



**HAL**  
open science

# Formes et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum tunisien

Sameh Hrairi

## ► To cite this version:

Sameh Hrairi. Formes et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum tunisien. Education. École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan, 2004. Français. NNT : . tel-00136844v2

**HAL Id: tel-00136844**

**<https://theses.hal.science/tel-00136844v2>**

Submitted on 20 Mar 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Thèse présentée pour obtenir**

**Le grade de DOCTEUR EN DIDACTIQUE DES DISCIPLINES**

**Option Biologie**

**Par**

**Sameh HRAIRI**

**SUJET :**

**Formes et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la  
digestion dans le curriculum tunisien**

**ANNEXES**

Soutenue le 6 décembre 2004

**Devant le jury composé de :**

**Madame Maryline COQUIDE**

**Directeurs de thèse**

**Monsieur Ahmed CHABCHOUB**

**Monsieur Khemaïs BEN RHOUMA**

**Rapporteurs**

**Monsieur Christian ORANGE**

## 1<sup>ère</sup> partie : Annexes C :

Annexes relatives au collège :

9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base

- **Annexe C1** : Programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles en 9<sup>ème</sup> année de base
- **Annexe C2** : Chapitre de la digestion extrait du Manuel scolaire de sciences naturelles de 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base
- **Annexe C3** : Chapitre de la digestion extrait du guide méthodologique de l'enseignement des sciences naturelles en 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base
- **Annexe C4** : Entretien des enseignants (Pr1, Pr2 et Pr3)
- **Annexe C5** : Entretien des collégiens (C1 – C14)
- **Annexe C6** : Transcriptions des entretiens des enseignants
- **Annexe C7** : Transcriptions des entretiens des collégiens

## 2<sup>ème</sup> partie : Annexes L :

Annexes relatives au lycée : 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales

- **Annexe L1** : Programmes officiels de l'enseignement de sciences naturelles en 3<sup>ème</sup> année secondaire
- **Annexe L2** : Chapitre de la digestion extrait du manuel scolaire de sciences naturelles de 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales
- **Annexe L3** : Chapitre de la digestion extrait du guide méthodologique de l'enseignement des sciences naturelles en 3<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire
- **Annexe L4** : Entretien des enseignants (PrA, PrB, PrC et PrD)
- **Annexe L5** : Questionnaire administré auprès des lycéens
- **Annexe L6** : Transcriptions des entretiens des enseignants

## 3<sup>ème</sup> partie : Annexes F :

Annexes relatives à la faculté : 4<sup>ème</sup> année Science de la Vie et de la Terre (SVT4).

- **Annexe F1** : chapitre portant sur l'enseignement expérimental de la digestion extrait du fascicule de travaux pratiques de physiologie animale à l'usage des étudiants de la maîtrise de la faculté des sciences de Sfax
- **Annexe F2** : Entretien administré aux assistants (A1 & A2)
- **Annexe F3** : Entretien des étudiants (Et1-Et11)
- **Annexe F4** : transcriptions des entretiens des assistants
- **Annexe F5** : transcriptions des entretiens des étudiants

## 4<sup>ème</sup> partie :

dépouillement des documents écrits du corpus

## 5<sup>ème</sup> partie :

Tableau des analyses effectuées

## Sommaire des annexes

### **1<sup>ère</sup> partie : Annexes C : Annexes relatives au collège : 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base**

- **Annexe C1** : Programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles en 9<sup>ème</sup> année de base.
- **Annexe C2** : Chapitre de la digestion extrait du Manuel scolaire de sciences naturelles de 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base
- **Annexe C3** : Chapitre de la digestion extrait du guide méthodologique de l'enseignement des sciences naturelles en 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base
- **Annexe C4** : Entretien des enseignants (Pr1, Pr2 et Pr3)
- **Annexe C5** : Entretien des collégiens (C1 – C14)
- **Annexe C6** : Transcriptions des entretiens des enseignants
- **Annexe C7** : Transcriptions des entretiens des collégiens

### **2<sup>ème</sup> partie : Annexes L : Annexes relatives au lycée : 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales**

- **Annexe L1** : Programmes officiels de l'enseignement de sciences naturelles en 3<sup>ème</sup> année secondaire
- **Annexe L2** : Chapitre de la digestion extrait du manuel scolaire de sciences naturelles de 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales
- **Annexe L3** : Chapitre de la digestion extrait du guide méthodologique de l'enseignement des sciences naturelles en 3<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire
- **Annexe L4** : Entretien des enseignants (PrA, PrB, PrC et PrD)
- **Annexe L5** : Questionnaire administré auprès des lycéens
- **Annexe L6** : Transcriptions des entretiens des enseignants

### **3<sup>ème</sup> partie : Annexes F : Annexes relatives à la faculté : 4<sup>ème</sup> année Science de la Vie et de la Terre (SVT4).**

- **Annexe F1** : chapitre portant sur l'enseignement expérimental de la digestion extrait du fascicule de travaux pratiques de physiologie animale à l'usage des étudiants de la maîtrise de la faculté des sciences de Sfax
- **Annexe F2** : Entretien administré aux assistants (A1 & A2)
- **Annexe F3** : Entretien des étudiants (Et1-Et11)
- **Annexe F4** : transcriptions des entretiens des assistants
- **Annexe F5** : transcriptions des entretiens des étudiants

### **4<sup>ème</sup> partie : dépouillement des documents écrits du corpus**

### **5<sup>ème</sup> partie : Tableau des analyses effectuées**

# 1<sup>ère</sup> PARTIE

## Annexes C

### Annexes relatives au collège : 9<sup>ème</sup> année de base

- Annexe C1** : Programmes officiels de l'enseignement des sciences naturelles en 9<sup>ème</sup> année de base.
- Annexe C2** : Chapitre de la digestion extrait du Manuel scolaire de sciences naturelles de 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base
- Annexe C3** : Chapitre de la digestion extrait du guide méthodologique de l'enseignement des sciences naturelles en 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base
- Annexe C4** : Entretien des enseignants (Pr1, Pr2 et Pr3)
- Annexe C5** : Entretien des collégiens (C1 – C14)
- Annexe C6** : Transcriptions des entretiens des enseignants
- Annexe C7** : Transcriptions des entretiens des collégiens

**Annexe C1**

**Programmes officiels de l'enseignement  
des  
sciences naturelles  
en 9<sup>ème</sup> année de base.**

الجمهورية التونسية  
وزارة التربية  
إدارة البرامج

البرامج الرسمية  
للمرحلة الثانية  
من التعليم الأساسي

الأمر عدد 1205 لسنة 1997 المؤرخ في 23 جوان 1997

الملحق V

العلوم الطبيعية

الباب الثالث

السنة التاسعة

### الفصل 3 :

- في نهاية هذه المرحلة يكون المتعلم قادرا على :
- توظيف المفاهيم قصد حلّ مشكل علمي يتلاءم ومستواه الذهني التعليمي
  - اعتماد التمشي العلمي في معالجة المسائل
  - حسن استعمال الادوات العلمية وخاصة المجهر
  - التخطيط لانجاز التجربة العلمية وانجازها
  - انجاز بعض التجارب واستخلاص نتائجها مع رسمها
  - تصنيف الكائنات الحية والصخور حسب خاصيات محددة
  - التمرس بالبحوث العلمية والتوثيق لها
  - تدوين المعلومات
  - التعبير عن الافكار باستعمال لغة علمية ملائمة.

### الفصل 4 :

- في نهاية هذه المرحلة يكون المتعلم :
- واضحاً في مواقفه وتفكيره محترماً غيره
  - متبينا للسلوكات الايجابية التي تعود عليه وعلى غيره بالنفع
  - واعياً بالاطار المحدقة بالمحيط البيئي ومتحمسا للمحافظة عليه ولصيانته.

## برامج العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانية من التعليم الأساسي

### الفصل الاول :

يرمي تدريس العلوم الطبيعية خلال هذه المرحلة إلى بناء تدريجي للمفاهيم البيولوجية والجيولوجية المستهدفة مع ضمان تنمية قدرات التلميذ الذهنية . كما يرمي الى تطوير مواقفه وسلوكه ازاء المحيط الطبيعي.

### الفصل 2 :

في نهاية هذه المرحلة يكون المتعلم قادرا على ادراك :

- مكونات الوسط الطبيعي (هواء-ماء-صخور-تربة - حيوان- نبات)
- التوازن البيئي والمخاطر التي تهدده
- العلاقات المتبادلة بين الكائنات
- تنوع الكائنات الحية ووحدة تركيبها
- مظاهر الحياة وآليات بعض الوظائف الحيوية (وظيفة التغذية-وظيفة الاتصال- وظيفة التكاثر)
- تغيرات جسم الانسان خلال فترة المراهقة
- بعض المفاهيم التي تتعلق بالوراثة والمناعة والوقاية
- العلاقة بين الاعضاء والوظائف ومفهوم التكيف.

