

# Congrès APSQ 2009

Dossier de presse-Atelier 718

Le chocolat comme prétexte à la  
différenciation pédagogique !



Ghislain Samson, Luc Prud'homme,

Grégoire Picard (avec la collaboration de Gabrielle Dionne)

**Des concepts prescrits...et des exemples possibles dans le PFEQ au premier cycle du secondaire**

***Univers vivant***

Espèce, habitat, niche écologique,  
évolution, taxonomie, etc.  
Ex. Cacaoyer  
Reproduction  
Caractéristique du vivant,  
Photosynthèse, Cellules végétales

***Univers Terre et espace***

Types de sol, eau  
Ex. : Cacaoyer

**LE CHOCOLAT**

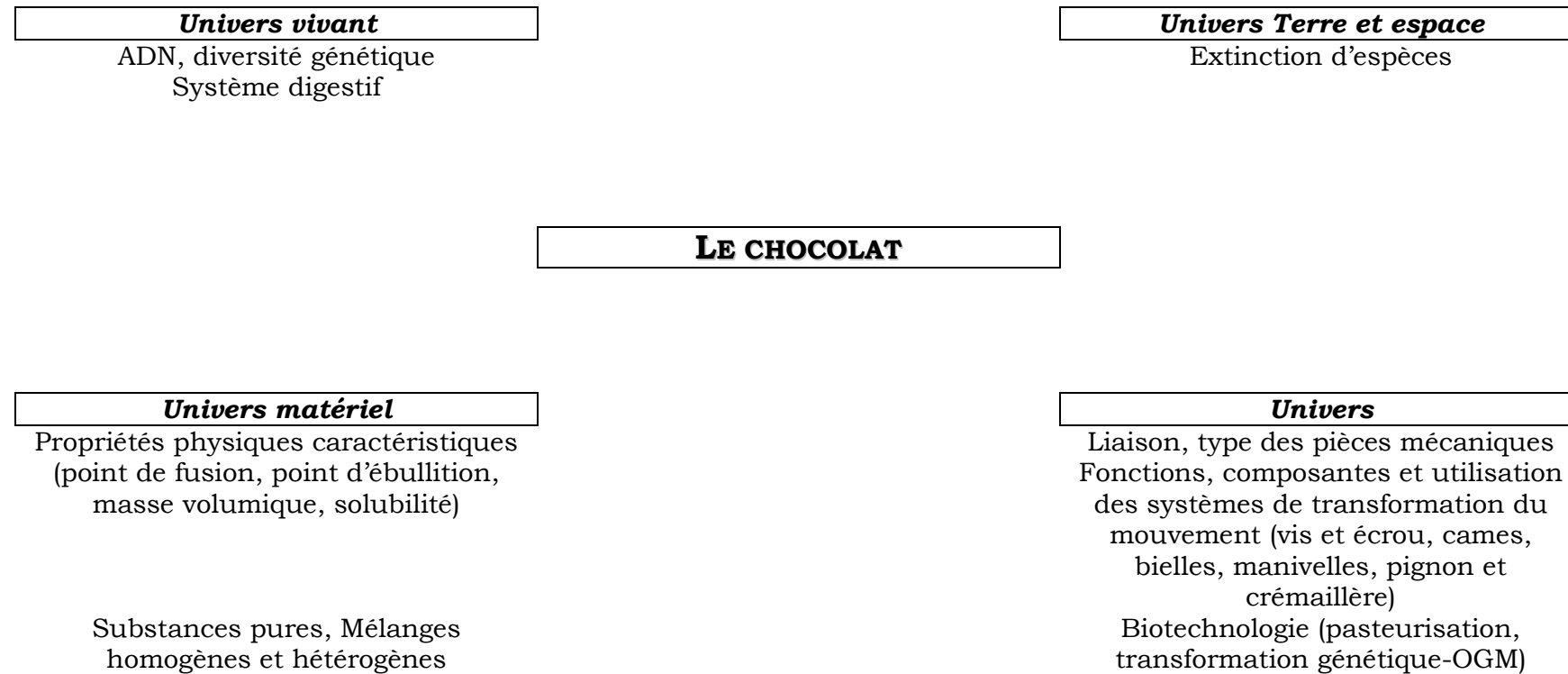
***Univers matériel***

Propriétés caractéristiques  
Ex. température de fusion  
Masse, volume  
État de la matière  
Température  
Acidité/basicité  
Changements physique/chimique  
Mélanges  
Molécule

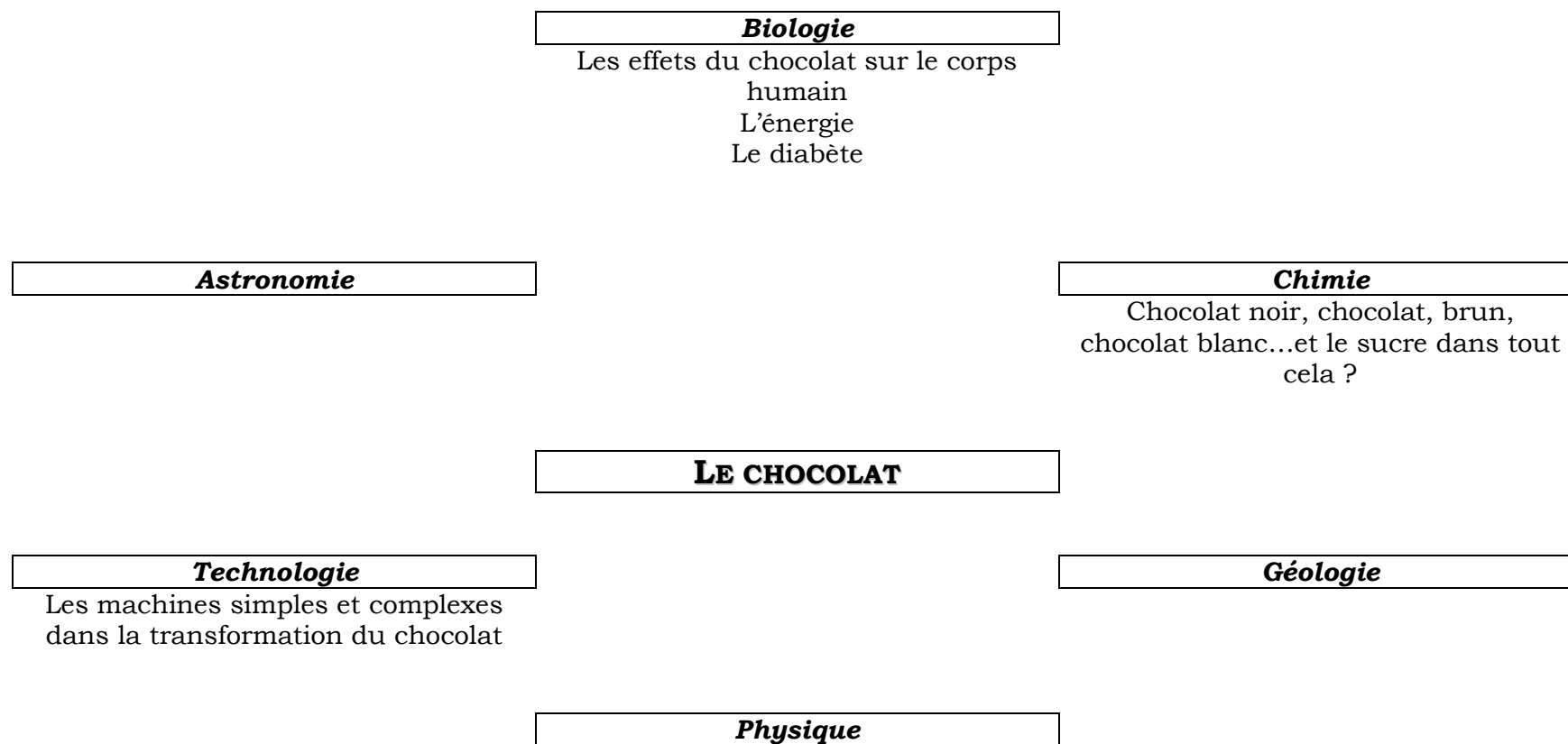
***Univers technologique***

Cahier des charges, schéma de principe, schéma de construction, matière première  
Ex. : Cacao  
  
Fonction mécanique, transformation de l'énergie  
Mécanisme de transmission du mvt, mécanisme de transformation du mvt

**Des concepts prescrits...et des exemples possibles dans le PFEQ au second cycle du secondaire**



**Des concepts prescrits...et des exemples possibles dans le PFEQ au deux cycle du secondaire (selon les cinq sciences et la technologie)**



**Et les autres disciplines ??? pour les repères culturels et les liens interdisciplinaires**

**L'histoire**

Monnaie d'échange

**Santé et bien-être**

Le chocolat sans sucre

**Économie**

Le chocolat en bourse

**Géographie**

Les pays producteurs

**Environnement**

Les procédés pour transformer les fèves de cacao, les engrais, etc.

Les effets des changements climatiques (4<sup>e</sup> sec.)

L'eau potable et les plantations (4<sup>e</sup> sec.)

La déforestation pour la plantation de cacaoyer par les multinationales (4<sup>e</sup> sec.)



# Le chocolat comme prétexte à la différenciation en science et technologie

44<sup>e</sup> Congrès de l'APSQ

Drummondville

Octobre 2009

# Plan de la rencontre

- Le sens de notre proposition
- Une dégustation énigmatique
- L'univers didactique du chocolat
  - Selon la science, la discipline, les DGF
- Des problèmes chocolatés
- Un recadrage de l'expérience
  - Le sens et la valeur qu'apporte le chocolat - thème
  - La différenciation pédagogique selon différents axes
- En conclusion: une expérience scientifique au goût du jour



# Le sens de notre proposition d'atelier

- Objectifs
- Déroulement
- Utilité



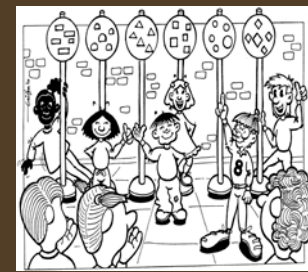
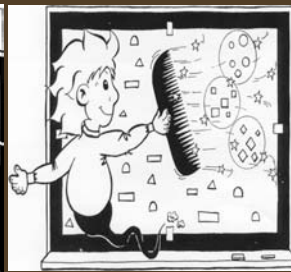


# Une dégustation énigmatique en amorce... 5'

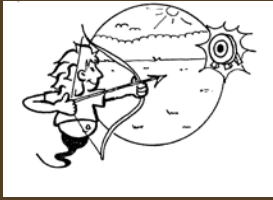
- Voyez-vous des contenus scientifiques à exploiter autour du chocolat?
- Pouvez-vous anticiper des questions scientifiques en lien avec la production de ce produit?
- ..

# L'univers didactique du chocolat...

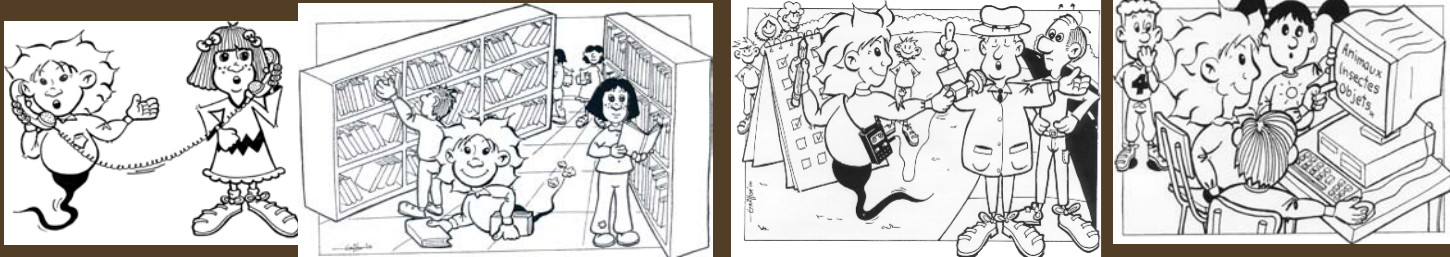
- Existe-t-il selon vous d'autres questions que l'expérience de dégustation pourraient susciter chez vos élèves?
- Est-ce que le chocolat est un produit ayant une valeur économique dans le monde?
- Est-il vrai que les Suisses sont les plus grands consommateurs de chocolat dans le monde?
- Pourquoi avons-nous intérêt à considérer l'univers du chocolat dans nos cours de sciences et technologie au secondaire?
- Quelles sont les propriétés du chocolat?
- ...



# Des problèmes chocolatés...25'

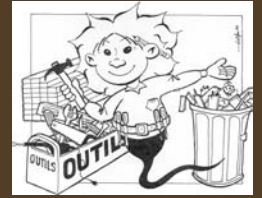


1. L'indice Brix?
2. Un pont chocolaté?
3. La mousse au chocolat...  
émulsionnante?
4. Un pont blanc, brun et noir?
5. Un tour en chocolat?



# Des problèmes chocolatés...25'

- Des attitudes scientifiques
- Des démarches scientifiques
- Des démarches technologiques
- Des repères culturels
- Des concepts
- ...



# Un recadrage de l'expérience

- Des forces:
  - Le pouvoir de participer au choix et à la définition de la tâche
    - Sa valeur
    - Ses exigences
    - Son degré de contrôle
- Des défis importants:
  - L'exploitation de thèmes intégrateurs
  - La reconnaissance du potentiel didactique d'un thème
  - Le travail concerté des experts de contenu (enseignants spécialistes) autour d'un thème
  - ...

