM2

Élèves de l'IMED, intégrés dans la classe de CM2

Avec la participation de Jean Matricon

Atelier amidon

- La farine est un mélange de différents types d'amidon et d'une protéine, le gluten. Les amidons sont des longues molécules contenant plusieurs centaines d'unités « glucose » enchaînées entre elles. La liaison d'une sauce à la farine repose sur l'aptitude des longues molécules d'amidon à sortir, sous l'effet de l'eau et de la chaleur, des grains qui les enferment normalement. Libres de s'étirer, elles s'enchevêtrent les unes dans les autres, se lient entre elles et forment un réseau qui emprisonne les molécules d'eau. Le milieu épaisse et devient presque solide.

Fiche technique

- Farine de blé ou fécula
- Lait
- Beurre
- casserole et réchaud
- thermomètre
- Mélanger à froid 20g de farine (fécula) avec 200 ml de lait qu'on ajoute peu à peu. Chauffer très doucement en agitant et en mesurant la température. Ajouter 10g de beurre. Observer la texture et la consistance au cours du chauffage.

Fiche technique 2

- Faire fondre 10g de beurre et incorporer 20g de farine. Chauffer en tournant jusqu'à ce que l'ensemble devienne d'un roux assez brun. Laisser un peu refroidir puis incorporer progressivement 200 ml de lait en chauffant et remuant.

Amidon : préparation



Amidon : préparation 2



Amidon : résultat



Conclusion

- Comparer la consistance des deux préparations. Lors du chauffage dans le beurre, les longues molécules d'amidon se cassent en partie et les résidus ont moins d'aptitude à s'accrocher ensemble. Le produit alors est plus fluide que la liaison sans roux.

Atelier « bouillon de viande »

- Un morceau de viande contient en moyenne 60 à 70% d'eau. Lorsqu'on le plonge dans l'eau bouillante, on casse les parois cellulaires et une partie du contenu des cellules passe dans la casserole. Cela se fait à partir de la surface de la viande qui est en contact avec l'eau, puis, progressivement, toute la masse de viande finit par rejeter son contenu, ce qui prend un certain temps, d'autant plus grand que le morceau de viande est gros.. Le bouillon ainsi récupéré dans la casserole contient toutes sortes de molécules aromatiques et peut servir en cuisine

Préparation d'un bouillon

- 250g de viande de bœuf
- une casserole contenant 1l d'eau maintenue à l'ébullition
- une balance
- un minuteur
- Couper la viande en 4 cubes égaux, peser les morceaux, mettre dans l'eau bouillante. Toutes les 10 minutes pendant une heure, retirer les morceaux, les sécher et les peser, puis les remettre dans l'eau.
- Recommencer l'expérience en coupant la même quantité de viande en 10 lamelles.

Préparation de la viande



Cuisson de la viande



Pesage ...

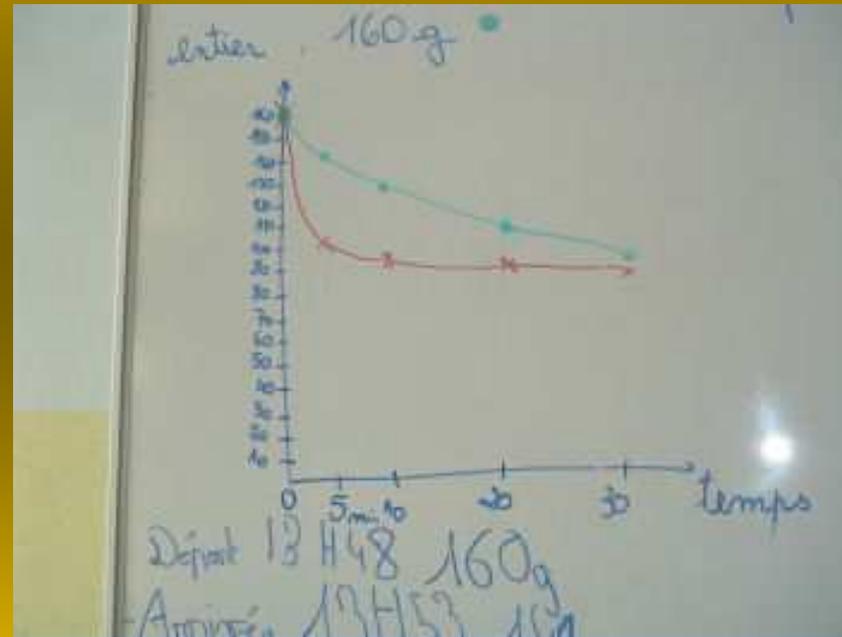
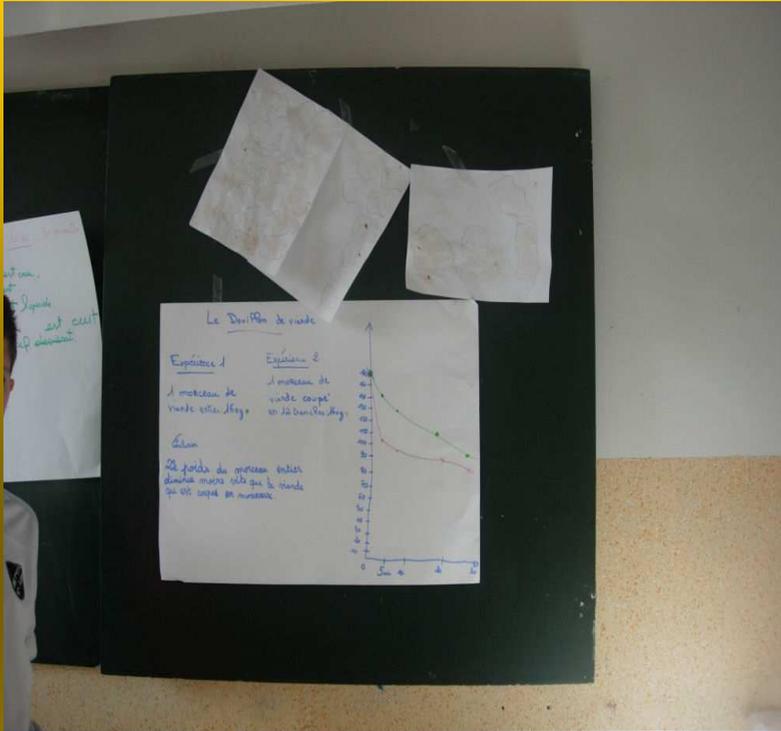