السنة التاسعة		العلوم الطبيعية		
المحاور	الأهداف المميزة	المحتوى	التوجيهات	الحصص
الفصل 5	التعرف الى الاجزاء الرئيسية للجهاز العصبي عند الانسان.	وظيفة الاتصال-اجزاء الجهاز العصبي	<p>Δ تمهيد : بعد تقديم أمثلة لسلوكيات الانسان (حركات لا ارادية، حركات ارادية وحركات شرطية) يقع تعريف مبسط لوظيفة الاتصال مع ابراز العناصر التي تتدخل في انجازها (منبهات، اعضاء حسية مستقبلية، جهاز اتصال واعضاء منفذة)</p> <p>مشاهدة اهم اجزاء الجهاز العصبي عند الفأرو الأرنب مع رسم مبسط لهذا الجهاز عند الانسان -فكرة مبسطة عن الخلية العصبية ودورها في نقل السيالة العصبية</p>	أ.ت. 1
الاتصال بالوسط (4 اسابيع)	التعرف الى اعضاء الحس والى دورها في الاتصال بالوسط وكذلك الى دور المخ في الاحساس الشعوري.	1- الاحساس الشعوري - العين والابصار - الحواس الاخرى - دور المخ في الاحساس الشعوري	<p>Δ دراسة عضو حسي (العين) : مقارنة العين بألة تصوير استعمال عين ارنب بهقاء وعدسة لامة) تشرح عين خروف قصد مشاهدة الاجزاء الشفافة بها وكذلك أغشيتها</p> <p>★ ابراز دور الشبكية والعصب البصري والمخ في الابصار (وذلك بالاعتماد على نتائج حوادث قد تتعرض لها الاعضاء المذكورة)</p>	أ.ت. 2 درس 1
			<p>Δ التعرف بايجاز الى بقية الحواس الاخرى والى اعضائها عن طريق موضحات (كل ما يتعلق بهذه الاعضاء لا يدخل في التقييم):</p> <p>-تجسيم مسار السيالة العصبية من عضو حسي الى المخ - تبين دور المخ في الاحساس الشعوري العام بالاعتماد على رسوم وموضحات (التعرف الى المناطق الحسية في قشرة المخ).</p>	أ.ت. 3

Δ أ.ت. (اشغال تطبيقية) . حصّة اسبوعية بساعة ★ درس : حصّة نصف شهرية بساعة

## السنة التاسعة

## العلوم الطبيعية

المحاور	الأهداف المميزة	المحتوى	التوجيهات	الحصص
	ادراك تنوع الحركات الانعكاسية ودورها في الوقاية وفي سلامة الجسم مع التعرف على العناصر التي تتدخل في انجازها . ادراك دور المخ في الحركية الارادية عند الانسان .	2- الحركية الارادية والارادية - دراسة تجريبية لحركة انعكاسية عند الضفدعة . - الحركات الارادية عند الانسان .	Δ القيام بتجارب على الضفدعة قصد ابراز العناصر التي تتدخل في رد فعل انعكاسي اثر تنبيه خارجي بتجسيم القوس الانعكاسي ★ دراسة مبسطة وموجزة لدور المخ في اخذ القرار واعطاء الاوامر الى الاعضاء المنفذة اي الى العضلات. التعرف الى المناطق الخاصة بالحركية العامة على مستوى قشرة المخ (على رسم) وتجسيم مبسط لمسار السيالة العصبية الحركية (انطلاقا من المخ الى العضلات)	أ.ت. 4 درس 2
الفصل 6 وظائف التغذية عند الانسان (9أسابيع)	تبيين دور الجهاز الهضمي (اعضاء وعصارات) في تحويل الاغذية المركبة الى اغذية بسيطة قابلة للامتصاص (مفهوم الهضم والامتصاص) تبيين النتيجة النهائية لهضم كل من السكريات والبروتينات والدهنيات. التعرف الى بنية جدار المعى الرقيق وخاصياته التي تمكنه من الامتصاص.	1- التغذية عند الانسان -الهضم التجريبي. مفهوم الهضم وتحويل الاغذية في الاثيوب الهضمي دور العصارات الهاضمة-الامتصاص.	Δ القيام بتجارب مخبرية قصد تبيين دور اللعاب في هضم النشا المطبوخ . Δ التعرف الى اجزاء الاثيوب الهضمي والغدد الهضمية باستعمال موضحات ورسم Δ تبيين دور العصارات الهاضمة في هضم الاغذية المركبة (العصارة المعدية والعصارة المعثكلية والعصارة المعوية) مع تبيين النتيجة النهائية لعملية الهضم. عدم التعرض الى مفهوم الانزيم . Δ مشاهدة الخملات (الزغبات) المعوية وغزارة الشعيرات الدموية داخلها باستعمال موضحات. مفهوم الامتصاص ومفهوم المغذيات الخلوية.	أ.ت. 5 أ.ت. 6 درس 3

Δ ★ أشغال تطبيقية أو درس

السنة التاسعة		العلوم الطبيعية		
المحاور	الأهداف المميزة	المحتوى	التوجيهات	الحصص
	تبيين ضرورة تناول وجبات متوازنة (تحتوي على المجموعات الثلاث، الاغذية الطاقية والاغذية البناءة والاغذية الواقية)	-الحاجة الى الاغذية الطاقية والاغذية البناءة والاغذية الواقية -المجموعات الغذائية- مفهوم الوجبة المتوازنة .	Δ تبيين حاجة الجسم الى اغذية بناءة (البروتينات واطاقية (السكريات والدهنيات) واطاقية (فيتامينات املاح معدنية).	أ.ت. 7
	تبيين مكونات الدم (بلازما وكريات حمراء وكريات بيضاء)	2-الدم والدوران -مكونات الدم (خلايا الدم والبلازما) والمصل .	★ تبيين الحاجيات اليومية من هذه الاغذية -مفهوم الوجبة الغذائية المتوازنة (كمًا وكيفًا) . ★ تبيين اخطار التغذية غير المتوازنة (الافراط او النقص في استهلاك الاغذية) من خلال وثائق وصور.	درس 4
	تبيين دور القلب في ضخ الدم داخل الجسم، ودور الاوعية الدموية باصنافها الثلاثة في نقل الدم . التعرف الى الدورة الدموية الكبرى والدورة الدموية الصغرى	-المظاهر الخارجية لعمل القلب -مشاهدة حركات القلب عند الضفدعة دراسة تشريحية لقلب خروف دور القلب والوعية الدموية في الدوران الدورة الكبرى والدورة الصغرى	Δ تبيين مكونات الدم(بمشاهدة مجهرية لخلايا الدم، بالتلوين وبدون تلوين) ثم بالتعرف على مكونات البلازما (من خلال وثائق وبدون الكشف عنها) . Δ مشاهدة دم مترسب (للتمييز بين البلازما كسائل والكريات الدموية كخلايا حرة) . - عدم دراسة تخثر الدم	أ.ت. 8
			Δ الانصات الى دقات القلب باستعمال المسامع، وجس النبض في حالات مختلفة، مع تبيين تغير نسق دقات القلب استجابة لحاجيات الجسم من الاكسجين والاغذية Δ مشاهدة دقات القلب عند الضفدعة (ملاحظة تواتر الانقباض والانبساط) Δ تشريح لقلب خروف قصد التعرف الى مسالك الدم داخل القلب ودور الصمامات . Δ دورة الدم داخل القلب (على رسوم) .	أ.ت. 9 أ.ت. 10

**Annexe C2**

**Chapitre de la digestion  
extrait du Manuel scolaire de  
sciences naturelles  
de 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base**

## تَهْنِئَة

1 - هذا الكتاب مطابق للمبرامج الرسمية للسنة التاسعة من التعليم الأساسي، وهو موجه إلى التلميذ ليكون له معينا على :

- بناء المفاهيم بنفسه.
  - التأليف بين مختلف المفاهيم.
  - اكتساب القدرة على القيام بعدد الأنشطة الذاتية. (البحث - صنع بعض الأدوات العلمية - التصميم للتجربة والقيام بها...).
  - تقييم عمله تقييما ذاتيا عن طريق التمارين.
- لذلك حرصنا على أن يكون المنهج البيداغوجي العام لهذا الكتاب منهجا أساسه الملاحظة فإثارة الإشكالية وبناء الفرضيات والدعوة إلى التجربة والتحليل والاستنتاج والتعميم. يشتمل الكتاب على خمسة محاور يحتوي كل منها على مجموعة من الدروس يتألف كل درس من ثلاث أبواب :

- لتبحث : يقدم وثائق وي طرح أسئلة متصلة بموضوع الدرس (المفاهيم المقصودة).
- لفهم : دراسة المفاهيم المقصودة مع تحليل بعض الظواهر وشرح الآليات واقتراح أجوبة لمختلف الأسئلة المطروحة في الباب السابق مع إقحام أنشطة وأسئلة تمكن التلميذ من إثراء زاده المعرفي.
- لنختبر مكتسباتنا : يتضمن هذا الباب تمارين متنوعة هي أدوات تقييمية وتكوينية تعتمد على :

- \* تحليل وثائق.
- \* مقارنة معطيات وظواهر.
- \* بناء رسوم بيانية والقيام بعمليات حسابية.
- \* استنباط تجارب، مناقشة التقنيات وتحليل النتائج.

والله ولي التوفيق  
المؤلفون

نتقدم إلى أعضاء لجنة التقييم بعبارات التقدير للعبء الذي قدّموه لنا .

كما نتوجه بالشكر خاصة إلى إدارة الطب المدرسي والجامعي بوزارة الصحة العمومية وكذلك إلى السيدات والسادة الأطباء والأساتذة على ما قدّموه من ملاحظات واقتراحات وجيئة لإخراج هذا الكتاب على أحسن وجه ممكن.

## مراجع الصور

- \* Biologie 3e Belin
- \* Biologie 3e Bordas
- \* Biologie 3e J/Escalier
- \* Biologie 3e Hachette colleges
- \* Hatier Anatomie physiologie hygiène 3e
- \* Biologie Terminale D. Tavernier Bordas
- \* Sciences et vie N° 187-190, N° 195
- \* Encyclopédie en couleurs de la médecine familiale
- \* Larousse médicale
- \* Science Naturelle 3e classiques Hachette, Paris
- \* Zoologie Programme Tunisien STI Hatier
- \* Sciences Naturelles Terminales D Bordas
- \* Biologie : Sciences et Techniques
- \* Biologiques et Géologique 6e Bordas

\* وثائق وزارة الصحة العمومية  
(إدارة الطب المدرسي والجامعي)

## المحور الثاني : وظائف التغذية عند الإنسان

لنبحث

التغذية عند الإنسان

4

\* هل الهضم تحول ميكانيكي بحث للمواد الغذائية ؟  
لقد أجاب العالم الفرنسي ريبومير "Réaumur" عن هذا السؤال في القرن الثامن عشر بالتجربة التالية :  
وضع ريبومير قطعة لحم طازجة في أنبوب معدني كثير الثقوب ثم أدخله في معدة طائر جارح، وبعد سويعة تجمد الطائر فأخرج الأنبوب وبه قطعة اللحم ولم يبق منها إلا جزء بسيط محاط بحساء لدن ناتج عن هضم الجزء الأكبر الذي يمثل حوالي 3/4 اللحم الأصلي.

- 1 - لماذا وضع ريبومير قطعة اللحم في أنبوب معدني ؟
- 2 - ما هو دور الثقوب التي أحدثها في الأنبوب ؟
- 3 - تحول اللحم أثناء الهضم إلى حساء لدن تحت تأثير مواد كيميائية توجد في عصارة المعدة.