# Un recadrage de l'expérience

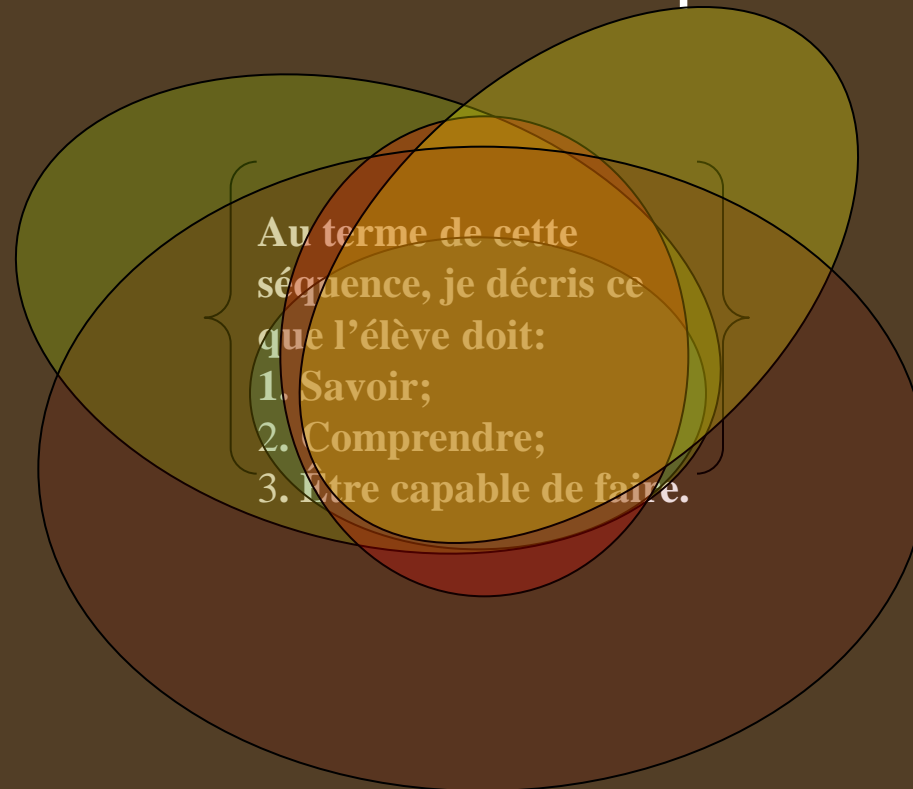
- La différenciation: s'ouvrir à la diversité, c'est accepter de la reconnaître, de l'exploiter et de la valoriser dans toutes situations pédagogiques
  - Diversité des portes d'entrée (choix, intérêts – motivation, disciplines, domaines généraux, ...)
  - Diversité des contenus abordés (chimie, physique, biologie, ...)
  - Diversité des processus (inductif/déductif, empirique, expérimental, de construction d'opinion, ...)
  - Diversité des productions de l'élève ou des équipes (pont, des biscuits, ...)
  - Diversité des structures exploitées (Aménagement, regroupement, ressources matérielles, ressources humaines, ...)
  - ...



# Cibler l'essentiel



- La première tâche de l'expert de contenu



# Des ponts entre les disciplines technoscientifiques

- Voies générales et appliquées
- Domaine d'apprentissage: MST
- ...

## Des ponts interdisciplinaires

- Univers social: le chocolat comme monnaie d'échange
- Éthique: le chocolat équitable
- ...



# Agir dans l'action: des micro-adaptations

Les égaliseurs de Tomlinson (2001)		
<b>Essentiel</b>	1. Informations, idées, matériels, application	<b>Complémentaire</b>
<b>Concrète</b>	2. Représentations, idées, applications, matériels	<b>Abstraite</b>
<b>Simple</b>	3. Ressources, recherches, problèmes, habiletés, buts	<b>Complexe</b>
<b>Un seul aspect</b>	4. Relations disciplinaires, liens interdisciplinaires, buts, étapes de développement	<b>De multiples aspects</b>

# En conclusion:

Exploiter la **diversité** pour négocier du sens



## Phase de préparation

- ✓ **But:** L'essentiel à atteindre
- ✓ Liens avec les différentes **connaissances antérieures**
- ✓ **Traces individuelles** de ce que l'élève comprend au départ

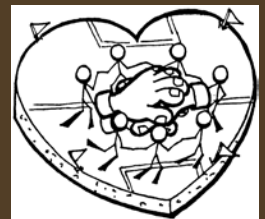
## Phase de réalisation

- ✓ Tâches **variées**
- ✓ **Sous-groupes** essentiels
- ✓ Plénière: **partage, échange, soutien**, traces



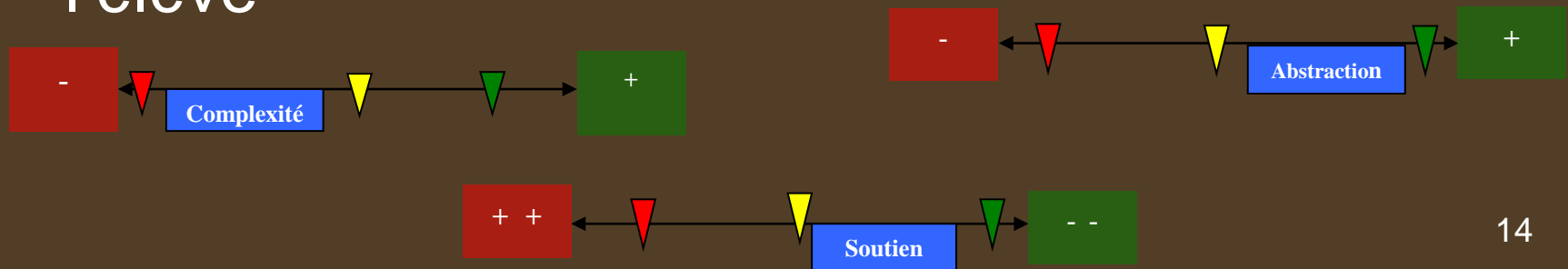
## Phase d'intégration:

- ✓ Présentation des traces: **confrontation, négociation** de sens
- ✓ **Enrichissement et validation:** compréhension et façons de faire
- ✓ Vers un **consensus minimal** et des réutilisations possibles et variées (vs une vision monolithique)



# Des défis à envisager ?

- Enseignement uniforme
- Présentation systématique de la théorie suivi du travail en laboratoire (contrer la surexploitation actuelle de la démarche déductive)
- Des ponts à construire entre tous les champs disciplinaires
- De nouveaux ponts à construire en évaluation entre le secondaire et le collégial
- Croire au potentiel des ajustements, des adaptations pour soutenir une évolution de l'élève



# Post-conclusion

- Approches pédagogiques compatibles avec la différenciation
  - situations complexes, signifiantes, ouvertes et intégratives, coopératives
    - APP
    - Pédagogies de projet
    - Études de cas

# Références

- Voir le cédérom

Hume, K. (2009). Pour une pédagogie différenciée au secondaire: la réussite scolaire pour tous. Saint-Laurent, ERPI.

Legrand, L. (1995). Les différenciations de la pédagogie. Paris : Presses Universitaires de France.

Prud'homme, L. (2004). La différenciation pédagogique dans le modèle de l'enseignement stratégique. Dans A. Presseau (Dir.), *Intégrer l'enseignement stratégique dans sa classe* (p. 185-213). Montréal : Chenelière/McGraw Hill.

Prud'homme, L., Dolbec, A., Brodeur, M., Presseau, A. et Martineau, S. (2005). La construction d'un îlot de rationalité autour du concept de différenciation pédagogique. *Journal of the Canadian Association for Curriculum*, 3(1), 1-32.

Samson, G. et Prud'homme, L. (2009). Et si l'École des animaux pouvait nous en apprendre sur les nouvelles pratiques évaluatives en Science et technologie. *Spectre*,

Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal : Les éditions Logiques.

Tomlinson, C. A. (2004). *La classe différenciée*. Montréal : Chenelière/McGraw-Hill.

Zakhartchouk, J-M, (2001b). *Au risque de la pédagogie différenciée*. Paris : Institut National de Recherche Pédagogique.

# POUR TENIR COMPTE DE CHACUN : LA DIFFÉRENCIATION PÉDAGOGIQUE

par Marie-Hélène Guay, en collaboration avec Guylaine Legault et Caroline Germain

Qu'est-ce que la différenciation pédagogique? Pourquoi en parle-t-on autant ces dernières années? Comment la mettre en œuvre? Un enseignant qui varie ses formules pédagogiques peut-il affirmer qu'il différencie? Est-ce que différencier implique nécessairement l'élaboration d'un plan d'intervention?

Voilà des questions auxquelles nous avons eu à répondre, à ce jour, en tant que membres d'une équipe de quatorze conseillères pédagogiques engagées dans une recherche-action portant sur la différenciation pédagogique. Amorcée dans dix commissions scolaires de la Montérégie en 2004, cette recherche a pour objectif de recenser et d'élaborer des modèles de différenciation pédagogique dans le but d'inspirer les actions d'équipes-cycles du primaire et du premier cycle du secondaire. Elle nous donne l'occasion de nous documenter, d'échanger et de faire le point sur les questions susmentionnées. Nous partageons ici le fruit de quelques-unes de nos réflexions sur la différenciation pédagogique, pour informer les pédagogues et contribuer aux recherches québécoises sur cette action essentielle à la réussite des élèves.

## Pourquoi parle-t-on autant de différenciation pédagogique ces dernières années?

On a longtemps considéré que l'apprentissage et la réussite scolaire étaient une question de talent et d'aptitude. On croyait que certains élèves étaient nés doués, d'autres pas. Les premiers avaient tout pour réussir, alors que les seconds étaient condamnés à échouer. Dans les années 70, les résultats des recherches de Benjamin Bloom et de ses collaborateurs ont remis en question cette croyance vieille de plusieurs centaines d'années (Bégin 1978; Bloom 1979). Leurs travaux ont démontré qu'un enseignant peut amener la très grande majorité de ses élèves à réussir s'il ajuste ses formules pédagogiques et l'environnement d'apprentissage de façon à tenir compte de leurs préalables et caractéristiques au regard d'un objet d'apprentissage particulier. Dès lors, plusieurs actions et réflexions ont été mises en avant pour promouvoir la différenciation pédagogique. Au cours des

trois dernières décennies, plusieurs expressions ont été utilisées pour décrire cette action fondamentale du pédagogue pour susciter l'apprentissage et la réussite des élèves. En voici quelques-unes : *pédagogie différenciée* (De Lorimier 1987; Fontaine 1993; Legrand 1994), *individualisation de l'enseignement* (Bégin 1978), *individualisation* (Legendre 2005; Leselbaum 1994), *différenciation de la pédagogie* (Aylwin 1992), *différenciation de l'enseignement* (Perrenoud 1977), *differentiated instruction* (Tomlinson 1999, 2004), *différenciation de l'apprentissage* (Caron 2003). Le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) réfère quant à lui, depuis la parution du Programme de formation de l'école québécoise (MEQ 2001, 2004), au concept de différenciation pédagogique.

## Quelle définition de la différenciation pédagogique avons-nous adoptée?

En contexte scolaire, toute situation pédagogique peut être représentée par le modèle illustré ci-après inspiré de Legendre 2005 :

Lors d'une situation pédagogique, un **sujet** fait l'acquisition d'un **objet** d'apprentissage sous la responsabilité d'un **agent** qui utilise certaines formules pédagogiques et tient compte de différents aspects du **milieu**. Tel

qu'il est illustré, il s'établit entre ces quatre composantes différents types de relations pédagogiques (relation d'apprentissage, relation d'enseignement et relation didactique).

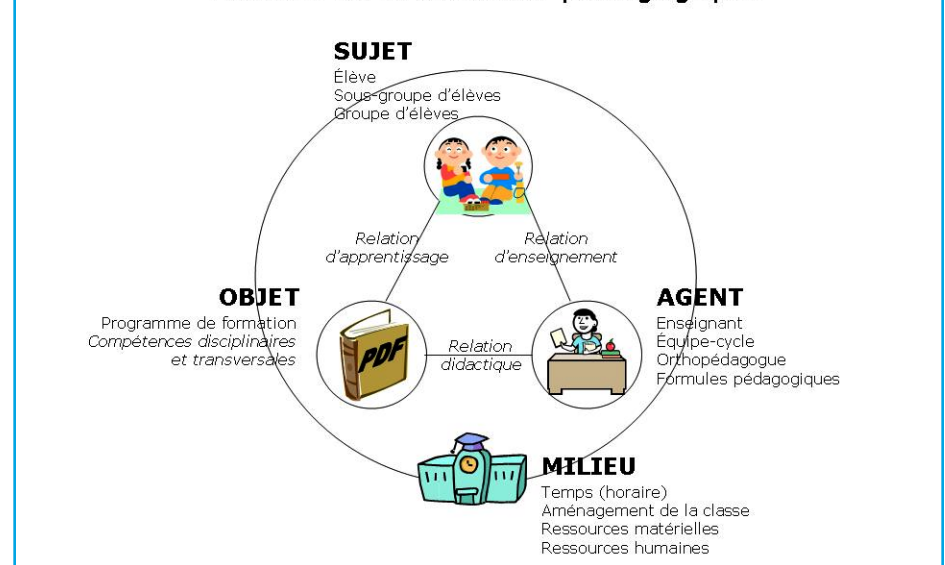
En s'inspirant de ce modèle, nous avons défini la différenciation pédagogique comme une action du pédagogue qui, sur la base d'une solide connaissance des préalables et caractéristiques d'un ou de plusieurs élèves (**sujet**), de formules pédagogiques et d'interventions diversifiées (**agent**), du programme de formation (**objet**) et de l'environnement d'apprentissage (**milieu**), tend à harmoniser ces différentes composantes d'une situation pédagogique ainsi que les relations entre elles, dans le but de favoriser l'apprentissage.

En d'autres termes, différencier signifie analyser et ajuster sa pratique de même que l'environnement d'apprentissage de façon à tenir compte des préalables et caractéristiques d'un ou de plusieurs élèves au regard d'un objet d'apprentissage particulier.