Un peu de mathématique



Comparer pour les deux découpes
la façon dont la viande a perdu du
poids en fonction du temps ...





Atelier confitures

- La prise d'une confiture résulte d'un processus complexe où l'acteur principal est la pectine, polymère de la famille des hydrates de carbone, comme l'amidon. Cette longue molécule est ponctuée de radicaux « acide » qui se présentent sous deux formes : la forme « ionisée », lorsque le milieu est basique ou neutre, et la forme « non-ionisée » lorsque le milieu est acide. La forme ionisée est hérissée de charges négatives qui se repoussent entre elles et empêchent les chaînes voisines de s'associer. La forme neutre n'a pas cet inconvénient, mais elle a une grande affinité pour les molécules d'eau, qui l'habillent alors d'un manteau jouant le même rôle protecteur que les charges électriques précédentes. Pour que la confiture « prenne », il faut que les chaînes de pectine puissent s'accrocher les unes aux autres. Ceci a lieu si les charges sont neutralisées (milieu acide) et si les molécules d'eau ne sont pas disponibles, ce que fait le sucre qu'on ajoute aux fruits, lequel fixe les molécules d'eau mieux que la pectine. Conclusion : pour qu'une confiture prenne, elle doit être acide et sucrée.

Préparation commune

- 1 kg de pommes (golden)
- 750 g de sucre en poudre
- La veille, peler, épépiner et couper les pommes en fines lamelles, et mélanger intimement avec le sucre. Laisser reposer à température ambiante.

Confiture acide

- Un tiers de la préparation de pommes et de sucre
- Un citron
- casserole
- réchaud
- Mélanger le jus d'un citron à la préparation. Faire cuire jusqu'à ce que la couleur devienne jaune-brun en remuant sans arrêt. Laisser refroidir

Confiture neutre

- Un tiers de la préparation de pommes et de sucre auquel on ajoute un volume d'eau égal à celui du jus de citron.
- Faire cuire rigoureusement dans les mêmes conditions que précédemment. Laisser refroidir

Confiture basique

- Un tiers de la préparation de pommes et de sucre
- Un sachet de levure chimique ou 5g de bicarbonate de soude dissous dans un volume d'eau égal à celui du jus de citron.
- Faire cuire rigoureusement dans les mêmes conditions que précédemment.
Laisser refroidir

Les confituriers



Les différentes confitures



Atelier émulsions

- Une émulsion d'un corps gras dans l'eau n'est stable que si on ajoute au système eau/corps gras une substance permettant de les faire cohabiter. L'un des constituants est alors en capsulé dans de minuscules membranes sphériques (des colloïdes) formées par l'assemblage des molécules ajoutées et « flotte » dans l'autre constituant.

Emulsion de chocolat

- 100g de chocolat pâtissier noir
 - 1 feuille de gélatine
 - une tasse de café noir chaud
 - un bain-marie
 - un fouet à main
- Faire fondre la gélatine dans le café, ajouter le chocolat par morceaux en chauffant au bain-marie et en remuant vigoureusement. Laisser refroidir

Emulsion de fromage

- 100 g de fromage, de « la vache qui rit » au « roquefort » en passant par « le crottin de Chavignol ».
 - Un peu de vinaigre balsamique
 - 1 feuille de gélatine
 - un fouet à main
- Faire fondre la gélatine dans 10 ml d'eau chaude avec un peu de vinaigre. Incorporer le fromage par morceaux en fouettant doucement jusqu'à complète dissolution.