- اقترح نعتا لهذا الهضم.

- 4 - اقترح تجربة للتأكد من معطيات السؤال الثالث.  
يتناول الإنسان أغذية مختلفة نباتية وحيوانية، ويمثل النشا 50 % من الكتلة الجملية للخبز الذي يستهلكه الإنسان بكميات كبيرة.
- 1 - ما هي التحولات التي تحدث للخبز في الفم ؟
- 2 - لماذا نحتاج إلى أغذية متنوعة ؟



① مائدة فوقها أغذية متنوعة

لفهم

التغذية عند الإنسان.

4

### I - الهضم :

ضع قطعة من الخبز في فمك وامضغها طويلاً (الصورة 2).

- كيف أصبحت قطعة الخبز بعد مضغها ؟

- هل تلاحظ فرقا في طعمها قبل المضغ وبعده ؟

- كيف تفسر ذلك ؟  
يبين الجدول التالي مكونات 100 غ من الخبز.

العناصر الغذائية (مركبات)	نشا	الماء	الدقيق (بروتينات)	الأملاح المعدنية	الدهنيات
الكتلة (غ)	50	37,2	8,1	3,5	1,2

- ما هو العنصر الغذائي في الخبز الذي يقع هضمه في الفم ؟

- ضع الافتراضات الممكنة بالاعتماد على الجدول السابق.  
- اقترح تجارب للتأكد من الافتراض الصحيح.



② بدأت تقطع الخبز وتبدأ في مضغه.

### I - الهضم التجريبي للنشا :

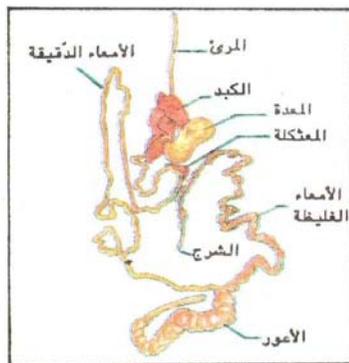
نظرا لصعوبة مراقبة عملية الهضم داخل الجسم يتعين القيام بتجارب خارج الجسم أي في أنابيب اختبار حيث تتوفر ظروف شبيهة بالتي تتوفر في الفم ويعرف ذلك بالهضم التجريبي (انظر الجدول).

الظروف الطبيعية	الظروف التجريبية
تجريف الفم	أنبوب اختبار
مضغ بالأسنان	سحق الغذاء أو تفتيته
لعاب	لعاب
حرارة ثابتة بالفم : 36°C	حمام ماري (36°C - 40°C)
خبز (فيه نشا مطبوخ)	نشا مطبوخ

1 - كيف يحضّر مطبوخ النشا ؟

- ضغ 100 مل من الماء المقطر في دورق زجاجي وأضف إليها 2 غ من النشا.
- سخن الخليط مع التحريك إلى أن تحصل على حساء غروي لزج يعرف بمطبوخ النشا.

## 2 - أجزاء الأنبوب الهضمي ودور العصارات الهاضمة : أ - أجزاء الجهاز الهضمي



6 رسم توضيحي للجهاز الهضمي عند الأرنب



7 رسم توضيحي للجهاز الهضمي عند الإنسان



5 صورة الجهاز الهضمي للأرنب

- شاهد الجهاز الهضمي عند الأرنب وتعرف إلى أعضائه (الوثيقتان 5 و 6).  
- قارنه بالجهاز الهضمي عند الإنسان (الرسم 7) تنتقل الأغذية عبر قناة مجوفة تبدأ بالفم وتنتهي بفتحة لشرح تسمى الأنبوب الهضمي.  
يتركب الأنبوب الهضمي على التوالي من الفم والمريء والمعدة الدقيقة والأمعاء الغليظة. إضافة إلى الأنبوب الهضمي يشتمل الجهاز الهضمي على الغدة اللعابية والكبد والمعثكلة (انظر الرسم 7).

## ب - العصارات الهاضمة ودورها :

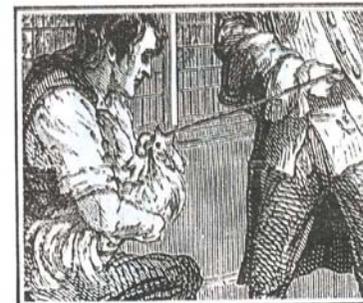
تجربة سبلانزاني (1729 - 1799)

استخرج سبلانزاني العصارة المعدية لبعض الطيور واستعملها في التجربة التالية :

تجربة شاهدة		تجربة سبلانزاني		بداية التجربة
حبوب قمح كاملة	لا تنحل البذور.	سداد شمعي	حبوب قمح كاملة	للحفاظ على حرارة ثابتة وضع سبلانزاني الأنابيب تحت إبطه لمدة 3 أيام
قطعة لحم	لا تنحل قطعة اللحم	عصارة المعدة	قطعة لحم	نتيجة التجربة بعد 3 أيام
		تنحل قطعة اللحم.	لا تنحل البذور ولا تبقى منها سوى لواقثها محتوية على قليل من الدقيق.	

8 تجربة سبلانزاني

- ما هو الهدف من تجربة سبلانزاني  
- على ماذا تبهرن نتائجها ؟



9 سبلانزاني يستخرج العصارة المعدية مستملا قطعة إسفنجة

تفرز بعض أعضاء الجهاز الهضمي سوائل تحتوي على أنزيمات تفكك الأغذية إلى جزيئات أصغر حجما.

تعرف الأعضاء المفروزة بالغدد الهضمية وتعرف سوائها بالعصارات الهاضمة :

الغدة الهضمية	العصارات الهاضمة	الغذاء المهضوم	نتيجة الهضم
الغدة اللعابية	اللعاب	التشا	سكر الشعير
الغدة المعدية	العصارة المعدية	البروتينات	بروتينات أصغر حجما

ابحث عن بقية الغدد الهضمية واسند لكل واحدة منها عصارتها الهاضمة ثم لخص المعلومات في جدول شبيه بالجدول السابق.

## ج - مراحل الهضم :

يتم هضم الأغذية على ثلاث مراحل أساسية هي : مرحلة الهضم في الفم، ومرحلة الهضم في المعدة، ومرحلة الهضم في الأمعاء.

## \* مرحلة الهضم في الفم :

يكتسي المضغ أهمية بالغة إذ يمكن من سحق الأغذية المركبة الصلبة وفتيتها ويسمح بخلطها باللعاب فيسهل التأثير الكيميائي عليها. يتمثل التحول الكيميائي بالفم في تفكيك النشا إلى سكر الشعير بواسطة أنزيم اللعاب.

## استنتاج :

في الفم يتم تفكيك النشا إلى سكر الشعير بواسطة اللعاب.

## \* مرحلة الهضم في المعدة :

تعزل المعدة كيسا مجوفاً تقدر سعته بـ 1,5 ل تقريباً تصله الأغذية من الفم عبر المريء على شكل لقيحات، يمكن تقلص العضلات المعدية من مجن الأغذية ومزجها بالعصارة المعدية التي تحتوي على حمض كلور الماء وأنزيمات تفكك البروتينات كبيرة الحجم إلى بروتينات أصغر.

## استنتاج :

في المعدة يتم هضم البروتينات الكبيرة إلى بروتينات أصغر حجماً.

## \* مرحلة الهضم في الأمعاء الدقيقة :

تصل الأغذية من المعدة إلى الإثني عشر على شكل حساء فتخضع في الأمعاء الدقيقة إلى تأثير ثلاث عصارات هي : الصفراء والعصارة المعثلية والعصارة المعوية. لا تحتوي الصفراء (عصارة كبدية) على أنزيمات ولكنها تسهل هضم الدهون بواسطة أنزيمات العصارات الأخرى.

تحتوي كل من العصارة المعثلية والعصارة المعوية على عدة أنزيمات، تتم المرحلة الختامية للهضم، فتحول الأغذية إلى عناصر غذائية دقيقة قابلة للإمتصاص تُعرف بالمغذيات الخلوية.

## استنتاج :

في الأمعاء الدقيقة تكتمل المرحلة النهائية لهضم الأغذية العضوية.

## د - النتيجة النهائية لعملية الهضم :

الدهنيات	البروتينات	السكريات	الأغذية العضوية قبل الهضم :
			في الفم تأثير اللعاب
			في المعدة تأثير العصارة المعدية
			في الأمعاء تأثير العصارة المعثلية والعصارة المعوية
كحول دهنية أحماض دهنية	أحماض أمينية	جليكوز	نتيجة الهضم

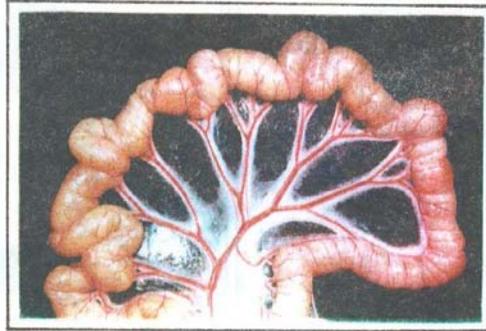
تلاحظ أن الماء والأملاح المعدنية والفيتامينات لا تتغير داخل الأنبوب الهضمي فهي مواد غير قابلة للهضم. أما السيليلوز فيهضم جزء هام منه عند الحيوانات العاشبة وجزء بسيط عند الإنسان ويحدث ذلك في الأمعاء الغليظة للحذف بواسطة الأحياء الدقيقة.

**الخلاصة :**

- تُهضم الدهون في الأمعاء الدقيقة فقط فتتحول إلى كحول يُغنيهاً وأحماض يُغنيهاً.
- يبدأ هضم السكريات في الفم بتفكيك النشأ إلى سكر الشعير وينتهي الهضم في الأمعاء بتحول السكريات الثنائية إلى سكر بسيط (جليكوز).
- يبدأ هضم البروتينات الكبيرة إلى بروتينات أصغر حجماً في المعدة، تُفكك بدورها في الأمعاء الدقيقة إلى أحماض أمينية.
- فالهضم إذاً هو أساساً مجموع تفاعلات كيميائية تُنشطها الأنزيمات وتؤدي إلى تفكيك الأغذية العضوية كثيرة الجزيئات إلى عناصر غذائية قابلة للامتصاص تُعرف بالمغذيات الخلوية.