## Comment mettre en œuvre la différenciation pédagogique?

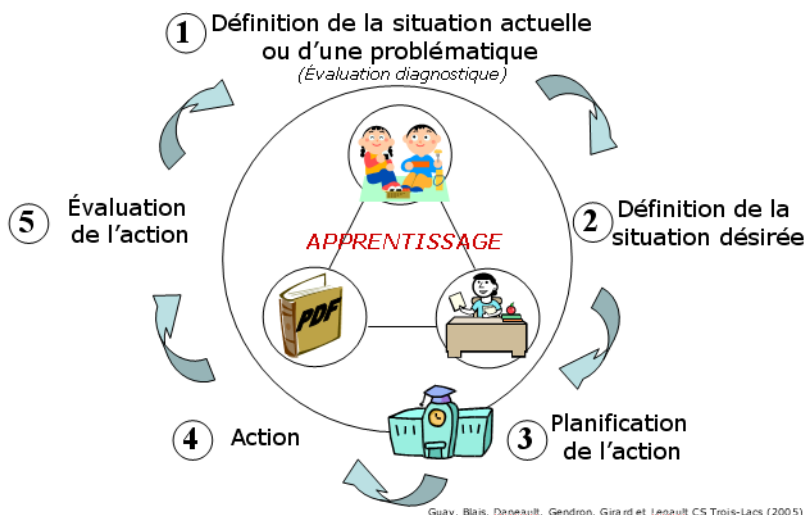
La différenciation pédagogique a pour but de favoriser l'apprentissage de tous les élèves. Autant les élèves dits surdoués que ceux qui ont des difficultés ou un handicap particulier peuvent bénéficier de la mise en œuvre d'une

### Modèle de la situation pédagogique



## Une démarche de différenciation pédagogique

Dans la perspective où la différenciation pédagogique est essentielle à l'apprentissage des élèves...



démarche de différenciation pédagogique. Celle-ci peut donc s'amorcer lorsqu'un enseignant ou une équipe-cycle constate un apprentissage non optimal chez un élève ou un sous-groupe ou un groupe d'élèves. Pour mettre en œuvre la différenciation pédagogique, nous adoptons et proposons la démarche suivante, qui comporte cinq étapes.

### Étape 1

#### Définition de la situation actuelle ou d'une problématique (évaluation diagnostique)

En premier lieu, une analyse de la situation actuelle ou de la problématique relative à l'apprentissage des élèves doit être effectuée. Essentiellement, il s'agit de faire l'évaluation diagnostique des composantes et relations de la situation pédagogique. Par exemple, face aux difficultés en lecture d'un sous-groupe de quatre élèves de 1<sup>er</sup> cycle du primaire, Dominique, un enseignant, pourrait se poser les questions suivantes : *Qu'est-ce je connais des attitudes, des savoirs, des démarches d'apprentissage ou des processus métacognitifs de ces quatre lecteurs? Mes interventions pédagogiques pour les aider sont-elles adéquates? Est-ce qu'elles sont adaptées à leurs préalables et à leurs caractéristiques? Les supports visuels présentés sont-ils pertinents pour eux? Ces élèves ont-ils eu suffisamment de temps pour apprendre? Une évaluation diagnostique effectuée à partir de telles questions permet d'avoir une meilleure*

compréhension de ce qui entrave l'apprentissage.

### Étape 2

#### Définition de la situation désirée

Une fois la situation actuelle ou la problématique bien définie, il est possible de préciser la situation désirée, c'est-à-dire ce que les élèves doivent apprendre et ce qui sera amorcé ou modifié, dans la situation pédagogique, pour y contribuer. Diverses actions et différents types d'outils ou d'interventions peuvent alors être envisagés : sélectionner certains contenus, modifier les formules pédagogiques, créer un matériel ou un support visuel, ajuster le programme d'activités, varier les modes de regroupement, etc. Dans l'exemple donné plus haut, Dominique ayant constaté que ses quatre élèves qui ont des difficultés en lecture ne maîtrisent pas les stratégies d'identification de mots parce qu'il ne les enseigne pas explicitement, pourrait juger souhaitable d'accentuer l'enseignement explicite de telles stratégies, afin que les élèves soient capables de les utiliser correctement.

### Étape 3

#### Planification de l'action

La planification de l'action correspond au moment où l'enseignant conçoit et se prépare à mettre en œuvre les modifications jugées appropriées à la situation pédagogique. Pour Dominique, cela pourrait cor-

respondre à des lectures sur l'enseignement explicite, à la préparation de quelques leçons ou au réaménagement de l'horaire pour faciliter des cliniques de remédiation<sup>1</sup> avec le sous-groupe d'élèves ayant des difficultés en lecture.

### Étape 4

#### Action

L'action correspond à la mise en œuvre effective des actions planifiées qui permettront de passer de la situation actuelle à la situation désirée. Dans l'exemple retenu, l'action correspondrait au moment où Dominique enseignerait, de façon explicite, différentes stratégies de lecture aux quatre élèves ciblés, dans le contexte de cliniques de remédiation hebdomadaires échelonnées sur huit semaines.

### Étape 5

#### Évaluation de l'action

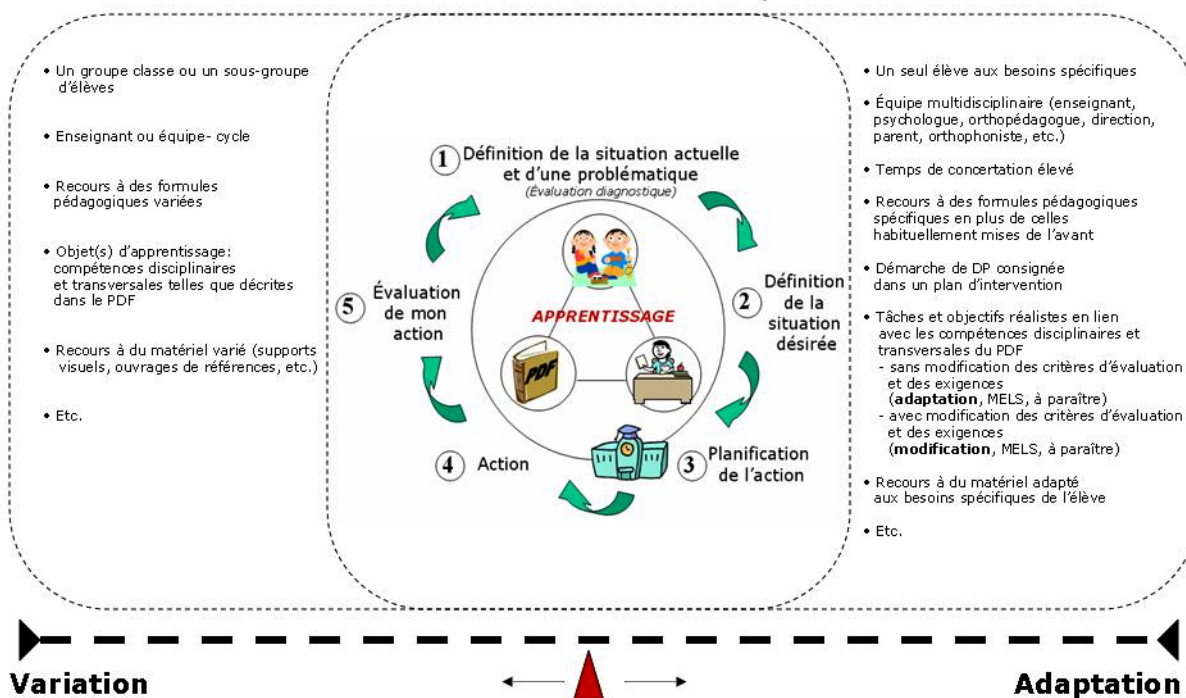
Au terme de toute démarche de différenciation pédagogique, il y a lieu d'évaluer l'impact des actions mises en œuvre sur l'apprentissage des élèves. Toujours en rapport avec notre exemple relatif aux difficultés en lecture d'un sous-groupe d'élèves, l'étape d'évaluation de l'action correspondrait au moment où Dominique, après huit semaines, rencontrerait ses quatre élèves pour évaluer leur degré d'acquisition des stratégies d'identification de mots.

Si l'analyse des impacts révèle que les actions mises en œuvre n'ont pas entraîné l'effet désiré sur les apprentissages des élèves ciblés, on entreprendra un autre cycle de différenciation pédagogique lié au même objet d'apprentissage. Par exemple, Dominique pourrait décider d'initier un nouveau cycle de différenciation pédagogique pour un des quatre lecteurs dont les difficultés persisteraient malgré les actions initiales mises en œuvre.

### Pourquoi l'évaluation diagnostique est-elle importante en contexte de différenciation pédagogique?

L'évaluation diagnostique correspond à un processus d'analyse des composantes et des relations d'une situation pédagogique en trois bilans complémentaires : 1) l'identification des éléments positifs à consolider; 2) l'identification des éléments négatifs; 3) l'identification des absences à combler ou

## Différenciation pédagogique... de la variation à l'adaptation



- Un groupe classe ou un sous-groupe d'élèves
- Enseignant ou équipe- cycle
- Recours à des formules pédagogiques variées
- Objet(s) d'apprentissage : compétences disciplinaires et transversales telles que décrites dans le PDF
- Recours à du matériel varié (supports visuels, ouvrages de références, etc.)
- Etc.

- Un seul élève aux besoins spécifiques
- Équipe multidisciplinaire (enseignant, psychologue, orthopédagogue, direction, parent, orthophoniste, etc.)
- Temps de concertation élevé
- Recours à des formules pédagogiques spécifiques en plus de celles habituellement mises de l'avant
- Démarche de DP consignée dans un plan d'intervention
- Tâches et objectifs réalistes en lien avec les compétences disciplinaires et transversales du PDF
  - sans modification des critères d'évaluation et des exigences (**adaptation**, MELS, à paraître)
  - avec modification des critères d'évaluation et des exigences (**modification**, MELS, à paraître)
- Recours à du matériel adapté aux besoins spécifiques de l'élève
- Etc.

Guay et autres (2006)  
Coopérative régionale de développement pédagogique, Montérégie

des insuffisances à corriger (inspiré de Legendre 2005). L'évaluation diagnostique doit permettre de comprendre, au-delà des symptômes, les causes les plus importantes d'un apprentissage non optimal chez l'élève. Elle peut correspondre à une analyse spontanée et non instrumentée ou à une analyse formelle et instrumentée. Elle s'opérationnalise à l'aide de divers moyens et outils dont l'entrevue, le questionnaire, l'observation ou l'enregistrement sonore.

L'évaluation diagnostique est importante en contexte de différenciation pédagogique car, pour planifier et agir de façon efficiente, un pédagogue doit avoir une solide compréhension de la situation problématique initiale. Pour choisir des interventions susceptibles d'influer sur l'apprentissage de l'élève, il doit avoir une vision précise des éléments qui l'entravent. De plus, s'il prend le temps d'effectuer une évaluation diagnostique, il se donne des appuis pour évaluer, au terme d'une démarche de différenciation pédagogique, l'impact de ses actions sur la réussite des élèves. En effet, la comparaison des

résultats de l'évaluation diagnostique de départ et de l'évaluation qui clôt la démarche de différenciation pédagogique permet d'apprécier la valeur des actions qui ont été mises en oeuvre.

### Un enseignant qui varie ses formules pédagogiques peut-il affirmer qu'il différencie? Est-ce que différencier implique nécessairement l'élaboration d'un plan d'intervention?

Dans le but de clarifier de telles interrogations, certains auteurs ont proposé de préciser la nature de la différenciation pédagogique ou de la distinguer d'autres actions, en ayant recours, entre autres, aux concepts de *variation*, de *flexibilité*, d'*adaptation*, de *modification* ou de *diversification* (Astolfi 1997; Barry 2004; Sous-comité en évaluation des apprentissages en Montérégie 2005; MELS à paraître)<sup>2</sup>.

Après avoir analysé de telles propositions, nous avons développé le référentiel suivant pour expliquer aux pédagogues qui par-

ticipent à notre projet les multiples formes que peut prendre la différenciation pédagogique dans leur classe.

Selon nous, une action de différenciation pédagogique peut être située sur un continuum allant de la **variation** à l'**adaptation**, selon, notamment, qu'elle s'adresse à un nombre plus ou moins grand d'élèves et qu'elle implique la concertation d'un nombre plus ou moins important d'intervenants et des modifications - ou non - aux prescriptions du programme d'études.

Une action de différenciation pédagogique qui se rapproche du pôle **variation** correspond à une action de l'enseignant qui, sur la base d'une connaissance des préalables et caractéristiques générales de ses élèves vis-à-vis un objet d'apprentissage, varie ses formules pédagogiques, le matériel qu'il leur propose et les modes de regroupement, dans le but de rejoindre le plus grand nombre d'entre eux.



Une action de différenciation pédagogique associée au pôle **adaptation** correspond, quant à elle, à une action initiée par une équipe multidisciplinaire (enseignant, psychologue, direction, etc.), pour adapter les interventions pédagogiques aux préalables et caractéristiques d'un seul élève aux besoins spécifiques (surdoué, en difficulté, ayant un handicap particulier, etc.). Un tel type de différenciation pédagogique suppose notamment l'élaboration d'un plan d'intervention et le recours à des formules pédagogiques et des adaptations appropriées, qui s'ajoutent à celles habituellement utilisées en classe par l'enseignante ou l'enseignant. En soi, aucune action de différenciation pédagogique n'est supérieure à une autre. Chaque situation pédagogique exige des pédagogues qu'ils cherchent à connaître et à harmoniser les composantes et les relations de la situation de la façon la plus susceptible de favoriser l'apprentissage.

### Conclusion

Le présent article avait pour but de partager quelques-unes des réflexions sur la différenciation pédagogique d'une équipe de conseillers pédagogiques engagées dans une

recherche-action en Montérégie. Sur la base de tels repères, chaque conseillère accompagne actuellement une équipe-cycle du primaire ou du premier cycle du secondaire. Ce sont plus de soixante enseignants qui se questionnent, expérimentent et développent des modèles de différenciation pédagogique pour optimiser les apprentissages de leurs élèves en lecture, en mathématiques, en résolution de problèmes sociaux, etc. Cette recherche se poursuivra jusqu'en juin 2007. On rend compte des travaux des équipes-cycles et des outils qu'elles élaborent, dans le site Internet suivant :

[[http://vitrine.educationmonteregie.qc.ca/rubrique.php?id\\_rubrique=248](http://vitrine.educationmonteregie.qc.ca/rubrique.php?id_rubrique=248)].