Chantilly de chocolat

- Émulsion de chocolat
- 1 batteur électrique
- 1 récipient contenant de la glace
- Mettre l'émulsion de chocolat dans un récipient qu'on puisse introduire dans le récipient à glace. Battre au fouet jusqu'à la prise de la Chantilly. Arrêter immédiatement et conserver au froid.

Chantilly de fromage

- Émulsion de fromage
- 1 batteur électrique
- 1 récipient contenant de la glace
- Mettre l'émulsion de fromage dans un récipient qu'on puisse introduire dans le récipient à glace. Battre au fouet jusqu'à la prise de la Chantilly. Arrêter immédiatement et conserver au froid.

Un peu de mathématique

Comment déterminer
sans balances 100g de
chocolat lorsqu'une
tablette pèse 200g ?

Comment prélever 100g de
« vache qui rit » dans une
boîte qui en contient 400
mais avec 3 rangées de
triangles ?

Emulsion de fromage



Emulsion de chocolat



Chantilly de chocolat



Chantilly de fromage



Atelier osmose

- L'osmose est un processus physique qui tend à équilibrer les concentrations en solutés de deux solutions aqueuses séparées l'une de l'autre par une fine membrane dont les trous, très petits, ne laissent passer que les molécules d'eau, mais ni molécule organique ni ion. Si l'un des compartiments contient une solution très concentrée (en sucre, en sel) et l'autre de l'eau pure, ce dernier va se vider au profit du premier pour tenter d'égaliser les concentrations. Les membranes cellulaires sont des parois osmotiques et l'atelier a pour but de les mettre à l'épreuve dans des conditions rudes.

Fiche technique

- Un concombre
- Deux récipients
- Du sel
- Peler et couper le concombre en tranches fines. Faire deux lots et les peser. Saupoudrer généreusement un des lots de sel fin et mélanger. Réserver. Plonger l'autre lot dans de l'eau. Attendre une heure, recueillir et sécher les deux lots et les peser. Comparer aux valeurs initiales

On coupe les légumes ...



On pèse ...

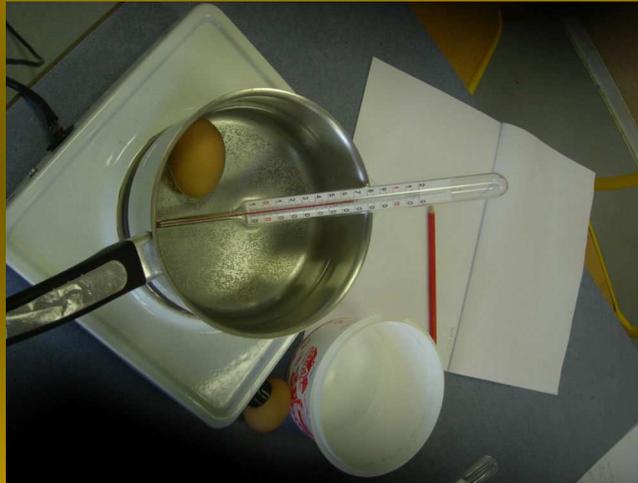
Atelier cuisson

- Le chauffage des protéines entraîne des modifications irréversibles de leur structure. Si ces protéines sont en solution dans l'eau, ces modifications peuvent permettre la formation de liaisons entre molécules, qui s'agrègent et forment un réseau, lequel emprisonne les molécules d'eau. Le milieu liquide s'épaissit, sa viscosité augmente considérablement et il peut devenir rigide. Plus on chauffe, plus le processus de durcissement progresse et la cuisson des œufs en offre un bel exemple.

Fiche technique

- Plusieurs œufs
- Une casserole et un réchaud
- Un thermomètre
- Cuire séparément trois œufs en les maintenant aussi rigoureusement que possible à des températures fixes de 55°, 70° et 85° pendant 30 minutes. Refroidir et comparer les degrés de durcissement du blanc et du jaune.

Quelle rigueur !



Des résultats différents ...



Quelques remarques

- Le plaisir des participants
- Des paramètres évidents
- Une grande rigueur
- Des explications d'un scientifique



Quelles compétences ?

- distinguer les paramètres et comprendre que l'on n'en fait varier qu'un à la fois (ex: cuisson)
- savoir élaborer un protocole pour tester une hypothèse
- savoir relancer des expériences avec de nouvelles hypothèses
- la notion de témoin pour pouvoir comparer et tirer une conclusion
- la précision des hypothèses

Mathématique et science

Élaboration de tableaux, de graphiques, pour recueillir et structurer les données (mesure de températures, masses, durées..)

Situations de partage, calcul de parts (210g de concombre à partager en 3 parts)

Proportionnalité et comparaisons relatives (pour 100g de carotte, de pomme, de concombre, combien de masse a perdu chacun après le salage)

Remarques de l'enseignante

- Les élèves ont aiguisé leur regard :
précision et minutie pour mettre en place les expériences, observation des résultats, prise en compte des paramètres.
- Un esprit scientifique affiné.
- Un comportement modifié en particulier dans le travail de groupe (respect de l'autre)