فما هو مصير المغذيات الخلوية ؟

## II - الامتصاص :



10 ارتباط الأمعاء الدقيقة بالأوعية الدموية عند الأرنقب.

تتمثل الأمعاء الدقيقة بأوعية دموية كثيرة جداً، فما هي علاقة هذه الأوعية بوظيفة الأمعاء ؟

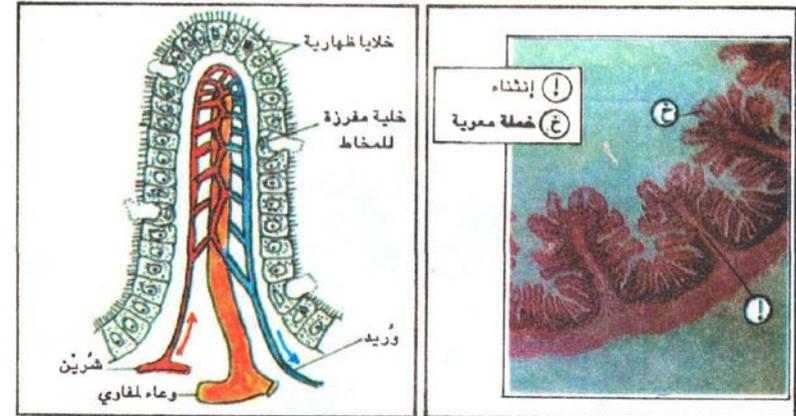
إضافة إلى دورها في الهضم تؤدي الأمعاء الدقيقة وظيفة أخرى تتمثل في امتصاص المغذيات الخلوية. فما هو الامتصاص ؟

وما هي خصائص الأمعاء التي تساعد على أداء هذه الوظيفة ؟

## 1 - تعريف الإمتصاص :

الإمتصاص هو مرور المغذيات الخلوية من تجويف الأنبوب الهضمي إلى الأوعية الدموية، فينقلها الدم إلى كل عضو في الجسم لتغذية الخلايا. ينقل الماء والجليكوز والفيتامينات والأملاح المعدنية والأحماض الأمينية عن طريق الوعاء الدموي بينما تُنقل الدهون عن طريق الوعاء اللمفاوي. تكون الأغذية التي لم يقع هضمها أو امتصاصها الفضلات. تُنقل الفضلات إلى الأمعاء الغليظة حيث يمتص قدر هام من مائها فتتصلب وتتجمع بالمستقيم ثم تُطرح على شكل براز عبر فتحة الشرج.

## 2 - مشاهدة الفمات المعوية :



12 رسم توضيحي للخملة المعوية

11 بنية مجهرية للمعي الدقيق x 30

تُبطن الأمعاء الدقيقة بطبقة مخاطية كثيرة الإنشاءات يتراوح عددها عند الإنسان بين 800 و 900. يحمل كل إنثناء عدداً كبيراً من الفمات المعوية التي تكسب الأمعاء مساحة كبيرة جداً لعلاصة الأغذية مما يسهل إمتصاصها. تحتوي كل خملة معوية على وعاء لمفاوي كبير الحجم كما تمتوي على شرين ووريد يتفرعان إلى شعيرات دموية عديدة ورقيقة لا يفصلها عن الأغذية الموجودة في التجويف المعوي سوى 0,05 مم (الوثيقتين 11 و 12)

## الخلاصة :

يُشتمَل الجهاز الهضمي إضافة إلى الأنبوب الهضمي على غُدِّ مَلْحَقَةٍ مُفْرِزَةٍ لِلعَصَارَاتِ الهَاضِمَةِ تُعْرَفُ بِالغُدِّ الهَضْمِيِّ. تخضع الأغذية أثناء عبورها الأنبوب الهضمي إلى تحولات كيميائية تُنشِطُهَا أنزيمات العَصَارَاتِ الهَاضِمَةِ. حَيْثُ تُفَكِّكُ هَذِهِ الأَنْزِيمَاتُ الأَغْذِيَةَ كَبِيرَةَ الحِجْمِ عَلَى مَرَاوِلٍ إِلَى عُنَاصِرٍ غِذَائِيَةٍ صَغِيرَةٍ ذَوَابَةٍ وَقَابِلَةٍ لِلإِمْتِصَاصِ تُعْرَفُ بِالمَغْذِيَّاتِ الخَلْوِيَّةِ. يُمكنُ لِلأنزيماتِ تفكيكِ الأَغْذِيَةِ خَارِجَ الجِسْمِ إِذَا تَوَفَّرَتْ ظُرُوفٌ مُمَاطِلَةٌ وَيُعْرَفُ ذَلِكَ بِالهَضْمِ الخَارجِيِّ.

يتميزُ الجدارُ الداخليُّ للأَمْعَاءِ الدَّقِيقَةِ بِتَعَدُّدِ إِنْشَاءَاتِهِ وَكثْرَةِ خَمَلَاتِهِ واتِّسَاعِ مِسَاحَتِهِ وَيَبْطِنُ بِطَبَقَةٍ رَقِيقَةٍ جَدًّا لَا يَتَعَدَّى سُمُكُهَا 0,05 مم. كَمَا يَرْتَبِطُ بِشَبَكَةٍ كَثِيفَةٍ مِنَ الشُعَيْرَاتِ الدَّمَوِيَّةِ وَهِيَ كُلُّهَا خَاصِيَّاتٌ تُسَهِّلُ عَمَلِيَةَ الإِمْتِصَاصِ.

## III - حاجة الإنسان إلى الأغذية :

- بيّنت البحوث حول تغذية الإنسان وكذلك التجارب على الحيوان أن الصوم المطول (أي الامتناع عن الأكل والشرب لعدة أيام) يؤدي إلى ظهور اضطرابات متنوعة قد تنتهي بالموت.
- عند حرمان الإنسان من أغذية معينة تحدث له اضطرابات عديدة.
- يحتاج الجسم إلى ثلاث مجموعات من الأغذية وهي الأغذية الطاقية والأغذية البنّاءة والأغذية الواقية :

## I- الأغذية الطاقية :

## 1 - ما هي الأغذية الطاقية ؟

- أشعل فتيلة مبلّلة بالزيت أو قطعة سكر (انظر الصورتين 13 و 14)
- ثم قرب منها أنبوب اختبار نصف مملوء بالماء يحتوي على محرار لمدة دقيقة.
- راقب حرارة الماء. ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟



14 احتراق الزيت



13 احتراق السكر

## استنتاج :

تحترق المواد العضوية (سكريات، دهنيات، بروتيدات) خارج الجسم فتنتج طاقة تمكن من تسخين الماء تُعْرَفُ بِالمَطَّاقَةِ الحَرَارِيَّةِ.



في الجسم وبالتحديد داخل الأنسجة والخلايا تتعرض الأغذية العضوية وخاصة السكريات إلى تفاعلات كيميائية شبيهة بالإحتراق تُعْرَفُ بِالمَطَّاقَةِ وتنتج الطاقة اللازمة لأداء وظائف الجسم المختلفة كتقلص العضلات وعمل الغدد ودوران الدم وتنظيم الحرارة. تُعْرَفُ الأَغْذِيَةُ العَضْوِيَّةُ المَوْلَدَةُ لِلطَّاقَةِ بِالمَطَّاقَةِ العَضْوِيَّةِ وهي الدهنيات والسكريات (بدرجة أقل البروتيدات).

## 15) اغذية طاقية

- ب - كيف تقدر كمية الطاقة في الأغذية ؟
- توجد الطاقة في الأغذية العضوية كأمثلة على شكل مركبات كيميائية يمكن تحويرها إلى طاقة حرارية بالإحتراق وتقدير قيمتها بالكيلو حريرة.

الكيلو حريرة هي الطاقة الضرورية لرفع حرارة كيلو غرام من الماء بدرجة مائوية واحدة (من 14,5°C إلى 15,5°C).

- 1 غ سكريات تنتج عند احتراقها 4 كيلو حريرة.
- 1 غ بروتيدات تنتج عند احتراقها 4 كيلو حريرة.
- 1 غ دهنيات تنتج عند احتراقها 9 كيلو حريرة.

## ملاحظة :

- الفيتامينات مواد عضوية لكنها لم تذكر مع المواد الطاقية. لماذا ؟
- الماء والأملاح المعدنية والفيتامينات مواد غير قابلة للإحتراق لذلك فهي لا تعطي للجسم أي قدر من الطاقة.
- ج - ما هي الحاجيات اليومية من الطاقة ؟
- يصرف الجسم أثناء أداء وظائفه كمية من الطاقة يجب أن تُعْرَفُ بِالمَطَّاقَةِ المَوْلَدَةِ لِلطَّاقَةِ وهي الدهنيات والسكريات.

تختلف الحاجيات اليومية من الطاقة باختلاف عدة عوامل.

العاجيات اليومية (كيلو حريرة)	مختلف الحالات	الجنس	العمر (بالسنة)
900			1 - 4
1600			4 - 6
1900			8 - 10
2300	نشاط عادي	ذكر	10 - 12
2500	نشاط عادي	ذكر	13 - 15
3000	نشاط عادي	ذكر	16 - 19
2000	نشاط عادي	أنثى	10 - 12
2300	نشاط عادي	أنثى	13 - 15
2250	نشاط عادي	أنثى	16 - 19
2600	موظف إداري	ذكر	الكهل
4000 - 3600	عامل بناء	ذكر	
5000 - 4000	عامل مناجم	ذكر	
2200	نشاط عادي	أنثى	المسن
2500	امرأة حامل	أنثى	
2700	امرأة مرضع	أنثى	
1800			

استنتاج :

تتزايد الحاجيات اليومية من الطاقة بتزايد العوامل التالية :

- النشاط العضلي (رياضي - نجار - حداد - عامل بناء...).
- التنظيم الحراري عند البرد أو الحر للحفاظ على حرارة ثابتة للجسم.
- نشاط الجهاز الهضمي (صرف الطاقة لهضم الأغذية).
- النشاط الفيزيولوجي للجسم (نمو - حمل - رضاعة...).