**M<sup>me</sup> Marie-Hélène Guay est conseillère pédagogique à la Commission scolaire des Trois-Lacs et elle assure la coordination de cette recherche-action initiée par la Coopérative régionale de développement pédagogique en Montérégie. M<sup>me</sup> Guylaine Legault est conseillère pédagogique à la Commission scolaire des Trois-Lacs et M<sup>me</sup> Caroline Germain est conseillère pédagogique à la Commission scolaire de St-Hyacinthe.**

### Références bibliographiques

- ASTOLFI, J.-P. « Questions de vocabulaire : Différencier, varier, diversifier... », *Cahiers pédagogiques*, n° 3, 1997.
- AYLWIN, U. « La pédagogie différenciée fait son entrée au collège », *Pédagogie collégiale*, vol. 5, n° 3, 1992, p. 30-37.
- BARRY, A. « Différenciation et diversification : Clarification conceptuelle et enjeux », *Vie pédagogique*, n° 130, février-mars 2004, p. 20-24.
- BÉGIN, Y. *L'individualisation de l'enseignement : Pourquoi?*, Québec, INRS-Education, 1978.
- BLOOM, B. S. *Caractéristiques individuelles et apprentissages scolaires*, Bruxelles, Labor, 1979.
- CARON, J. *Apprivoiser les différences : Guide sur la différenciation des apprentissages et la gestion des cycles*, Montréal, Chenelière, 2003.
- DE LORIMIER, J. *Des stratégies pour la qualité de l'éducation en France. Réforme de système et pédagogie différenciée*, Québec, Conseil supérieur de l'éducation, 1987.
- FONTAINE, S. *L'activité pédagogique : Bilan et perspective du renouveau*, Québec, Conseil supérieur de l'éducation, 1993.
- GUAY, M.-H. et autres. *Un deuxième pas vers la différenciation pédagogique : formation de base offerte aux enseignants du primaire*, Vaudreuil-Dorion, Commission scolaire des Trois-Lacs, Services éducatifs aux jeunes, 2005.
- LEGENDRE, R. *Dictionnaire actuel de l'éducation*, Montréal, Guérin, 3<sup>e</sup> éd., 2005.
- LEGRAND, L. « Pédagogie différenciée », dans P. CHAMPY et C. ÉTÉVÉ (dir.), *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, Paris, Nathan, 1994.
- LESELBAUM, N. « Individualisation », dans *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, P. CHAMPY et C. ÉTÉVÉ (dir.), Paris, Nathan, 1994.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Cadre de référence en évaluation des apprentissages au secondaire*, Québec, à paraître.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC. *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire. Enseignement primaire*, Québec, 2001.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC. *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle*. Québec, 2004.
- PERRENOUD, P. *La différenciation de l'enseignement, condition de l'égalité devant l'éducation*, Genève, Service de la recherche sociologique, 1977.
- SOUS-COMITÉ EN ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES EN MONTÉRÉGIE. *La différenciation et l'évaluation*, [En ligne], 2005, [<http://www.crdpmonteregie.qc.ca/productions-cadre.htm>] (11 janvier 2006).
- TOMLINSON, C.A. *The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners*, Alexandria, Virginia, USA, ASCD, 1999.
- TOMLINSON, C. A. *La classe différenciée*, Montréal, Chenelière, 2004.

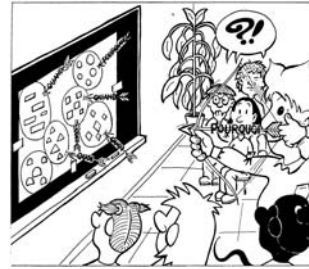
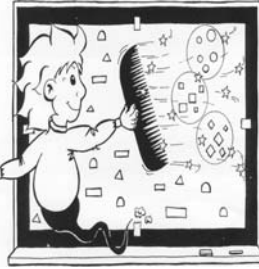
- 1 Rencontre ponctuelle de l'enseignant avec un sous-groupe d'élèves qui ont des besoins spécifiques, durant les heures de classe, pendant que les autres élèves effectuent des tâches de façon autonome.
- 2 Les distinctions proposées concernent de façon plus ou moins spécifique l'évaluation, le curriculum ou la pédagogie. Pour plus de détails concernant chaque élément, le lecteur est invité à consulter les écrits des auteurs cités.

**Annexe I : Une démarche en pédagogies de projet**  
(Source : Prud'homme et al., 2002)

**Phase 1 : Planification** – Penser et anticiper l'articulation en classe des quatre phases subséquentes [Thème, liens avec les différentes composantes du Programme de formation, intérêts des élèves, (...)]

**Phase 2 : Temps global (collectif)**

1. Inventaire des connaissances, des conceptions initiales sur le thème
2. Travail de comparaison, de confrontation et de regroupement sur les conceptions initiales
3. Inventaire des questionnements sur le thème
4. Choix d'un sous-thème à travailler



**Phase 3 : Temps analytique (en équipe)**

5. Précision sur la cible visée (le but poursuivi)
6. Identification des pistes de travail (objet divisé)
7. Répartition des tâches et échéanciers
8. Collecte de données



**Phase 4 : Temps synthétique (en équipe)**

9. Classement des données recueillies
10. Identification des découvertes, des apprentissages
11. Planification d'une communication des apprentissages (but)



**Phase 5 : Temps de communication (collectif)**

12. Réalisation de la diffusion
13. Activités réflexives sur la démarche et les résultats
14. Identification de pistes d'action dans un nouveau contexte



Le déroulement : Comment allons-nous nous y prendre?

# Le chocolat comme prétexte à la différenciation pédagogique !

Préparé par :

Gabrielle Dionne

Ghislain Samson

Luc Prud'homme

Grégoire Picard



## **Avant-propos**

Le présent document vise à regrouper différentes idées et activités propices à l'intégration de la différenciation pédagogique en science et technologie. Celles-ci du gravitent toutes autour d'un thème : le chocolat. Les deux premières sections comportent une ou plusieurs suggestions d'activités réalisées par notre équipe ou encore adaptées de la littérature. Vous y trouverez également quelques spécifications en regard des élèves ciblés ainsi que des adaptations possibles. Puis, le format électronique de ce document permet également une navigation rapide vers plusieurs liens susceptibles de vous inspirer. Pour ce faire, consultez la troisième section. Enfin, même s'il a été préparé avec soin, il se pourrait que certaines erreurs se soient glissées et nous en sommes désolés.

## Table des matières

Liste des figures et images.....	4
Introduction.....	5
Partie I : l'univers du chocolat et ces expériences porteuses!.....	6
1. Le chocolat : une bonne affaire! .....	6
2. Dans les règles de l'art?!?.....	7
3. Le plus petit morceau de chocolat qui soit! .....	8
4. Le chocolat, ça m'emballe.....	12
5. À chacun sa part du gâteau!.....	14
6. Est-il possible de fabriquer un pont en chocolat? .....	17
7. Le chocolat : source d'énergie pour l'Homme et sa voiture? .....	19
Partie II : micro-activités .....	22
Recettes.....	22
.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Parties III : sources d'informations intéressantes .....	24
Conclusion .....	26
Références .....	27

## Liste des figures et images

Image en couverture :

[http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/botanique/d/le-chocolat-histoire-saveurs-et-degustation\\_753/c3/221/p5/](http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/botanique/d/le-chocolat-histoire-saveurs-et-degustation_753/c3/221/p5/)

Figure en introduction :

Le clavier d'ordinateur :

<http://www.orserie.fr/art-de-vivre/article/un-clavier-d-ordinateur-en-1752>

Figure 1 : <http://www.telemarket.fr/dynv6/produit/12637.shtml>

Figure 2 : <http://www.pakistablog.fr/2008/11/16/un-couteau-suisse-en-guise-de-chocolat/>

Figure 3 : [http://www.hellopro.fr/Thibault\\_Bergeron\\_S\\_a-33870-noprofil-2006386-215589-0-1-1-fr-societe.html](http://www.hellopro.fr/Thibault_Bergeron_S_a-33870-noprofil-2006386-215589-0-1-1-fr-societe.html)

Figure 4 : <http://regardezlamusique.wordpress.com/2008/03/22/chocolat/>

Figure 5 : <http://www.findawine.com/blog/2008/05/13/le-vin-et-la-cuisine-moleculaire/>

Figure 6 : <http://www.advertrips.com/2008/10/01/elle-court-elle-court-la-pointe-bic/>

Figure 7 : <http://www.amabilia.com/blogs/passionsgourmandes/?p=106>

Figure 8 : <http://www.musiqueray.org/actualite/une-voiture-qui-roule-au-chocolat/2008004351.html>

Figure en conclusion :

<http://www.touslescadeaux.com/vintage/plaques-metal/plaque-chocolat-masson.html>



## Introduction

Dans le cadre du Congrès de l'Association Pour l'Enseignement de la Sciences du Québec 2009, se déroulait l'atelier *Le chocolat comme prétexte à la différenciation pédagogique* afin d'inviter les enseignants et les enseignantes à repérer et à exploiter, à travers un thème, diverses possibilités menant à la construction des concepts prescrits par le *Programme de formation de l'école québécoise (MEQ, 2004; MELS, 2007)*. Par le présent document, nous souhaitons présenter quelques idées de situations d'enseignement-apprentissage principalement en sciences et technologies autour du thème du chocolat, qui laissent place à la différenciation pédagogique. Certaines sont porteuses d'un potentiel interdisciplinaire. Puis, les dites situations sont ensuite décortiquées en pistes d'exploitation en fonction des différents univers et concepts prescrits à l'étude, des disciplines touchées et de l'intention pédagogique qu'elles sous-tendent. Vous y retrouverez également quelques idées de « courtes activités », que nous nommerons micro-activités, ainsi que plusieurs sources intéressantes qui, assurément, vous en inspireront plusieurs autres.

## Partie I : l'univers du chocolat et ces expériences porteuses!

Dans cette section, vous retrouverez sept idées de situations d'enseignement-apprentissage autour du thème du chocolat! Dans le cadre du renouveau pédagogique incitant à l'interdisciplinarité, la différenciation pédagogique et à l'adoption d'une approche culturelle de l'enseignement, voilà des éléments qui vous seront utiles pour préparer la contextualisation de vos situations d'enseignement/apprentissage (SEA) et des situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ).

### 1. Le chocolat : une bonne affaire!



Miser sur la sensibilisation à l'entrepreneuriat? Pourquoi pas!?! En passant par toutes les étapes, de façon virtuelle ou concrète, du procédé de fabrication et de commercialisation d'un produit chocolaté, les élèves seront amenés à développer divers concepts prescrits par le Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) et ce, dans plusieurs disciplines. Ils peuvent apprendre énormément à travers l'élaboration d'un plan d'affaire, en conduisant une étude de marché et lors de la gestion des coffres. La diversité et le format des produits offerts seront également à considérer. Rapidement, le domaine de mathématique science et technologie (MST) entre en scène lorsqu'on étudie les matières premières, l'emballage (voir activité #4) et le transport dudit produit chocolaté. Proportions, pourcentages et conversions d'unités seront aussi au rendez-vous lors de la fabrication et des calculs liés à l'information nutritionnelle à afficher sur leur produit dans l'éventualité où ils choisissent de commercialiser un aliment.

Par ailleurs, l'accent pourrait également être mis sur les matières premières en abordant leur chimie (voir activité #3) ainsi que le commerce équitable. En ce sens, le marché mondial et le commerce équitable du chocolat lui-même pourrait être à l'étude! (voir activité 5).



## 2. Dans les règles de l'art?!?

Vos élèves seraient-ils capables de vous expliciter le véritable secret de la *Caramilk*? Au-delà de cette « accroche publicitaire », le fonctionnement (ou mieux encore la visite) d'une usine de chocolat peut vous fournir un merveilleux prétexte pour aborder de nombreux concepts prescrits en sciences et technologies. De plus, la comparaison de la production industrielle de chocolat avec le plan d'action et les processus de fabrication d'une chocolaterie artisanale peuvent se révéler porteuse de sens, en plus d'être une belle opportunité de cultiver un lien avec la communauté (si vous sélectionnez des entreprises de votre région).



### **Description :**

Travail coopératif ayant pour but de comparer la production de chocolat industrielle et la production artisanale de chocolat selon les points suivants :

1-La philosophie et les objectifs de l'entreprise

**2-L'équipement utilisé et son fonctionnement**

3-La qualité du service et la distribution du produit

**4-La qualité du produit (goût, brillance, texture, information nutritionnelle...)**  
*-possibilité de faire un lien avec l'activité #3*

5-La diversité des produits offerts

L'analyse doit être présentée sous forme de travail écrit (adapter les exigences pour le premier ou le deuxième cycle du secondaire).

*Il est possible de diversifier davantage les tâches des équipes selon les intérêts des apprenants en leur offrant la possibilité de choisir 3 des 5 critères de comparaison ci-haut. Cependant, dans leur choix, on doit retrouver obligatoirement les critères 2 ou 4. Si vous souhaitez complexifier l'activité pour les deux dernières années du deuxième cycle, la possibilité de le divulguer que les critères 2 et 4 en exigeant de vos élèves qu'ils trouvent les trois autres sur lesquels ils souhaitent établir leur base comparative est toujours une possibilité. Bien entendu, vous aurez alors un droit de regard sur la pertinence des critères choisis.*

### **Compétences transversales sollicitées :**

- Ordre intellectuelle : exploiter l'information et exercer son jugement critique
- Ordre personnel et social : actualiser son potentiel et coopérer
- Ordre méthodologique : se donner des méthodes de travail efficaces et exploiter les TIC.
- Ordre de la communication : communiquer de façon appropriée.

### **Disciplines touchées :**

Physique, chimie, mathématique, français, sensibilisation à l'entrepreneuriat et monde contemporain.

### **Domaines généraux de formation touchés :**

Cette activité permet de travailler les domaines suivants : environnement et consommation, puis orientation et entrepreneuriat.

### ***Science et technologie***

#### **Univers et quelques concepts prescrits :**

- Univers matériel : propriétés de la matière, transformation de la matière, fluide, concentration, transformation de l'énergie
- Univers technologique : schéma de principe, forces, transformation du mouvement, transmission du mouvement, et plusieurs autres concepts relevant de l'ingénierie mécanique!