هل يصرف الجسم الطاقة إذا توقفت هذه الأنشطة (عند الصوم أو الراحة أو الحياض الحراري) ؟

د - الاستقلاب القاعدي :

إذا كان الإنسان صائماً لمدة 12 ساعة في راحة تامة وفي درجة الحياض الحراري فإن الجسم يصرف أدنى قدر من الطاقة يُعرف بالاستقلاب القاعدي، ويمثل الطاقة اللازمة لنشاط الأعضاء الحياتية (الجهاز العصبي - الجهاز التنفسي - جهاز الدوران - الغدد - الكبد - الكلية...) التي لا يمكن أن يتوقف عملها.

استنتاج :

الاستقلاب القاعدي هو أدنى قدر من الطاقة التي يصرفها الجسم يومياً لنشاط الأعضاء الحياتية ويُقدر بحوالي 1600 كيلو حريرة عند الرجل.

2 - أغذية البناء والوقاية :

هل يمكن الاكتفاء بالمواد الطاقية في التغذية ؟

1 - دور البروتينات :

إضافة إلى توفير الطاقة فإن البروتينات تمثل مادة أولية لصنع الخلايا الضرورية لنمو الجسم وتجديد أنسجته وهي العنصر الأساسي المكون للهرمونات والأنزيمات التي تنشط التفاعلات الكيميائية في الجسم. كما تُعتبر البروتينات المادة الأساسية لصنع الأجسام المضادة التي تؤمن مناعة الجسم وتقيه من الأمراض الجرثومية.

استنتاج :

البروتينات أغذية بناء ووقاية.

- تختلف الحاجيات اليومية من البروتينات باختلاف العمر والجنس والحالة الفيزيولوجية (نمو - حمل - رضاعة...).

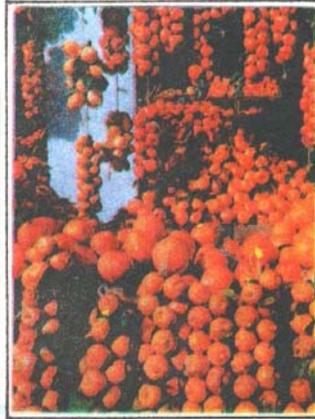
ب - دور الفيتامينات :

الفيتامينات هي عناصر غذائية عضوية يحتاج إليها الجسم بكميات ضئيلة جداً. تساعد الفيتامينات الجسم على تنشيط بعض التفاعلات داخله مما يساهم في نموه ونشاطه وخاصة في وقايته. وبما أن الجسم لا يستطيع صنعها فإنه ينبغي توفيرها بالمقدار اللازم من طريق الأغذية.

تقسم الفيتامينات إلى مجموعتين هما : الفيتامينات الذوابة في الدهون والفيتامينات الذوابة في الماء (انظر الجدول الموالي)



الفيتمينات  
أغذية عضوية  
غير طاقية  
ضرورية لنمو  
الجسم  
ونشاطه تقيه  
من أمراض  
كثيرة فهي  
أغذية وأقية.



17 تتوفر الفيتمينات في الثمار والخضراوات الطازجة

16 ثمار القوارص غنية بفيتمين (C)

أهم مصادرها	تأثير النقص منها	دورها الأساسي في الجسم	الحاجيات اليومية	الفيتمين	الفيتمينات الذرية في الأطعمة
العليب وأصفر البيض والكبد والجزر والزيتون النباتية	- ضعف النظر في القليل - جفاف القرنية - توقف النمو - اضطرابات جلدية	- النمو - تكوين الأرجوان - الشبكي	2500-5000 وحدة عالمية	A	الفيتمينات الذرية في الأطعمة
الزبدة وأصفر البيض والكبد واللحم والسّمك والزيتون والطيّب الكامل	- توقف نمو العظام - الكساح	- استقلاب أملاح الفسفور والكالسيوم	400 وحدة عالمية	D	
الفسر والكبد والبيض	- الذريف	- منع الطورين (تخثر الدم)	1 - 2 (مغ)	K	
الثمار الطازجة والفسر الذينة.	- الأسقربوط (أنظر الذينة).	- تنشيط الشفاهات الكيميائية الطوية (لاحقا)	75 - 100 (مغ)	C	
البقول الجافة والحبوب واللحم والطيّب والبيض.	- الهزال الرزّي	- تنشيط التنفس الطولي	1,3 (مغ)	B <sub>1</sub>	الفيتمينات الذرية في الأطعمة
الفيرة والحبوب والطيّب والبيض والكبد والسّمك.	- قروح العين	- تنشيط التنفس الطولي	1,5 - 2 (مغ)	B <sub>2</sub>	
اللحم والكبد والكلية.	- فقر الدم	- منع الكريات الحمراء	001 - 0002 (مغ)	B <sub>12</sub>	



- ج - الأملاح المعدنية والماء :
- يحتاج الجسم إلى الأملاح المعدنية لأغراض مختلفة نذكر منها :
  - . المساهمة في بناء الخلايا والأنسجة (الحديد ضروري لصنع الكريات الحمراء، الكالسيوم والفسفور ضروريان لبناء العظام والأسنان).
  - . صنع بعض الهرمونات (اليود مادة أساسية لصنع هرمون الدرقين الضروري للنمو)
  - . نشاط الأعضاء (الكالسيوم ضروري لتخثر الدم وتقلص العضلات).
  - يشكل الماء ثلثي وزن جسم الإنسان ويقوم بوظائف حيوية.
  - يحتاج الإنسان في ظروف عادية إلى حوالي لتر ونصف من الماء يوميا. وتزداد الحاجيات من الماء عندما يفقد الجسم كمية هامة من هذا العنصر، خاصة :
  - . في الطقس الحار
  - . عند ارتفاع حرارة الجسم
  - . إثر القيام بجهد بدني هام

## استنتاج :

تساهم الأملاح المعدنية في بناء الخلايا وفي تنشيطها كما تعمل على وقاية الجسم، فهي أغذية وأقية.

## 3 - الوجبة الغذائية :

أ - ما هي الوجبة الغذائية ؟  
الوجبة الغذائية هي كمية الأغذية التي يجب أن يتناولها الفرد يوميا لصيانة جسمه وحسن أداءه وظائفه. توفر الوجبة الغذائية المتوازنة للجسم حاجياته (من الطاقة والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والفيتمينات والأملاح المعدنية والماء) كما وكيفا دون إفراط ولا تفريط. وتختلف الوجبة الغذائية حسب عدة عوامل كالعمر وشدة النشاط العضلي والحالة الفيزيولوجية (نمو - حمل - رضاعة...) (انظر الجدول الموالي).

ب - تقسيم الوجبة اليومية  
ينبغي أن توزع مكونات الوجبة اليومية على ثلاث وجبات رئيسية وهي :

- فطور الصباح
- الغداء أو فطور الزوال
- العشاء

وبالنسبة إلى الطفل والمرهق تضاف إلى هذه الوجبات الرئيسية وجبتان تكميليتان : لجة في الصباح ولجة بعد الظهر وذلك لمواكبة سرعة النمو ووفرة النشاط

4 التغذية عند الإنسان. لفهم

ج - أمثلة للوجبة الغذائية اليومية حسب العمر والنشاط.

الكهول	الأطفال - المراهقون						
	امراة مسن	كهل	كهل قليل	20 - 15	15 - 12	11 - 6	5 - 3
	حامل	نشط	النشاط	سنة	سنة	سنة	سنوات
لحوم أوسك	80 - 60 غ	120 - 90 غ	150 - 120 غ	200 - 150 غ	150 - 120 غ	120 - 90 غ	80 - 60 غ
بقول جافة	5 غ	10 غ	40 غ	30 غ	40 غ	10 غ	5 غ
بيض	6 في الأسبوع	3 - 4 في الأسبوع	20 غ				
حليب	450 غ	500 غ	450 غ	600 - 450 غ	450 غ	500 غ	450 غ
جبن	20 غ	30 - 60 غ	30 - 60 غ	75 - 50 غ	60 - 30 غ	60 - 30 غ	60 - 30 غ
زيت	20 غ	25 - 20 غ	25 - 20 غ	40 - 30 غ	25 - 20 غ	25 - 20 غ	20 غ
زبدة	10 غ	20 - 10 غ	25 - 20 غ	20 - 10 غ	35 - 20 غ	20 - 10 غ	10 غ
خبز/بطاطا	150 - 100 غ	300 - 150 غ	400 غ	500 - 350 غ	350 - 250 غ	300 - 150 غ	150 - 100 غ
أرز أو عجين	200 - 100 غ	300 - 200 غ	400 غ	400 - 300 غ	400 - 300 غ	300 - 200 غ	200 - 100 غ
خضروات	200 - 100 غ	350 - 300 غ	400 غ	500 - 350 غ	400 - 300 غ	350 - 200 غ	200 - 100 غ
فواكه	150 غ	200 - 150 غ	200 - 150 غ	350 - 250 غ	200 - 150 غ	200 - 150 غ	150 غ

\* وجبة النمر عند الطفل والمراهق :

يحتاج الجسم في فترة النمر إلى كميات إضافية من البروتينات والأملاح المعدنية والفيتامينات زيادة عن الكميات اللازمة من الأذوية الطاقية

\* وجبة الصيانة :

وجبة الصيانة هي كمية الأذوية التي يتناولها كهل في صحة جيدة متوسط النشاط، وتعدّه بالاحماض الامينية والفيتامينات والأملاح المعدنية والدهنيات الضرورية لصيانة جسمه (تعويض ما يفتقر له الطاقة وتقوية من الأمراض.

\* وجبة الرياضي :

يحتاج الرياضي إلى مزيد من الأذوية الطاقية والماء والأملاح المعدنية.

\* وجبة المرأة العامل والمرأة المرحم :

تحتاج المرأة العامل إلى كمية إضافية من البروتينات والأملاح والفيتامينات لبناء أنسجة الجنين وصيانة جسم الأم.

- يجب أن تشمل وجبة المرحم على المواد الضرورية لإفراز كمية كافية من الحليب الجيد (بروتينات - دهنيات فيتامينات - كالسيوم - فسفور - حديد ... ) تهدف وجبة المرحم إلى صيانة جسم المرأة وتأمين راحة عادية لطفها.

4 التغذية عند الإنسان. لفهم

4- التوازن الغذائي :

1 - ما هو التوازن الغذائي :

تعريف : هذه ملاحظات سجلها مختص في التغذية حول سكان منطقة برازيلية يعيشون أساسا على سكر القصب.