#### **Compétences disciplinaires :**

Les compétences 2 (mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques) et 3 (communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie) sont davantage ciblées.

## **3. Le plus petit morceau de chocolat qui soit!**



La construction des concepts des atomes et molécules peut s'avérer périlleuse en considérant le degré d'abstraction exigé. Pourquoi ne pas profiter l'engouement actuel pour la cuisine moléculaire et de la force du stimulus primaire qu'est la nourriture?!? Au deuxième cycle du secondaire (2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> année), vous aurez la possibilité d'explorer la biochimie des différentes molécules organiques constituant le chocolat ou bien régnant sur la chimie des desserts! Toutefois, avant d'entamer un tel projet, il faut préalablement déterminer précisément : qu'est-ce que la gastronomie et la cuisine moléculaire. Pour de plus amples informations, rendez-vous sur : <http://hervethis.blogspot.com/2009/10/le-petit-robert-nous-fait-beaucoup.html>.

Vous y retrouverez notamment les définitions suivantes :

- **Gastronomie moléculaire** : discipline scientifique, branche de la physico-chimie, qui cherche les mécanismes des phénomènes qui surviennent lors des transformations culinaires (introduite en 1988 par le physicien britannique Nicholas Kurti et par le chimiste français Hervé This).
- **Cuisine moléculaire** : mode culinaire qui utilise les résultats de la gastronomie moléculaire, et contribue à rénover les techniques culinaires

Il serait également intéressant d'étudier les « chocolats sans sucre », dont le Malchoc. Pour de plus amples informations rendez-vous sur le site de la compagnie Callebaut : <http://www.callebaut.com/befr/152>

#### Domaines généraux de formation :

Cette activité permet de travailler les domaines : Santé et bien-être et, Environnement et consommation.

#### Compétences transversales sollicitées :

- Ordre intellectuelle : exploiter l'information et mettre en œuvre sa pensée créatrice.
- Ordre personnel et social : actualiser son potentiel et coopérer
- Ordre méthodologique : se donner des méthodes de travail efficaces et exploiter les TIC.
- Ordre de la communication : communiquer de façon appropriée.

Disciplines touchées :

De nombreux concepts prescrits par les programmes de chimie et de physique de 3<sup>e</sup> année du second cycle peuvent être cernés par le sujet. Puis, la science et technologie, la mathématique et le français entreront en jeu.

**Science et technologie**

Description de la tâche :

En équipe présenter, préparer, présenter et expliquer les phénomènes physico-chimiques (comportement des molécules d'eau, des protides, des lipides et des protéines) se déroulant lors de la préparation d'un repas ou d'un dessert contenant du sucre et du chocolat (*vérifiez pour préalablement sélectionner un choix de recettes possédant ce potentiel tout en demeurant ouvert aux suggestions*) dans le cadre d'une présentation orale et d'un rapport écrit (bref).

*Voilà une belle opportunité de faire un lien avec l'univers vivant (voir activité #7). Quel effet le chocolat a-t-il sur le corps humain? Pour différencier davantage, vous pouvez le transformer en travail coopératif en groupe de quatre dans lequel deux des membres étudieraient les phénomènes physico-chimiques de la recette et les deux autres sur les effets sur la physiologie humaine. Est-ce que les ingrédients utilisés ont des propriétés anti-oxydantes?*

Univers et concepts prescrits :

- Univers matériel : atome, molécule, point de fusion, point d'ébullition, réactions chimiques, etc.
- Univers vivant : système digestif, système cardiovasculaire, types d'aliments, valeurs énergétique des aliments, etc.

Compétences disciplinaires :

Les compétences 2 (mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques) et 3 (communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie) sont davantage ciblées.

Sources :

Blais, C. (2007). *La chimie des desserts*, Les Éditions LA PRESSE, Montréal, 224p.

*Vive la chimie et générale, et les connaissances en particulier!*

<http://sites.google.com/site/travauxdehervethis/applications-pedagogiques/premier-degre/les-nouveaux-ateliers-experimentaux-du-gout/les-fiches-des-nouveaux-ateliers-experimentaux-du-gout>



#### 4. Le chocolat, ça m'emballe!

Afin que le chocolat conserve son intégrité, c'est-à-dire sa couleur, brillance, sa forme, sa texture et son goût, il faut le protéger des facteurs d'altération environnementaux. L'activité de conception suivante pourrait s'avérer intéressante en ce sens.

##### Domaines généraux de formation :

Environnement et consommation.

##### Compétences transversales sollicitées :

- Ordre intellectuelle : résoudre des problèmes, exploiter l'information et mettre en œuvre sa pensée créatrice.
- Ordre personnel et social : actualiser son potentiel et coopérer
- Ordre méthodologique : se donner des méthodes de travail efficaces
- Ordre de la communication : communiquer de façon appropriée.

##### Disciplines touchées :

Sciences et technologies et mathématiques. Cela peut s'avérer une opportunité de faire un lien avec la sensibilisation à l'entrepreneuriat.



### **Science et technologie**

#### Description de la tâche:

En équipe de deux, fabriquez un emballage qui permette de préserver l'intégrité du chocolat. Vous disposez uniquement des matériaux de fabrication suivants : papier, carton, aluminium, bois, fer, plastique (plusieurs types). Le résultat devra être **le plus écologique et le plus économique** possible! L'esthétique pourrait également être prise en compte.

*Pour diversifier davantage selon les intérêts des élèves, il est possible d'en faire une situation d'apprentissage coopératif ou une seconde dyade travaillerait à bâtir l'information nutritionnelle du produit.*

#### Univers et concepts prescrits :

- Univers technologique :
- Univers matériel : propriétés des matériaux, changement de phases

#### Compétences disciplinaires :

Cette activité de conception peut consister en une belle occasion de travailler au développement de la première compétence (chercher des réponses ou des solutions à un problème d'ordre scientifique ou technologique).

## 5. À chacun sa part du gâteau!



Dans un contexte socio-économique où la mondialisation et la promotion des achats locaux cohabitent, prenons quelques heures pour faire le point avec nos élèves en exploitant une approche culturelle! Le commerce équitable est plus que jamais un élément faisant partie des préoccupations actuelles. Vous retrouverez plus d'information sur le site web d'*Équiterre* :

<http://www.equiterre.org/equitable/index.php>

Ainsi, pourquoi ne pas s'en servir pour introduire l'exploitation des diverses ressources naturelles ou l'étude des populations en étudiant le cas des cacaoyers. Sachez qu'ils sont actuellement menacés! En observant leur répartition sur le globe, voilà une belle opportunité de travailler de pairs avec les enseignants d'univers social!

En ce sens, il s'agit d'une proposition de contexte pluridisciplinaire, qui permettrait d'entreprendre, notamment une démarche de construction d'opinion afin de contribuer au développement de l'esprit critique. Sachez qu'il faut environ 400 fèves pour produire environ 500 grammes de chocolat. Est-ce que son exploitation est louable? Quel est l'impact sur l'économie des différentes régions?

Domaines généraux de formation :

Cette activité permet de travailler les domaines : environnement et consommation et vivre-ensemble et citoyenneté.

Compétences transversales sollicitées :



- **Ordre intellectuelle :** exploiter l'information et exercer son jugement critique.
- **Ordre personnel et social :** actualiser son potentiel et coopérer
- **Ordre méthodologique :** se donner des méthodes de travail efficaces et exploiter les TIC.
- **Ordre de la communication :** communiquer de façon appropriée.

Disciplines touchées :

Français, univers social et science et technologie de l'environnement.

**Science et technologie**

Le volet scientifique de cette étude de cas s'oriente vers l'exploitation du cacao et les variations de population des cacaoyers dû à l'exploitation, mais majoritairement à l'impact du virus *Cocoa Swollen Shoot Virus*, (CSSV), ou pourriture brune, et d'un champignon nommé le "balai des sorcières".

Description de la tâche :

Deux choix :

Étudier le mode d'action du virus *Cocoa Swollen Shoot Virus* (quels sont les éléments facilitant et les facteurs de contraintes) et son impact sur la population local et mondial de cette espèce.

Étudier les caractéristiques et les causes-conséquences de la colonisation des cacaoyers par le champignon surnommé "balai des sorcières".

Univers et concepts prescrits :

- Univers vivants : caractéristique du vivant, virus, taxonomie, etc.
- Univers terre et espace : conditions favorables au développement de la vie, couches stratigraphiques, cycle biogéochimique, régions climatiques, lithosphère, hydrosphère, etc.

Compétences disciplinaires :

Les compétences 2 (mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques) et 3 (communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie) sont davantage ciblées.

## 6. Est-il possible de fabriquer un pont en chocolat?

L'univers technologique est, bien souvent, l'univers le moins exploré en sciences et technologies. Voici un défi appétissant!

### Domaines généraux de formation :

Il est possible de toucher au domaine de l'orientation et d'entrepreneuriat en présentant les différentes professions en lien avec le génie civil et ou les métiers liés à la gastronomie!



### Compétences transversales sollicitées :

- Ordre intellectuelle : résoudre des problèmes, exploiter l'information et mettre en œuvre sa pensée créatrice.
- Ordre personnel et social : actualiser son potentiel et coopérer
- Ordre méthodologique : se donner des méthodes de travail efficaces
- Ordre de la communication : communiquer de façon appropriée.

### Disciplines touchées :

Bien que le domaine d'apprentissage de la science et technologie (incluant physique et chimie) et de la mathématique soit principalement touchés, il est possible, tel que mentionné ci-haut, d'en profiter pour faire de la sensibilisation l'entrepreneuriat.

### *Science et technologie*

#### Description de la tâche :

Construire un pont en chocolat respectant les contraintes énoncées par l'enseignant.

Univers et concepts prescrits :

- Univers technologiques : concepts relevant de l'ingénierie mécanique
- Univers matériel : les propriétés de la matière

Compétences disciplinaires :

Un fois de plus, cette activité de conception peut consister en une belle occasion de travailler au développement de la première compétence (chercher des réponses ou des solutions à un problème d'ordre scientifique ou technologique).

## 7. Le chocolat : source d'énergie pour l'Homme et sa voiture?



C'est bien connu, le chocolat, en tant qu'aliment calorique, est une source d'énergie pour le corps humain. Mais quels sont précisément ses impacts sur la physiologie de notre corps? Comment distinguer les mythes de la réalité? Pourrions-nous utiliser l'énergie chimique qu'il contient d'autres fins?

### Domaines généraux de formation :

Les domaines généraux de formation environnement et consommations de même que santé bien-être sont particulièrement touchés.

### Compétences transversales sollicitées :

- Ordre intellectuelle : exploiter l'information et exercer son jugement critique.
- Ordre personnel et social : actualiser son potentiel et coopérer
- Ordre méthodologique : se donner des méthodes de travail efficaces et exploiter les TIC.
- Ordre de la communication : communiquer de façon appropriée.

### Disciplines touchées :

Biologie, chimie, physique et mathématiques sont ciblées.

## Science et technologie

### Description de la tâche :

Où se cache l'énergie dans le chocolat?

Dans le but de répondre à la question précédente en plus d'entamer la construction du concept de l'énergie, deux avenues vous seront suggérées. Maintenant, l'hydrogène peut même être produite en utilisant la bactérie *E. coli*! Voir : <http://www.sur-la-toile.com/article-1717-Du-chocolat-pour-faire-avancer-votre-voiture.html>

### Avenue 1 :

Démystifier les mythes autour des effets du chocolat sur le corps humains, commençons par explorer le trajet qu'il parcourt et les transformations physico-chimiques qu'il subit suite à son ingestion. Est-ce que le chocolat à plus forte teneur en cacao est meilleur pour la santé? Comment notre corps peut-il tirer l'énergie du chocolat?

### Avenue 2 :

Il est possible de faire une voiture qui roule au chocolat. Comment cela fonctionne?

### Univers et concepts prescrits :

Pour l'avenue 1 :

- Univers vivant : système digestif, système cardiovasculaire, types d'aliments
- Univers matériel : atome, molécules, etc.

Pour l'avenue 2 :

- Univers technologie : ingénierie mécanique
- Univers vivant : microorganismes
- Univers matériel : atome, molécule, réactions chimiques

Compétences disciplinaires :

Cette situation d'enseignement apprentissage peut favoriser principalement le développement de la première compétence (chercher des réponses ou des solutions à un problème d'ordre scientifique ou technologie) et de la troisième (communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie).

## Partie II : micro-activités

### Recettes

Faire une recette en classe peut vous sembler banal et sans intérêt pédagogique dans un cadre scolaire au secondaire. Cependant, sachez que cette activité peut rapidement gagner en complexité... Voici une recette de « brownies » au chocolat explicitée de façon traditionnelle :

#### *Moelleux au chocolat par Marion Villain*

##### **- Ingrédients:**

250g de chocolat noir

200g de beurre

4 œufs

150g de sucre

1 c à s de farine

1 pincée de sel

##### **-Préparation:**

*Faire fondre le beurre, y ajouter ensuite le chocolat. Quand la préparation est fondue, y ajouter le sucre. Dans un autre récipient, battre les œufs en omelette, avec une pincée de sel. Y ajouter la farine. Mélanger les deux préparations. Verser dans un moule (« caoutchouc » ou verre pour micro-onde, normal pour four). Faire cuire 20 min au four (180°/ thermostat 6) ou à puissance maximale au four micro-onde, en vérifiant la cuisson (durée approximative = 10minutes). Le gâteau doit être moelleux mais pas coulant... déguster froid, c'est plus digeste !*

-Source :

<http://www.speacc.sciences-po-europe-asia.com/index.php?post/2009/04/01/Moelleux-au-chocolat>

En considérant le domaine d'apprentissage Mathématique et science technologie, vous pouvez tirer profit de la réalisation de ce dessert en y intégrant quelques obstacles sur le plan de la conversion d'unités et des proportions. Toutefois, si nous souhaitons mettre l'accent sur l'omniprésence de la chimie en cuisine, présenter la recette en employant les noms scientifiques des produits d'usage commun peut se révéler très amusant et pertinent! Voici une recette de biscuits aux brisures de chocolat vue par un ingénieur chimiste :



## *Recette de biscuits aux brisures de chocolat d'un ingénieur chimiste*

### **Matériel**

236,6 cm<sup>3</sup> (500 mL) de triglycéride de suif hydrogéné (beurre ou margarine).

177,45 cm<sup>3</sup> (177 mL) de saccharose cristallin (sucre).

177,45 cm<sup>3</sup> (177 mL) de saccharose non raffiné (cassonade).

4,9 cm<sup>3</sup> (5 mL) de 4hydroxy3méthoxybenzaldéhyde (vanille).

2 protéines aviaires recouvertes d'albumine et encapsulées dans du carbonate de calcium (oeufs).

532,35 cm<sup>3</sup> (500 mL) de gluten (farine).

4,9 cm<sup>3</sup> (5 mL) de chlorure de sodium (sel).

4,9 cm<sup>3</sup> (5 mL) de bicarbonate de soude.

1 paquet de theobroma (brisures de chocolat).

236,6 cm<sup>3</sup> (250 mL) de fruits à coque désencapsulés et hachés (noix).

Cuillères à mesurer, bols à mélanger, tasses à mesurer et tôle de cuisson

### **Procédure**

*1. Battez en crème le triglycéride de suif hydrogéné, ainsi que les saccharoses cristallin et non raffiné dans un bol.*

*2. Ajoutez les protéines aviaires recouvertes d'albumine et encapsulées dans du carbonate de calcium, et mélangez bien.*

*3. Dans un autre bol, combinez le gluten, le chlorure de sodium et le bicarbonate de soude. Ajoutez au mélange crémeux.*

*4. Ajoutez en mélangeant le theobroma et les fruits à coque désencapsulés et hachés.*

*5. Placez de petites quantités du mélange final sur la tôle de cuisson.*

*6. Faites cuire au four à 463 K (190 °C ou 375 °F) pendant 8 à 10 minutes et laissez les réactions chimiques se produire.*

*7. Retirez du four et faites refroidir.*

### **Source :**

<http://ncwsnc.cheminst.ca/experiments/fchocochip.html>

Retrouvez plusieurs autres recettes sur : <http://www.chococlic.com/recettes/index.php>.

## Parties III : sources d'informations intéressantes

### **Passeport et Santé :**

[http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=chocolat\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=chocolat_nu)

Le site *Passeport et Santé*, contient une multitude d'informations sur le chocolat, présentées par Josiane Cyr, Dt. P., nutritionniste. On y aborde : son effet sur la santé, les nutriments les plus importants, les précautions, l'histoire du chocolat, ses usages et apprêts culinaires, sa conservation en plus d'un lien fait avec l'écologie et l'environnement.

### **Jean-Pierre Hévin, chocolatier :**

<http://jphevin.com/>

Sur une note plus ludique, il vous est maintenant possible de vous procurer des lunettes en chocolat pour 22euros par le biais du site internet ci-haut.

### **Les folies du chocolat :**

<http://www.chococlic.com/autour-chocolat/folies/index.php>

Dans la même optique, vous retrouverez sur ce site, des informations ayant une concentration plus faible en contenu scientifique, mais non moins intéressantes pour agrémenter vos séquences d'enseignement-apprentissage. Saviez-vous qu'en Oregon, on retrouve la plus grande fontaine de chocolat au monde qui en contient pas moins de 2tonnes?!?

### **Le musée du chocolat :**

[http://www.chocolatemuseum.ca/notre\\_compagnie.htm](http://www.chocolatemuseum.ca/notre_compagnie.htm)

Ce site de la confiserie Ganong du Nouveau-Brunswick, traite brièvement de l'histoire du chocolat (découvert en 1519) ainsi que de sa fabrication (il faut environ 400 fèves pour produire environ 500 grammes de chocolat)! Au début des années 1500, les fèves de cacao étaient utilisées comme monnaie d'échange. Autres fait intéressant, sachez qu'en ce moment, le marché mondial de la production de cacao est dominé par le Brésil et la Côte d'Ivoire qui à eux deux en contrôlent 50%.

**Radio-Canada:**

[http://www.radio-canada.ca/actualite/v2/anneeslumiere/niveau2\\_2476.shtml](http://www.radio-canada.ca/actualite/v2/anneeslumiere/niveau2_2476.shtml)

Le site de la chaîne télévisuelle nationale bouillonne d'informations sur divers sujets d'actualité et/ou d'intérêt particulier notamment sur le chocolat! En plus d'un reportage en ligne, elle propose également plusieurs hyperliens, dont celui vers le Choco-musée! Pour visiter ce dernier rendez-vous sur : <http://www.chocomusee.com/acc.html>

**Équiterre :**

<http://www.equiterre.org/equitable/index.php>

Tel qu'énoncé précédemment, le site de l'organisme *Équiterre* nous renseigne et nous sensibilise au commerce équitable.

**Le monde.fr « En quête de sciences »:**

<http://sciences.blog.lemonde.fr/2009/04/13/science-et-chocolat/>

Plusieurs mythes circulent autour du chocolat! Il s'avère quelquefois périlleux de distinguer le vrai du faux. C'est pourquoi, ce site propose « un petit tour web de la science version chocolat.

**Biscuit Leclerc :**

[http://www.leclerc.ca/fr/produits.php?cat=barres\\_chocolat&type=celebration](http://www.leclerc.ca/fr/produits.php?cat=barres_chocolat&type=celebration)

Vous retrouverez sur ce site différente information concernant cette entreprise et ces produits.

## Conclusion

La consommation mondiale de chocolat augmente chaque année. Parallèlement, plusieurs producteurs semblent vouloir adopter une pratique plus équitable de l'exploitation des ressources liées à la production de cette richesse sucrée, tandis que les cuisiniers, pâtisseries et chocolatiers innovent en découvrant toujours de nouvelles façons de nous faire découvrir cet aliment! À travers cet atelier, nous avons choisi d'utiliser celui-ci comme prétexte et/ou contexte, pour exploiter la diversité des élèves et offrir des pistes potentielles d'exploration en classe dans une classe de science et technologie au secondaire. Ainsi, que ce soit par la réalisation d'un défi, tel la fabrication d'un pont en chocolat ou encore d'expliquer la préparation d'un dessert, espérons que vous aurez beaucoup de plaisir à investiguer la science autour du chocolat, dans une optique de différenciation pédagogique! Quels autres thèmes suggèreriez-vous pour entreprendre une démarche similaire?



## Références

Blais, C. (2007). *La chimie des desserts*, Les Éditions LA PRESSE, Montréal, 224p.

Hume, K. (2009). *La différenciation pédagogique au secondaire*, ERPI, Montréal,

Langlois, M. et Cloutier, N. (2006). *La planification au secondaire*, HMH Hurtubise, Montréal,

Legendre, R. (2000). *Dictionnaire actuel de l'éducation 2<sup>e</sup> édition*, Guérin, Montréal, 1500p.

Bruxelle-Export, (2009), Cuisinemoléculaire.com, <http://www.cuisinemoleculaire.com/>, site consulté le 12 octobre 2009.

S.V.P. Consultez également la liste des figures et images.

## Perception de la saveur sucrée

Un édulcorant\* est caractérisé par l'intensité de sa saveur sucrée. Le saccharose est pris comme édulcorant de référence : sa saveur sucrée est de 100. Ce n'est pas une machine qui a calculé ces chiffres. "L'outil" de mesure est un groupe d'individus que l'on nomme « jury d'analyse sensorielle ». Ces personnes ont appris à mémoriser des saveurs et des odeurs caractéristiques et elles savent les quantifier.

Saccharose	100
Sucre inverti	110-125
Sirop de glucose 38 DE**	40-45
Sirop de glucose 60 DE**	65
Dextrose	70
Sirop de glucose riche en fructose	100
Sorbitol	50-70
Fructose	130-150
Lactose	15-25
Aspartame	10 000- 20 000

La perception sucrée est très complexe. A l'heure actuelle, on ne sait toujours pas pourquoi certains composés sont à l'origine de la transmission du message « saveur sucrée » des cellules gustatives jusqu'au cerveau.

Deux composés peuvent procurer une sensation en bouche très différente bien qu'ayant une structure très proche :

- le saccharose est sucré alors que le lactose l'est à peine,
- le sucralose est synthétisé à partir du saccharose, mais son pouvoir sucrant est 650 fois supérieur (65 000),
- l'aspartame « alpha » est l'édulcorant de synthèse que l'on connaît tous ; l'aspartame « bêta » est fortement amer.

Deux composés peuvent également être à l'origine d'un même goût alors que leurs structures sont très différentes. Ainsi, l'aspartame et le saccharose ont tous deux un goût sucré, alors que l'aspartame est une protéine, comme la gélatine, et le saccharose est un glucide comme le glucose, le lactose, ou le fructose. L'aspartame a de plus un pouvoir sucrant beaucoup plus élevé que le saccharose.

Par contre, l'aspartame ne peut être utilisé pour sucrer un produit qui sera cuit à température élevée (gâteau,...), car, comme toute protéine, l'aspartame sera détruit par la chaleur (température supérieure à 80° C).

La sensation perçue en bouche varie en fonction du produit dans lequel l'édulcorant est incorporé. Ainsi, le *fructose a un pouvoir sucrant supérieur au saccharose dans le jus de citron mais inférieur dans un jus de pamplemousse et cela malgré une acidité identique dans les deux jus.*

L'évaluation en bouche reste le seul moyen fiable pour comparer la saveur sucrée de divers édulcorants. Mais la recherche progresse, notamment dans la connaissance des édulcorants protéiques. Certains laboratoires arrivent à prédire le pouvoir sucrant d'un édulcorant protéique, avant que le composé ne soit testé, ni synthétisé.

\* Les édulcorants regroupent toutes les substances qui ont une saveur sucrée. On désigne par édulcorants intenses (encore appelés de synthèse car synthétisés par voie chimique ou enzymatique) les composés ayant une saveur sucrée très prononcée : par exemple, l'aspartame, la saccharine, etc.

Source : [http://www.patisserie-artisanale.com/medias/PDF\\_ctmp/3-lettres-technologiques/LT5%20mars%201998.pdf?confederation=](http://www.patisserie-artisanale.com/medias/PDF_ctmp/3-lettres-technologiques/LT5%20mars%201998.pdf?confederation=)

## LE CHOCOLAT AU MALTITOL (Sans sucre)

Le maltitol fait partie de la famille des polyols qui sont très utilisés dans les confiseries sans sucre ajouté en remplacement du saccharose.

Les polyols élèvent peu la glycémie et l'insulémie et sont donc adaptés à la consommation par les diabétiques.

Ils sont également non cariogènes : ils ne favorisent pas la formation de la carie dentaire.

Par contre une ingestion excessive de polyols peut avoir un effet laxatif. La dose maximale de maltitol recommandée est de 50 g/jour pour les adultes et de 30 g pour les enfants.

Le maltitol est obtenu à partir du maltose par hydrogénation.

Cette transformation diminue son assimilation par l'organisme et sa valeur calorique est de 2,4 kcal/g contre 4kcal/g pour le saccharose.

Le maltitol a une saveur sucrée équivalente à 90-95% de celle du saccharose.

### LE MALTITOL DANS LE CHOCOLAT SANS SUCRE AJOUTE

Grâce aux caractéristiques du maltitol, il est possible de remplacer intégralement le saccharose dans un chocolat par du maltitol.

Le chocolat obtenu est très proche car le processus classique de fabrication est maintenu. Le chocolat subit un « conchage » classique et son goût est bien affiné.

Le chocolat au maltitol peut donc être consommé par les diabétiques. Une argumentation sur sa non-cariogénicité peut également être faite. Sa dénomination officielle est : chocolat au maltitol.

Il ne peut pas y avoir d'argumentation sur la réduction calorique qui n'est que de 12 % par rapport au même chocolat au saccharose (il faut au moins 30 % de réduction).

La dose maximale de chocolat au maltitol par rapport à l'effet laxatif pour un adulte est de 100g environ par jour et de 65g pour un enfant.

Dans l'étiquetage, il faut faire figurer la mention : " une consommation excessive peut entraîner des effets laxatifs "

L'utilisation du chocolat au maltitol est identique à celle du chocolat classique. Il existe également un Praliné au Maltitol, des Fourrages au Maltitol et des Vermicelles au Maltitol.

**Source :** <http://www.chococlic.com/le-chocolat/chocolat-sans-sucre/index.php>



## Un morceau de chocolat (70% cacao) par jour éloigne-t-il le médecin pour toujours!

*Theobroma cacao*, ou l'aliment des dieux, tel est le nom scientifique de cet aliment qu'est le chocolat. Ses propriétés sont multiples, pour le plaisir des sens ainsi que pour la santé de la tête aux pieds.

### Flavanoïdes et gras stéarique, deux composés d'intérêt

Le chocolat est un des aliments les plus riches en polyphénols du groupe des flavonoïdes, substances antioxydantes présentes dans le règne végétal. Présents dans le cacao, on les retrouve également dans les fruits, les légumes, le thé et le vin.

Ce sont ces éléments qui expliqueraient les principales propriétés mieux-être du chocolat noir, riche en cacao.

Des études scientifiques récentes suggèrent que le cacao et le chocolat peuvent exercer des effets bénéfiques sur la prévention des maladies du cœur et de certains cancers. L'action de leurs antioxydants varie mais permettrait l'abaissement de la pression sanguine, la diminution de l'inflammation et de l'oxydation du cholestérol dans le sang. Elle augmenterait l'effet antiplaquettaire et améliorerait la sensibilité des cellules du corps à l'insuline.

Le chocolat est également composé de gras saturé (palmitique et stéarique) et monoinsaturé (oléique). Par contre, l'acide gras stéarique n'influencerait pas le cholestérol sanguin! En fait, il serait métabolisé en acide oléique; le même gras réputé contenu dans l'huile d'olive.

Le chocolat est avant tout un aliment calorique qui renferme environ 100 calories pour 20 grammes dans le cas du chocolat noir à 70% de cacao. À cette teneur en cacao, il contient environ 30% de gras. Une incitation à l'activité physique quotidienne! Il devrait vous inciter soit à l'équivalent d'une marche rapide de 30 minutes, du jardinage de 30 minutes ou d'un ménage de la maison pendant 30 minutes.