المعطيات الاقتصادية والإمكانات الغذائية	الحالة الصحية للسكان
- تمثل زراعة القصب السكري النشاط الفلاحي الرئيسي في المنطقة.	- معدل الطول 1,50 م عند النساء و 1,62 م عند الرجال.
- اكتسحت هذه الزراعة المساحات المخصصة للحبوب والفضرو الأشجار المثمرة وتربية الماشية.	- انخفاض جلي لتسبة الولادات ونقص واضح لوزن الأطفال عند الولادة.
- تزايد تلوث النهر أدى إلى ندرة الأسماك في المنطقة.	- نقص واضح في إفراز الحليب عند المرضعات وارتفاع نسبة الوفيات عند الأطفال.
	- الإمكانات الأذوية في الدراسة محدودة % 8,7 فقط يتجاوزون المرحلة الابتدائية.
	- أغلب العمال لا يقدرين على مواصلة العمل أكثر من 4 ساعات في اليوم.

- أذكر الأذوية التي يفتقر إليها سكان هذه المنطقة ؟

- استعن بجدول ص 60 لمعرفة العناصر الغذائية التي يوفرها كل واحد من تلك الأذوية

- كيف تفسر عجز العمال عن العمل طبيعياً رغم تغذية غنية بالسكريات ؟

- أي نوع من الأذوية يجب توفيرها لإصلاح الاضطرابات الصحية المذكورة ؟

- اقترح تجربة للتأكد من ذلك ؟

استنتاج :

تعتبر الوجبة الغذائية متوازنة إذا وفرت الكافي من الطاقة والعناصر الغذائية الضرورية لتلبية حاجيات الجسم بصفة متوازنة.

إذا كان ما توفره الوجبة اليومية من حيث الكم يفوق حاجيات الجسم فإن ذلك الإفراط يؤدي إلى أمراض مثل السمنة وارتفاع مستوى الدهنيات في الدم...

وإذا كان ما توفره الوجبة اليومية من حيث الكم أقل من حاجيات الجسم فإن هذا الافتقار الغذائي يؤدي إلى حالات مرضية أخرى : نحافة الجسم - سوء تغذية حرارية بروتينية...

ب - التوازن العام للوجبة اليومية :

يعتمد توازن الوجبة اليومية على توزيع نسب العناصر الغذائية المنتجة للطاقة كما يلي :

- تساهم السكريات في توفير حوالي نصف الطاقة الحرارية.

- تساهم الدهنيات في ثلثها.

أما البروتينات فينبغي أن لا تتجاوز خمس الاحتياجات من الطاقة اليومية.

ج - التوازن الخاص بكل عنصر من العناصر الغذائية :

- توازن السكريات :

يتم التوازن في السكريات عندما نستهلك مصادر غذائية من السكريات المركبة أو بطيئة الامتصاص (حبوب ومشتقاتها) أربعة مرات أكثر من مصادر السكريات البسيطة أو سريعة الامتصاص (غلال ومشتقاتها ومرطبات).

- توازن الدهون :

يتم التوازن في الدهون عندما نستهلك مصادر دهنيات نباتية ودهنيات الأسماك مرتين أكثر من دهنيات حيوانية (زبدة، شحوم، مع البيض)

- توازن البروتينات :

يتم التوازن في البروتينات عندما نستهلك مصادر بروتينات نباتية ثلاثة مرات أكثر من المصادر الحيوانية، وبذلك نتجنب الإفراط في استهلاك المصادر الحيوانية الغنية بالدهنيات المتكوّنة من الأحماض الدهنية المشبعة والتي تتسبب في تصلب في الشرايين وأمراض القلب.

د - تواجد الألياف الغذائية ضمن الوجبة اليومية :

للألياف الغذائية دور هام في :

- تعديل وظائف الجهاز الهضمي : امتصاص العناصر الغذائية، تعديل الإفرازات، ...
  - تعديل حركة الجهاز الهضمي وتجنب الإمساك
- والألياف موجودة في الخضار والغلال والحبوب والبقول الجافة وموجودة أكثر في قشور الحبوب وقشور الغلال (التفاح، الإجاص، ...).

#### خلاصة :

يحتاج الجسم إلى ثلاث مجموعات غذائية هي : الأهدية الطاقية والأهدية البنية والأهدية الواقية. فلا تكون الوجبة الغذائية متوازنة إلا إذا توفرت هذه المجموعات الثلاثة بكميات كافية وينسب ثلثهم مع الحاجيات الحقيقية للفرد دون إفراط ولا تقريط لذلك تختلف الوجبة الغذائية باختلاف هذه عوامل كالعمر والجنس والحالة الفيزيولوجية وشدة النشاط العضلي.

#### جدول مكونات الاغذية بالغرام

100 غرام من الغذاء	ماء (g)	بروتينات (g)	دهنيات (g)	سكريات (g)	الطاقة (كيلو حريرة)
اللحوم والأسماك والبيض	لحم الخروف	16	20	0	244
	لحم العجل	19	11	0	175
	لحم الأرنب	20	8	0	153
	كبد العجل	19	5	4	137
	لحم الدجاج	20	12	0	191
	بوري	19	3	0	107
	سردينية	22	2	0	112
	تريلية	22	1	0	99
	تن	21	4	0	124
	بيضة كاملة (45g)	12	11	1	156
الحليب ومشتقاته	حليب بقري كامل	3,5	4	5	70
	حليب الأم	1,1	4,50	8	76
	زبدة	0,6	81	0,40	733
	يفرت	5	5	6	92
الحبوب ومشتقاتها	جبن	32	32	3	402
	الخبز	7	7	57	262
	دقيق	10	1	74,40	348
	سميد - كسكي	10	8	76	353
	مكرونات	13	1	74	360
	أرز	7	0,5	77	340
البقول الجافة	درع	9	2,3	67,60	328
	فول	24	1	55,4	330
	حمص	16	4	64	360
	لوبيا	20	1	61	340
الخضار والغلال	عدس	24	1	60,4	348
	بطاطا	2	0,1	20	89
	جلبانة طازجة	6,20	0,50	15,30	90
	طماطم	0,90	0,30	4	22
	فلفل أخضر	1,20	0,20	5,70	29
	جزر	1,10	0,30	10,30	48
	خض	1,30	0,30	3	19
	بصل	1,60	0,30	10,30	50
	خيار	0,90	0,20	2,90	16
	دلاع	0,40	0,20	6,70	27
تين شوكي	0,90	0,20	12	52	
برتقال	0,90	0,20	11,20	50	
عنب	0,80	0,40	16,70	74	
خوخ	0,50	0,10	12	51	
تفاح	0,40	0	12	61	
بعض المواد السكرية	العسل	20	0,10	77,20	312
	مجمون	30	0,30	70	284
	شكلاطة	5	7	64	500

## لنختبر مكتسباتنا

## التغذية عند الإنسان.

4

## تمرين عدد 1 :

عرّف المصطلحات التالية :

أنزيم - عصارة هاضمة - غدة هضمية - هضم - امتصاص - مغذي خلوي - هضم تجريبي - أغذية طاقية - أغذية بناءة - فيتامين - وجبة غذائية متوازنة - استقلاب قاعدي.

## تمرين عدد 2 :

انسخ الجدول التالي على كراسك ثم أكمله :

الأغذية	الهضم	مراحل الهضم الكيميائي	العصارات الهاضمة	نتائج الهضم
سكر العنب (جليكوز)				X
سكر القصب			X	
سكر الشعير			X	
النشا			X	
الحمض الأميني				X
أبيض البيض		X		
الحليب		X		
زيت الزيتون		X		
الخبز		X		

## تمرين عدد 3 :

علّل ما يلي :

- \* البروتيدات أغذية بناءة.
- \* تختلف الوجبة الغذائية عند نفس الشخص باختلاف نشاطه.
- \* تختلف الوجبة الغذائية عند نفس المرأة باختلاف حالتها الفيزيولوجية
- \* يجب أن تحتوي وجبة الرياضي على كمية إضافية من الأغذية الطاقية والماء والأملاح.

## تمرين عدد 4 :

ابحث عن الجواب الصحيح (أو الأجوبة الصحيحة) :

- \* يستعمل ماء اليود للكشف عن : - الدهنيات - النشا - سكر الشعير - البروتيدات.
- \* يستعمل محلول فهلتنق للكشف عن : النشا - الدهنيات - الجليكوز - البروتيدات.

## لنختبر مكتسباتنا

## التغذية عند الإنسان.

4

\* الأحماض الأمينية هي التّواتج النهائية لهضم :

الأملاح المعدنية - السكريات - البروتيدات - الفيتامينات - الدهنيات.

\* تهضم البروتيدات في : الفم والمعدة - المعدة والأمعاء - الأمعاء فقط

## تمرين عدد 5 :

تقدّر الحاجيات اليومية للرّضيع بـ 600 غ من حليب الأم، فإذا علمت أنّه يتناول 6 رضعات في اليوم وأنّ 100 غ من حليب الأم تحتوي على 87 غ ماء - 1,1 غ بروتيدات - 4,5 غ دهنيات - 7,7 غ سكريات،

1) ا - ابحث عن كمية الطاقة في كلّ رضعة إذا علمت أنّ :

1 غ بروتيدات تنتج عند احتراقها 4 كيلو حريرة

1 غ سكريات تنتج عند احتراقها 4 كيلو حريرة

1 غ دهنيات تنتج عند احتراقها 9 كيلو حريرة

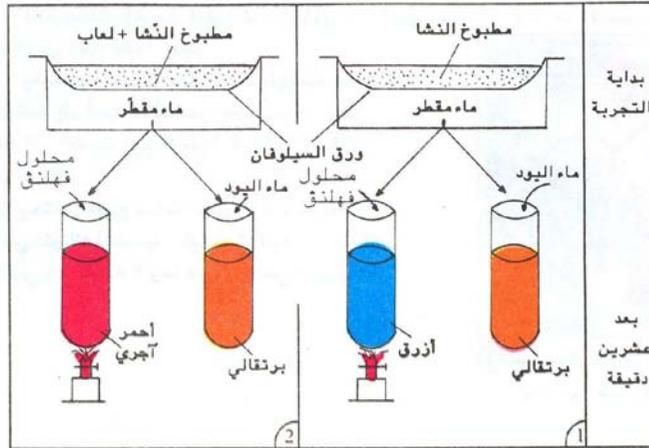
ب - ابحث عن الحاجيات اليومية للرّضيع من الطاقة.

سكر بسيط

2) 1 - في أيّ جزء من الأنبوب الهضمي يتمّ تفكيك سكر الحليب ؟

ب - ما هي العصارات الهاضمة الضرورية لذلك ؟

## تمرين عدد 6 :



- 1) ما هو الهدف من استعمال كاشفي محلل فهلنق وماء اليود في كل تجربة ؟
- 2) اشرح نتائج التجريبتين
- 3) يُجسّم جدار الأمعاء الدقيقة بغلاف السيلوفان الذي يسمح بمرور الجزيئات الصغيرة ويجسّم الدّم بالماء المقطر في التجريبتين السابقتين 1 و 2
- أ) استنتج من ذلك أهمية الهضم
- ب) ما هي خاصية غلاف السيلوفان التي تبرزها التجريبتان ؟
- 4) ما هي خاصيات الأمعاء الدقيقة ؟

- يمرّ جزء من مغذّيات الخلايا الناتجة عن الهضم إلى الشعيرات الدموية الموجودة في الخملات المعوية.

- الدّم سائل أحمر اللون لئزج يؤدي دور الوسيط بين تجويف الأنبوب الهضمي والخلايا في بقية أعضاء الجسم.

- يتسبب النزيف أحيانا في فقدان كمية هامة من الدّم إثر الحوادث الخطيرة ممّا يستوجب نقل الدّم إلى المصاب وهي الوسيلة الوحيدة لإنقاذه من الموت.

لماذا يعتبر الدّم سائلا ضروريا للحياة ؟  
ما هي مكوناته الأساسية ؟ كيف يمكن التعرف إليها ؟  
ما هي خصائصه ؟ وما هو دوره في الجسم ؟



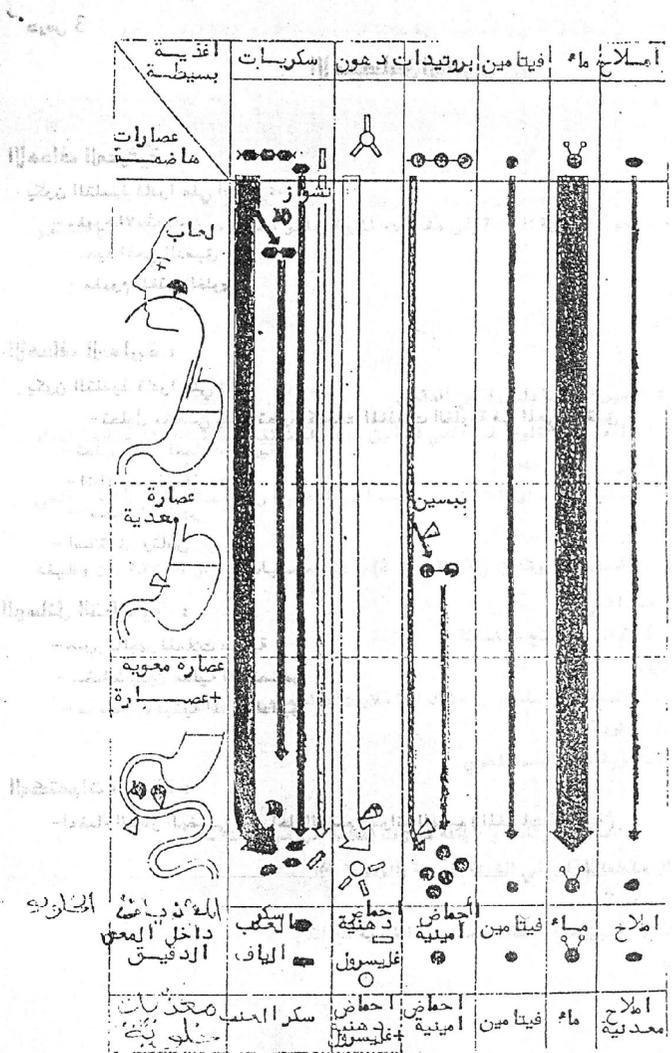
1 استعمال الرباط المطاطي للحد من خطورة النزيف



2 يحتاج الإنسان إلى نقل الدّم في حالات عديدة

**Annexe C3**

**Chapitre de la digestion**  
**extrait du guide méthodologique de l'enseignement**  
**des sciences naturelles**  
**en 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base**



الوثيقة عدد 3

أشغال تطبيقية 5

الهضم التجريبي

1 - الأهداف المعرفية :

- يكون التلميذ قادرا على إدراك :
- دور اللعاب في هضم النشا المطبوخ
- مفهوم عصارة هاضمة

2 - الأهداف المهارية :

- يكون التلميذ قادرا على :
- اعتماد التفكير العلمي لإنتاج تجارب هضم النشا المطبوخ خارج الجسم وتحليل نتائجها لاختبار الفرضيات.
- رسم بعض التجارب

3 - المكتسبات السابقة :

- مكونات غذاء مركب (8 أساسي)
- تصنيف الأغذية (8 أساسي)
- الكشف عن النشا وعن سكر العنب (8 أساسي)

4 - الوسائل التعليمية :

- أنايبب اختبار - محرار - محلول فهلنق - ماء اليود - مطبوخ النشا - حمام ماري - ماء مقطر - مرقد
- بنزن - ملاقط خشبية - النشا - سكر العنب - دوارق وكؤوس زجاجية.

## اشغال تطبيقية 5

## الهضم التجريبي

## 1 - طرح الإشكالية :

تلاحظ أن جل الأغذية المتناولة سائلة كانت أم يابسة تتحول وتتغير داخل الجسم. فكيف تتم عملية الهضم؟

## 2 - التدرج نحو الهدف

## النشاط الأول :

بعد مضغ قطعة خبز لمدة طويلة داخل الفم، يتحول الخبز إلى سائل حلو المذاق فما هو مصدر هذا المذاق الحلو؟

للإجابة عن هذا السؤال لا بد من التعرف إلى :

مكونات قطعة الخبز المضغوة : لعاب - نشا - مطبوخ - ملح - دابوق.

## النشاط الثاني :

اعتماد التفكير العلمي للتعرف على مصدر المذاق الحلو

ما هو العنصر الذي أعطى المذاق الحلو؟

بناء الفرضية : النشا تحول إلى سكر بمفعول اللعاب؟

الإستنتاج	النتيجة بعد 20 دقيقة (يعمر من طرف التلاميذ)		التجارب
	الكشف بمحلول فهلنق	الكشف بماء اليود	
(يعمر من طرف التلاميذ) النشا المطبوخ لم يتحول إلى سكر بمفعول الماء.	لون أزرق	لون أزرق	(1) التجربة الشاهدة : أنبوب به ماء مقطر + نشا مطبوخ.
اللعاب لا يحتوي على النشا ولا على السكر	لون أزرق	لون أصفر مثل ماء اليود	(2) أنبوب به لعاب + ماء مقطر
النشا المطبوخ تحول إلى سكر بمفعول اللعاب.	رأسب أحمر أجري	لون أصفر مثل لون ماء اليود	(3) أنبوب به نشا مطبوخ + لعاب

## ملاحظات :

- 1 ( توضع كل الأنابيب لمدة 20دق في حمام ماري درجته 37°  
2) بعد 20 دقيقة تكشف عن النشاء بماء اليود وعن السكر بمحلول فهلنق بالنسبة لحتوى كل أنبوب.

## النشاط الثالث :

رسم نتائج التجارب (الكتاب المدرسي صفحة 52)

## الخلاصة :

تفرز الغدد اللعابية في مستوى الفم اللعاب الذي يحتوي على مادة فعالة تحول النشا المطبوخ الذي يعتبر من السكريات المعقدة إلى سكر بسيط يسمى بسكر الشعير. نستنتج أن عملية الهضم تبدأ في مستوى الفم.

**النشاط الثالث :**

ما هو مصدر كل من العصارة المعدية (بيسين و حمض كلور الماء) وعديد البيبتيد ؟  
 - تحليل تجريبية ستبلا نزاني (الكتاب المدرسي صفحة 54)  
 - يتعرف التلميذ الى العمل الميكانيكي للمعدة بفضل التقلصات العضلية لجدارها الذي يمكن من خلط الاغذية مع العصارة المعدية التي يفرزها الغشاء المخاطي المعدي (يمكن مشاهدة شريط فيديو ) و ان بداية المعى الدقيق هو ملتقي لعدة عصارات .  
 بالاعتماد على الوثيقتين بين 2 و 3 (عدم نسخ هاتين الوثيقتين إلى التلاميذ)  
 يعمر التلميذ الجدول التالي :

العصارة الهاضمة	العضو المفرز	التحولات التي تطرأ على الأغذية
عصارة معدية	خلايا الجدار المخاطي المعدي	يتم داخل المعدة تبسيط البروتينات الى جزئيات عديدة البيبتيد
	الصفراء	تجزأ قطيرات الدهون الى قطيرات صغيرة
العصارة المعثكلة	المعثكلة	يتحول النشا الى مالتوز (سكر الشعير) تتحول البروتينات الى عديد البيبتيد التي تتحول الى احماض أمينية. وبعد تأثير الصفراء تتحول الدهون الى احماض دهنية و غليسول
العصارة المعوية	خلايا جدار المعى الدقيق	تتحول السكريات البسيطة الى سكر عنب يتحول عديد البيبتيد الى احماض أمينية تتحول الدهون الى احماض دهنية و غليسول

**النشاط الرابع :**

تحليل الوثيقة عدد 3 التي تبين اهم مراحل الهضم و المغذيات الخلوية المتحصل عليها  
 - الاغذية البسيطة  
 ماء  
 املاح معدنية  
 فيتامينات  
 سكريات و نشويات  
 بروتينات  
 دهنيات  
 - المعدات الخلوية  
 ماء  
 املاح معدنية  
 فيتامينات  
 سكر عنب  
 احماض امينية  
 احماض دهنية و غليسول

**الجهاز الهضمي عند الإنسان و دور العصارات الهاضمة****الأهداف المعرفية :**

- يكون التلميذ قادرا على :  
 - التعرف إلى أجزاء الجهاز الهضمي  
 - التعرف إلى دور العصارات الهاضمة في تبسيط الأغذية المركبة  
 - إدراك مفهوم العصارة الهاضمة  
 - إدراك مفهوم الهضم

**الأهداف المهارية :**

- يكون التلميذ قادرا على :  
 مقارنة عمليات الهضم في مستويات مختلفة من الجهاز الهضمي  
 اتمام رسم الجهاز الهضمي عند الإنسان  
 تحليل جدول ( يعطي تركيبة اللقمة الغذائية عند وصولها إلى المعدة و بعد اجتيازها لها).  
 تحليل رسم للجهاز الهضمي يبين دور العصارات في تفكيك الأغذية  
 تحليل جدول يبين دور العصارات  
 التأليف

**الوسائل التعليمية :**

- صور ثابتة للجهاز الهضمي عند الإنسان - رسم للجهاز الهضمي في مستوى بداية المعى الدقيق.  
 شريط فيديو يبين عملية الهضم.