Le chocolat et l'amour? Eh bien, l'ambiance de l'occasion et son utilisation plus que les composés du chocolat seraient en cause. Par contre, une substance secrétée lorsqu'on est en amour, la phényléthylamine, est également présente dans le chocolat, mais en des quantités trop faibles!

Le chocolat riche en cacao peut donc faire partie d'un régime de vie équilibrée, où qualité, variété, fraîcheur, modération et bien-être sont au rendez-vous.



### Références choisies

#### Le chocolat : à votre santé!

[www.extenso.org/pleins\\_feux/detail.php/f/1312](http://www.extenso.org/pleins_feux/detail.php/f/1312)

#### Chocolat et cacao

[www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=chocolat\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=chocolat_nu)

## Prière de se laver les mains avant de débuter les manipulations

### Des situations problématiques chocolatées et différenciées

Durée : 20 minutes

Un dossier de presse est mis à votre disposition

#### 1) Et si on mesurait l'indice *BRIX* de différents sucres

##### **Tâche**

À partir des aliments mis à votre disposition, tenter de découvrir l'indice BRIX. Une seule goutte devrait suffire. Manipuler avec soin l'instrument. Avant de placer un nouvel échantillon, il faut prendre soin de bien nettoyer la surface de l'instrument.

##### **Matériel**

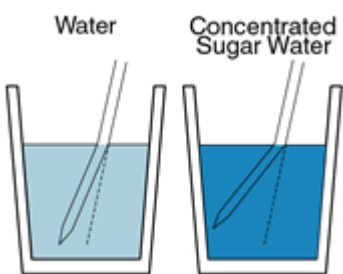
Différents aliments sucrés

Deux réfractomètres

Papier absorbant

Eau

Contenants de plastique



##### **Réfraction**

Lorsque l'on place une paille dans un verre d'eau, la paille paraît courbée. Or, si on place une paille dans un verre d'eau contenant du sucre dissous, la paille semble encore plus courbée (voir l'illustration). Il s'agit du phénomène connu sous le nom de : " loi de la réfraction lumineuse ". Les réfractomètres sont des instruments de mesure mettant en pratique ce phénomène de réfraction lumineuse. Ils se basent sur le principe qu'à mesure que la densité d'une substance augmente (p. ex. lorsque le sucre est dissous dans l'eau), son indice de réfraction (le degré de la courbure qui semble apparaître) croît proportionnellement. Le réfractomètre fut inventé par le Dr Ernst Abbe, un scientifique allemand/autrichien du début du 20e siècle.

##### **Principe du réfractomètre**

Il existe deux systèmes de mesure permettant de constater l'indice de réfraction : le système de mesure par transparence et le système de mesure par réflexion. Les réfractomètres portables et le réfractomètre d'Abbe appliquent le système de mesure par

## **Prière de se laver les mains avant de débiter les manipulations**

transparence, alors que les réfractomètres numériques appliquent le système de mesure par réflexion.

### **Système de mesure par transparence**

Le système de mesure pour les réfractomètres portables (mesure par transparence) est résumé ci-dessous :

- ( 1 ) Comme l'indique la figure ci-après, la constatation s'effectue au moyen du phénomène de réfraction produit sur la bordure du prisme et de l'échantillon.  
L'indice de réfraction du prisme est bien supérieur à celui de l'échantillon.
- ( 2 ) Si l'échantillon est léger, l'angle de réfraction est grand (voir " a ") en raison de la forte différence de l'indice de réfraction entre le prisme et l'échantillon.
- ( 3 ) Si l'échantillon est concentré, l'angle de réfraction est petit (voir " b ") en raison de la faible différence de l'indice de réfraction entre le prisme et l'échantillon.

L'indice Brix est utilisé en viticulture, en acériculture, en chocolaterie pour mesurer la concentration de sucre dans un mélange.

#### ***Que constatez-vous ?***

C'était votre première expérience avec cet instrument ?

Quel(s) concept(s) de physique pourrait être abordé ici ? Et en biologie ? Puis en chimie ?

## Prière de se laver les mains avant de débiter les manipulations

### Des situations problématiques chocolatées et différenciées

Durée : 20 minutes

Un dossier de presse est mis à votre disposition

#### 2) *Une mousse au chocolat...émulsionnante !* »

##### *Tâche*

Votre tâche consiste à fabriquer une mousse ou si vous préférez, du chocolat Chantilly. Voici le matériel dont vous disposez, suivi de la préparation et des questions à répondre.

##### *Matériel*

Plaques chauffante ou micro-onde, fouets, plats, etc.

100 ml de liquide ( thé, café, jus d'orange, coulis de framboise, whisky, etc.)

110 g de bon chocolat

de la glace, pour refroidir la mousse.

##### *Préparation*

1. verser le liquide dans un plat et le faire chauffer jusqu'à ébullition,
2. verser le liquide chaud sur le chocolat dans un bol pour le faire fondre, et mélanger jusqu' à ce soit homogène,
3. déposer le bol dans un plat rempli de glace pour le refroidir,
4. fouetter jusqu'à ce la texture forme une mousse, comme de la crème fouettée.

##### *Questions*

1. Pourquoi la mousse a-t-elle changée de couleur entre l'étape 2 et 4 (de marron foncé à marron plus pâle)?
2. Traditionnellement, cette mousse était **faite soit à partir de crème, soit** en utilisant un blanc d'œuf ou l'œuf entier. Comment expliquez-vous ce changement; il n'y a pas de crème, ni d'œuf ici?
3. Pouvez-vous me donner d'autres exemples d'émulsions?

##### *Que constatez-vous ?*

Les concepts, les démarches, les approches ?

**Prière de se laver les mains avant de débiter les manipulations**

**Des situations problématiques chocolatées et différenciées**

**Durée : 20 minutes**

Un dossier de presse est mis à votre disposition

**3) Un pont blanc, brun et noir...**

***Tâche et matériel***

Vous disposez de six palettes de chocolat (2 de couleur marron foncée, 2 de couleur marron pâle et 2 de couleur blanche) dont les dimensions sont de 50 mm X 130 mm X 4 mm. Un pont devra être construit en respectant le cahier des charges. La longueur totale du pont sera de 30 cm. À noter qu'une palette de chocolat mesure moins de 13 cm et pèse environ 27 grammes. Le défi est de construire le pont le plus résistant possible ?

***Que constatez-vous ?***

Quelles sont les propriétés du chocolat ? La résistance du chocolat noir, du brun et du blanc est-elle la même ? Pourquoi ? Des preuves ? Comment pensez-vous que votre pont peut supporter de plaquettes ?

Quels concepts, démarches et approches pourraient être visés avec des élèves ?

**Prière de se laver les mains avant de débiter les manipulations**

**Des situations problématiques chocolatées et différenciées**

**Durée : 20 minutes**

Un dossier de presse est mis à votre disposition

**4) Une tour en chocolat**

***Tâche et matériel***

Vous disposez de plusieurs palettes de chocolat noir de 40 mm X 27 mm X 4 mm. Votre tâche consiste à construire une tour...la plus haute possible, sans quelle ne tombe. La technologie invite par ailleurs à procéder à un schéma de principe avant de débiter l'assemblage. Du glucose liquide est mis à votre disposition et pouvant servir d'agent liant. Mais, ce n'est peut-être pas la seule solution...

***Votre schéma***



***Que constatez-vous ?***

Quels ont été les défis rencontrés ? Quels concepts, démarches, approches, etc. pourraient être abordés avec une telle activité ? Et l'approche orientante dans tout cela ?

## **Prière de se laver les mains avant de débiter les manipulations**

### **Des situations problématiques chocolatées et différenciées**

**Durée : 20 minutes**

Un dossier de presse est mis à votre disposition

#### **5) Une dégustation sucrée et...chocolatée**

##### ***Tâche et matériel***

Les yeux bandés, deux participants volontaires goûtent les chocolats (ou produits sucrés) et essaient de deviner ...et d'en proposer un certain ordonnancement...« du moins sucré, au plus sucré ». ATTENTION, il faut s'assurer que les personnes ne soient pas allergiques. De plus, les volontaires ne pourront voir les produits à goûter! Idéalement...les deux goûteurs se verront présenter les produits à déguster...dans un ordre différent.

Pour l'activité de classification des sucres...un tableau serait nécessaire ? (voir le document La perception des saveurs sucrées dans le dossier de presse)

##### ***Que constatez-vous ?***

Quels ont été les défis rencontrés ? Quels concepts, démarches, approches, etc. pourraient être abordés avec une telle activité ? Quelle zone de la langue est davantage mise à contribution. La langue peut-elle être trompée ? Le métier de « goûteur » existe-t-il ? Auriez-vous tendance à goûter du chocolat blanchi ? Qu'est-ce qui cause cette coloration soudaine ?

##### **Références**

Blais, Christina (2007) *La chimie des desserts*. 200 à 211

Ainsi que de nombreux ouvrages de Hervé This (voir les références dans un autre fichier)

## Le réfractomètre, cet incompris. Le cas en acériculture

**Alain Boily, agronome**  
**Conseiller régional en acériculture**

Le réfractomètre est un instrument qui utilise certains principes optiques pour estimer la concentration d'une solution. Il est primordial de bien savoir s'en servir et d'être vigilant pour pouvoir en obtenir des informations précises, car même le meilleur appareil au monde ne peut compenser une utilisation insouciance. Ainsi, il est important de vérifier périodiquement l'étalonnage de cet appareil et d'appliquer les consignes simples d'opération.

Chaque substance dissoute dans l'eau ou le sirop influence le déplacement de la lumière dans un certain volume de solution. En effet, chaque substance provoque un déplacement du parcours lumineux par rapport au parcours de l'eau pure. Le rapport entre ces deux directions est défini comme l'indice de réfraction de la substance dissoute. Plus la concentration d'une substance est élevée, plus la réfraction de la lumière est importante. Par conséquent, la mesure de l'indice de réfraction peut facilement devenir une mesure indirecte de la concentration de la substance dissoute.

Dans l'industrie acéricole, on utilise le réfractomètre pour des solutions composites (eau d'érable, concentré, sirop), c'est-à-dire composées de plusieurs produits en solution. Par exemple, l'eau d'érable contient différents produits dont des sucres (**saccharose, glucose, fructose**), des acides organiques (**malique, fumarique, gluconique**, etc.), des minéraux (**calcium, potassium, phosphore**, etc.) et d'autres composés organiques provenant des micro-organismes ou constituant ceux-ci. Selon sa concentration, chacune de ces substances a sa propre influence sur le parcours lumineux. L'indice de réfraction de l'eau d'érable est, en quelque sorte, la somme de l'effet de chaque constituant présent dans l'eau d'érable.

Le degré Brix d'une eau d'érable, lu au moyen d'un réfractomètre, n'indique pas strictement la teneur en sucre de l'eau d'érable. Il s'agit d'une approximation qui est d'autant plus juste lorsque cette eau d'érable ne contient presque pas d'éléments dissous autres que le sucre. Plus cette eau est minéralisée, plus elle contient de métabolites d'origine bactérienne et plus l'écart entre le véritable pourcentage de sucre et la mesure (degré Brix) risque de devenir appréciable. L'échelle « degré Brix » a été développée pour comparer plus facilement l'indice de réfraction d'une grande variété de solutions. Cette échelle utilise une solution pure de saccharose comme solution de référence. Un degré Brix représente 1 % en poids de saccharose dans la solution.

Le choix de l'échelle de graduation du réfractomètre est fait en fonction de la concentration en sucre des solutions que l'on veut mesurer. Compte tenu de l'utilisation particulière à laquelle est destiné le réfractomètre (eau d'érable, concentré ou sirop), la lecture doit être dans la zone de l'échelle ayant la plus haute précision, soit dans la portion centrale de l'échelle. Cette zone se situe entre le 1/4 inférieur de l'échelle et le 3/4 supérieur de l'échelle. Ainsi, pour une échelle de 0 à 20 degrés Brix, la zone de lecture la



plus précise se situe entre 5 et 15 degrés Brix. Un réfractomètre ayant une échelle de 0 à 20 degrés Brix convient pour l'eau d'érable, qui se situe habituellement entre 2 et 4 degrés Brix, et pour le concentré d'eau d'érable, qui se retrouve souvent entre 6 et 11 degrés Brix.

L'appareil doit posséder un ajustement oculaire pour faciliter la lecture de l'échelle, laquelle devrait présenter une graduation minimale au 0,5 degré Brix, bien espacée (1/16 à 1/8 de pouce). Le réfractomètre est un appareil optique de précision. Par conséquent, on devrait retrouver dans son emballage, lors de l'achat, les spécifications du manufacturier: certificat d'étalonnage, manuel d'utilisation et d'entretien, mise en garde, table de correction de température, etc.

## VÉRIFICATION DE L'ÉTALONNAGE

La vérification périodique de l'étalonnage doit être réalisée. Pour ce faire, certains appareils sont vendus avec une trousse d'étalonnage constituée de solutions de référence ou encore de prismes de verre de précision. Il arrive souvent que des réfractomètres soient vendus sans fiche individuelle d'étalonnage et sans trousse d'étalonnage complète (solutions de référence et procédure de vérification). Dans ce cas, nous vous proposons la procédure d'étalonnage suivante:

Les réfractomètres à eau d'érable et concentrés ont une échelle débutant à zéro (par exemple, l'échelle peut aller de 0 à 20 degrés Brix et plus). Utiliser de l'eau distillée. La lecture au réfractomètre doit être égale à zéro; sinon, ajuster à zéro selon les spécifications du manufacturier avec la vis d'ajustement.

Dans le cas d'un réfractomètre dont l'échelle débute **au-dessus de zéro**, ce qui est souvent le cas des réfractomètres à sirop, dont l'échelle est de 40 à 80 degrés Brix, il faut recourir à une solution de référence vendue par un manufacturier ou un distributeur d'équipements acéricoles. Cette solution de référence est à base d'huile et possède un indice de réfraction de 66 degrés Brix, permettant une lecture dans la zone de plus haute précision de l'appareil, soit entre 50 et 70 degrés Brix.

À défaut d'acheter une solution de référence, on peut la préparer soi-même, quoique la procédure de fabrication demande beaucoup de précision pour obtenir une solution de saccharose à la concentration désirée qui est de 66 degrés Brix. Le matériel requis comprend une plaque chauffante et un agitateur magnétique, qui peuvent aussi être remplacés par un élément de cuisinière et une spatule de bois, de l'eau distillée, du sucre blanc et une balance de précision permettant de peser au gramme près.

## EXEMPLE

En mettant 66 grammes de sucre dans 34 grammes d'eau distillée; cela produit une solution à 66 degrés Brix de sucre à 20 degrés Celsius. Chauffer lentement jusqu'à 60 degrés Celsius en utilisant un couvercle sur le contenant. Lorsque le sucre est complètement solubilisé, laisser refroidir à la température de la pièce (20 degrés Celsius).

Garder la solution couverte pendant le refroidissement, afin d'éviter toute perte d'eau par évaporation. Placer la solution de référence dans de petits contenants.

## **PROCÉDURE POUR L'ÉTALONNAGE**

Bien nettoyer le prisme du réfractomètre. La température du réfractomètre et celle de la solution de référence doivent être identiques et se situer à 20 degrés Celsius. Déposer 2 à 3 gouttes de solution de référence sur le prisme du réfractomètre à l'aide d'un cure-dent ou une pipette. Refermer l'appareil et attendre environ 30 secondes. Noter le degré Brix et ajuster le réfractomètre, s'il y a lieu, avec la vis d'ajustement. Ensuite, procéder à une nouvelle vérification.

## **LES ERREURS À ÉVITER**

Lors de l'utilisation d'un réfractomètre et de la prise d'échantillons de sirop en vue de l'analyse, les erreurs les plus fréquemment observées sont les suivantes:

- un instrument mal étalonné;
- une acuité visuelle déficiente (graduation trop petite, mauvais angle de visée, etc.);
- un instrument souillé ou mal asséché;
- une eau de nettoyage trop froide ou trop chaude (la température idéale est de 20 degrés Celsius);
- un échantillon de sirop chaud placé dans un contenant non hermétique, durant la période de refroidissement précédant la lecture au réfractomètre;
- un contenant d'échantillonnage mal asséché avant d'y mettre du sirop;
- ne pas avoir agité le contenant d'échantillonnage avant son ouverture (récupération du condensat dans le bouchon);
- un échantillon de sirop trop chaud, trop froid ou mal filtré peut occasionner une lecture imprécise;
- application de l'échantillon de sirop sur le réfractomètre, directement du contenant, sans utilisation d'un cure-dent.

**Source :** <http://www.agrireseau.qc.ca/erable/documents/Refrabab.doc>

## Chocolat : 7 fiches recettes d'Hervé This

1. **Béarnaise émulsion au chocolat** (p.32)
2. **Béarnaise mousse au chocolat** (p.32)
3. **Chocolat Chantilly** (p. 37)
4. **Dispersion de chocolat** (p. 39)
5. **Glace à l'azote liquide** (p. 39)
6. **Liebig de chocolat** (p.40)

Source : <http://sites.google.com/site/travauxdehervethis/applications-technologiques/fiches-cuisine>

- 7- La fameuse Crème Chantilly.** Extrait du livre « **La casserole des enfants** » (pour des jeunes, mais qui peut être « ajustée » pour des élèves du secondaire)

Peut-on faire du chocolat en neige? Voir les pages 4 à 7

À la page 4, exercice 5, on réalise de la crème fouettée. Puis on cherche à reproduire la mousse formée à partir du chocolat.

À la page 4, exercice 6-Chocolat Chantilly

À la page 5, exercice 7-Suite de l'émulsion

À la page 6, exercice 8-Battre jusqu'à ce que la température atteigne 34° C (changement de couleur de marron foncé à marron clair)

À la page 6, exercice 9-Observation de la mousse

À la page 6, exercice 10-La mousse est chauffée

À la page 6, exercice 11-On refroidi la mousse à nouveau en la Fouettant

### **Définition de gastronomie et cuisine moléculaire**

Source : <http://hervethis.blogspot.com/2009/10/le-petit-robert-nous-fait-beaucoup.html>

**Gastronomie moléculaire** : discipline scientifique, branche de la physico-chimie, qui cherche les mécanismes des phénomènes qui surviennent lors des transformations culinaires (introduite en 1988 par le physicien britannique Nicholas Kurti et par le chimiste français Hervé This).

**Cuisine moléculaire** : mode culinaire qui utilise les résultats de la gastronomie moléculaire, et contribue à rénover les techniques culinaires

Une recette, deux versions !

**Une recette de biscuit au chocolat-Version pour scientifiques avertis !**



**Matériel**

236,6 cm<sup>3</sup> de triglycéride de suif hydrogéné.

177,45 cm<sup>3</sup> de saccharose cristallin.

177,45 cm<sup>3</sup> de saccharose non raffiné.

4,9 cm<sup>3</sup> de 4hydroxy3méthoxybenzaldéhyde vanille.

2 protéines aviaires recouvertes d'albumine et encapsulées dans du carbonate de calcium.

532,35 cm<sup>3</sup> de gluten.

4,9 cm<sup>3</sup> de chlorure de sodium.

4,9 cm<sup>3</sup> de bicarbonate de soude.

1 paquet de theobroma.

236,6 cm<sup>3</sup> de fruits à coque désencapsulés et hachés.

**Instruments**

Cylindre gradué.

Bécher.

Plaque chauffante.

Balance électronique

**Procédure**

Battez en crème le triglycéride de suif hydrogéné, ainsi que les saccharoses cristallin et non raffiné dans un bol.

Ajoutez les protéines aviaires recouvertes d'albumine et encapsulées dans du carbonate de calcium, et mélangez bien.

Dans un autre bol, combinez le gluten, le chlorure de sodium et le bicarbonate de soude. Ajoutez au mélange crémeux.

Ajoutez en mélangeant le theobroma et les fruits à coque désencapsulés et hachés.

Placez de petites quantités du mélange final sur la tôle de cuisson.

Faites cuire au four à 463 K pendant 8 à 10 minutes et laissez les réactions chimiques se produire.

Retirez du four et faites refroidir.

### ***Une recette de biscuit au chocolat-Version pour tous!***



#### **Ingrédients**

500 mL de beurre ou margarine.  
177 mL de sucre.  
177 mL de cassonade.  
5 mL d'essence de vanille.  
2 oeufs.  
500 mL de farine.  
45 mL de sel.  
45 mL de bicarbonate de soude (petite vache).  
1 paquet de brisures de chocolat.  
250 mL de noix hachées.

#### **Instruments**

Cuillères à mesurer.  
Bols à mélanger.  
Tasses à mesurer.  
Tôle de cuisson.

#### **Préparation**

Battez en crème le beurre (ou la margarine) avec la cassonade dans un bol.  
Ajoutez les œufs et mélangez bien.  
Dans un autre bol, combinez la farine, le sel et la petite vache. Ajoutez au mélange crémeux.  
Ajoutez en mélangeant le chocolat et les noix hachées.  
Placez de petites quantités du mélange final sur la tôle de cuisson.  
Faites cuire au four à 375 °F pendant 8 à 10 minutes pour la cuisson.  
Retirez du four et faites refroidir.

## Vade macum pour les situations problématiques

### **Une analogie**

Le chocolat est une dispersion de cristaux de sucre et de poudre de cacao dans du beurre de cacao. Ce dernier, en cristallisant joue le rôle de liant pour les particules solides, comme le ciment lie le sable et le gravier dans le béton.

### **Saviez-vous que...**

Le beurre de cacao, qui est la matière grasse du chocolat (on n'évoquera pas ici les débats à propos des législations qui autorisent l'introduction d'autres matières grasses dans le chocolat) est composé à 80 pour cent (80 %) de trois triglycérides, molécules constituées de glycérol (ce que l'on nomme couramment la glycérine) auquel sont liés trois acides gras : **de l'acide palmitique, de l'acide stéarique et de l'acide oléique.**

Cette composition explique les remarquables propriétés physiques du beurre de cacao. Si le beurre de cacao n'était composé que d'une seule sorte de molécules, il fondrait à une température fixe, tout comme la glace fond à 0 degré sous une pression normale.

Le chocolat n'est pas un corps pur, mais il n'en est pas loin.

Le chocolat sera plus malléable si nous le rendons plus « impur ». L'idée n'est pas neuve : les cuisiniers ont l'habitude de fondre des préparations chocolatées plus molles. Cependant, on peut poursuivre l'idée : à l'aide de l'huile neutre que l'on chauffe, on ajoute du chocolat, qui se mêle parfaitement et modifie à volonté les propriétés de fusion.

Pour remplacer la crème, le cuisinier devra confectionner une émulsion de chocolat...ce n'est pas difficile : dans une casserole, placez une solution aqueuse (eau, café, thé, etc.), puis chauffez en ajoutant des carrés de chocolat; une émulsion de chocolat de forme.

Les branches du fouet introduisent progressivement des bulles d'air, qui sont stabilisées par les molécules de caséine (une protéine) et par la cristallisation de la matière grasse.

...une dispersion de gouttelettes de matière grasse (celles du lait, par exemple) dans de l'eau (l'eau du lait, qui dissout également des sucres, tel que le lactose, et de sels minéraux; mais ces ingrédients qui contribuent au goût de la crème Chantilly sont sans importance pour la réalisation que nous visons).

Pour obtenir du « chocolat Chantilly », nous devons, de même réaliser une émulsion de chocolat. À cette fin, nous devons réunir de l'eau, un tensioactif, et le beurre de cacao. En pratique, on versera simplement, dans une casserole, un peu d'eau, qu'il serait gastronomiquement approprié de parfumer : jus d'orange, par exemple. Puis on ajoutera des molécules tensioactives : nous avons le choix entre les protéines du blanc d'œuf, le jaune d'œuf, etc.

De cette émulsion, faisons maintenant une mousse : plaçons la casserole dans un récipient contenant les glaçons, afin de faire cristalliser le chocolat autour de bulles d'air que nous introduirons au fouet ou au batteur électrique. La procédure est alors exactement la même que pour une crème Chantilly : fouettons pendant que la sauce refroidit. D'abord le fouet introduit de grosses bulles d'air; puis progressivement, la cristallisation est atteinte, le volume de la sauce augmente d'un coup (la sauce foisonne), tandis que sa couleur passe du marron foncé au marron clair.

L'introduction des bulles d'air modifie également la texture...

Le **blanchiment** correspondrait à la recristallisation, lors d'un refroidissement, de ces fractions enrichies en triglycérides à une seule double liaison.

Les cristaux du chocolat blanchi, très différents de ceux du chocolat de masse, sont composés essentiellement de triglycérides à une seule double liaison...

Si vous souhaitez conserver l'arôme et l'aspect du chocolat, stockez-le à basse température, par exemple entre 10 et 15 degrés.

**Source** : Hervé This dans Casseroles & Éprouvettes

Et pour les plus mordus, un simple clic : Une création cosmonaute en chocolat  
[http://www.wat.tv/video/creation-cosmonaute-1elad\\_18vq4\\_.html](http://www.wat.tv/video/creation-cosmonaute-1elad_18vq4_.html)



## Quelques références d'un auteur prolifique : Hervé This

- 1993 *Les Secrets de la casserole*, [Éditions Belin](#).
- 1995 : *Révélations gastronomiques*, Éditions Belin. [ISBN 2-7011-1756-9](#)
- 1999 : *La Casserole des enfants*, Éditions Belin
- 2002 : *Six lettres gourmandes*, Éditions Jane Otmezguine
- 2002 : *Traité élémentaire de cuisine*, Éditions Belin.
- 2002 : *Casseroles et éprouvettes*, Éditions Pour la Science/Belin [ISBN 2-8424-5039-6](#)
- 2006 : *La Cuisine, c'est de l'amour, de l'art, de la technique*, Éditions Odile Jacob
- 2007 : *Construisons un repas*, Éditions Odile Jacob
- 2007 : *De la science aux fourneaux*, Éditions Pour la Science/Belin
- 2007 : *Alchimistes aux fourneaux*, Éditions Flammarion
- 2008 : *Propos culinaires et savants*, Éditions Belin.
- 2009 : *La sagesse du chimiste*, Éditions L'oeil 9.

Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Herv%C3%A9\\_This](http://fr.wikipedia.org/wiki/Herv%C3%A9_This)

## Quelques références, en vrac

### 1- Chocolat et cacao

Du site *Passeport et Santé*, différents aspects présentés par Josiane Cyr, Dt. P., nutritionniste. Profil santé, Nutriments les plus importants, Précautions, L'histoire du chocolat, Usages culinaires, Apprêts culinaires, Conservation, Écologie et environnement, Références

[http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=chocolat\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=chocolat_nu)

### 2- Objets en chocolat

Des lunettes en chocolat en chocolat sont proposées...allez-y, essayer pour voir !

<http://www.linternaute.com/homme/art-de-vivre/selection/idees-de-cadeaux-pour-la-fete-des-peres-2008/lunettes-en-chocolat.shtml>

### 3- Historique

Ce site de l'entreprise Ganong du Nouveau-Brunswick, expose le début de la rencontre de Cortez en 1519 avec Montezuma, Il faut environ **400 fèves pour produire environ 500 grammes de chocolat.**

Le **Brésil et la Côte d'Ivoire** mènent dans la production mondiale du cacao. Ils produisent 50 % du cacao à l'échelle globale.

Au début des années 1500, les fèves de cacao étaient utilisées comme monnaie d'échange. Cent fèves comportaient l'équivalent d'un échange d'esclave. Pour en connaître davantage :

[http://www.chocolatemuseum.ca/notre\\_compagnie.htm](http://www.chocolatemuseum.ca/notre_compagnie.htm)

### 4- Quelques dictons

- Le chocolat, c'est la solution! ... Quelle était la question au juste?
- Le chocolat au lait.... oh la.la!
- Quand tout va mal, il y a toujours le chocolat! Le chocolat, c'est la solution! ... Quelle était la question au juste?
- Quand tout va mal, il y a toujours le chocolat!