**المكتسبات :**

- الاغذية المركبة و الاغذية البسيطة.  
 الهضم التجريبي و دور اللعاب في تحويل النشا المطبوخ الى سكر بسيط.



**Annexe C4**

**Entretien des enseignants (Pr1, Pr2 et Pr3)**

**Annexe C5**

**Entretien des collégiens (C1 – C14)**

**Annexe C6**

**Transcriptions des entretiens des enseignants**

**Annexe C7**

**Transcriptions des entretiens des collégiens**

## Annexe C4

### Entretien des enseignants (Pr1, Pr2 et Pr3)

1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?
2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?
3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?
4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?
5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ?  
Lesquelles ?
6. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?
7. Comment les avez-vous gérées ?
8. Que pensez-vous de l'articulation entre l'In Vivo et l'In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?
9. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?
10. Selon vous, est – ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?
11. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?
12. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe, permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi
13. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?
14. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?
15. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?
16. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?

## **Annexe C5**

### **Entretien des collégiens (C1 – C14)**

#### **Entretien semi-directif destiné aux élèves de 9<sup>e</sup> année de base**

1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?
2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?
3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?
4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?
5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?
6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?
7. Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?
8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?
9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?

## Annexe C6

### Transcriptions des entretiens des enseignants

#### Pr1

**1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Oui... comme toujours... lorsqu'on fait des expériences en classe... ça fait bouger les élèves... c'est bien.

**2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

La dernière séquence d'enseignement de la digestion... elle était sur les fonctions de nutrition chez l'homme... c'était un TP sur la digestion expérimentale de l'empois d'amidon par la salive... j'ai commencé par demander à trois élèves de mâcher longtemps le pain... jusqu'à ce qu'ils aperçoivent le changement du goût... et l'apparition du goût sucré... après je leur demande de décrire ça à leurs camarades... ce qui permet de poser la question qui est l'objectif de la séance : quel est l'origine du goût sucré ? Une fois les élèves arrivent à donner l'hypothèse qui consiste à dire que l'empois d'amidon s'est transformé en sucre suite à l'action de la salive... je passe à la deuxième expérience qui consiste à réaliser l'expérience de digestion de l'empois d'amidon avec la salive... il s'agit de la même expérience qui existe dans le manuel".

**3. Qui est ce qui a proposé la question de cette séance, a émis l'hypothèse et a réalisé l'expérience de la digestion de l'amidon par la salive ?**

Comme vous avez vu, c'était moi qui a proposé la question ainsi que l'hypothèse aux élèves mais je les ai bien expliquées pour montrer aux élèves la nécessité de réaliser l'expérience de l'amidon... j'ai choisi de réaliser aussi cette expérience... par manque de temps et par manque de matériels... pour cela je fais chaque fois moi-même l'expérience devant les élèves.

**4. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?**

J'ai demandé à trois élèves de mâcher longtemps le pain... jusqu'au changement du goût... je réalise aussi la digestion de l'amidon par la salive... devant mes élèves... et j'explique tout à mes élèves... les tubes à essai à préparer... le but de chaque tube... le but de l'expérience totale... les résultats trouvés... et la conclusion

**5. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

Je pense que ces pratiques expérimentales... peuvent avoir différents rôles... elles aident les élèves à comprendre... parce qu'elles simplifient et facilitent l'information... elles rapprochent les élèves des notions du cours... ces expériences permettent d'apprendre aux élèves à comparer... à réfléchir... à tirer des conclusions.

**6. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?**

J'ai remarqué que je dois... expliquer plusieurs fois... que l'expérience de l'amidon... servira à expliquer l'apparition du goût sucré dans la bouche... une fois on mâche le pain.

**7. Comment les avez-vous gérées ?**

J'explique ce point plusieurs fois... au début lorsque je commence l'expérience de l'amidon... et à la fin... après l'interprétation des résultats... je l'indique aussi dans la conclusion

**8. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?**

Non... ça va... à part que je préfère que ce sont mes élèves qui réalisent cette expérience... mais... par manque de temps et surtout de matériels... je suis obligé de la réaliser devant mes élèves

**9. Comment les avez-vous gérées ?**

J'essaie d'expliquer tout à mes élèves... tous les détails de cette expérience... comme ça il n'y a pas de problème... et mes élèves comprennent chaque étape de cette expérience

**10. Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?**

Je pense que... l'articulation entre In vivo et In vitro liée à la digestion est bien présentée dans le manuel scolaire... dans le chapitre de la digestion... il y a un tableau entier qui présente... les conditions dans la bouche... la température, la salive... et comment les remplacer dans les expériences... la bouche est remplacé par un tube à essai... on utilise la salive... le bain marie pour avoir une température d'environ 37 °C... dans les programmes officiels la relation entre l'In vivo et l'In vitro... je pense que ce point n'est pas évoqué à ce niveau... en 9<sup>e</sup> année de collège... mais en 3<sup>e</sup> année secondaire... section sciences expérimentales les professeurs doivent détailler ça... mais en 9<sup>e</sup> année on enseigne que l'hydrolyse de l'amidon In vitro... mais pour expliquer la digestion In vitro de l'amidon par la salive aux élèves je suis obligé d'évoquer cette articulation... je reprend presque le tableau donné par le manuel

**11. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?**

je commence par donner à trois élèves des morceaux de pain... je leur demande de mâcher pendant longtemps... après je leur demande de décrire à leur camarades le goût qu'ils ont senti... une fois le goût sucré est noté... je prends cette activité comme point de départ... pour argumenter l'expérience d'hydrolyse d'amidon qu'on va réaliser ensuite... je dis aux élèves que pour comprendre comment le pain s'est transformé en sucre... quel est l'origine de ce goût sucré... qui est le responsable de cette transformation... nous allons faire la même expérience mais à l'extérieur du corps... pour réussir cette expérience... il faut respecter... les mêmes conditions qui existent dans la

## Annexe C6

bouche... de là je fais le tour du matériel que j'ai préparé pour l'expérience... j'explique le rôle du bain marie par exemple, du liqueur de Fehling, de l'eau iodée, etc... comme ça j'explique l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro aux élèves

### **12. Selon vous, est – ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

Oui ces activités reflètent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme... mais à condition bien sûr de respecter cette articulation entre l'In vivo et l'In vitro... il faut que les conditions des expériences soient pareilles à celles qui existent dans le corps

### **13. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Une fois... l'élève est attentif en classe... et n'hésite pas à poser des questions s'il ne comprend pas... je pense qu'il ne trouvera pas de difficultés à comprendre ces expériences

### **14. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Oui... les expériences en biologie pratiquées en classe permettent d'étudier et de comprendre le vivant... ces expériences offrent une occasion aux élèves pour chercher eux même les résultats... ces élèves vont comprendre qu'à l'aide de ces expériences on étudie le vivant... et on arrive à le comprendre"

### **Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?**

Je pense que ces expériences sont très importantes car elles aident beaucoup les élèves à comprendre le cours... mais j'aurais préféré avoir plus de temps pour que mes élèves puissent réaliser eux même ces expériences.

### **15. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

Le fait d'avoir des expériences dans l'enseignement de la digestion... rend cet enseignement riche

### **16. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

Non... d'après mon expérience... j'ai remarqué que les élèves ne trouvent pas de difficultés à comprendre la digestion... au contraire... ils manifestent un intérêt particulier à ce thème... peut être car la digestion les touche directement... je ne sais pas

### **17. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non... j'insiste comme même sur l'importance de ces expériences dans la digestion... elles facilitent énormément l'information aux élèves.

## Pr2

### **1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Du point de vue activités la séquence a été bien passée... mais... en ce qui concerne la vivacité... de la séance... ce n'était pas comme d'habitude vu que j'ai été malade.

### **2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

C'est une séance de TP... ce TP porte sur la digestion expérimentale de l'empois d'amidon par la salive... les élèves ont réalisé cette expérience afin de pouvoir comprendre la transformation que subit l'empois d'amidon sous l'action de la salive...

### **3. Et si vous nous parlez un peu de cette expérience : comment vos élèves ont procédé pour la réaliser, avaient – ils rencontré des difficultés, comment vous les avez aidé à les surmonter ?**

Je sais que ce n'est pas facile pour mes élèves de mener cette expérience sans difficultés... ils ont beaucoup de difficultés... Ils ne savent pas bien manipuler... je leur projette le protocole expérimental, je l'explique au tableau... ils l'ont sur leur livre... malgré ça... ils commettent toujours des fautes de manipulation... ils oublient facilement une étape et toute l'expérience est ratée à la fin... Pour cela, je les suis étape par étape... et je répète à chaque étape qu'est ce qu'ils doivent faire... c'est très fatiguant mais j'ai pas le choix... sinon sur les quatre expériences réalisées t'as une de réussie et qui donne les résultats attendus et les trois autres sont ratées.

### **4. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?**

C'est l'expérience de la digestion de l'empois d'amidon par la salive... cette expérience permet de montrer aux élèves ce qui se passe à l'amidon dans la bouche... c'est-à-dire comment l'amidon est transformé en sucre sous l'action de la salive

### **5. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

Lorsque c'est une séance de TP... je sens que les élèves aiment ça... l'ambiance en classe n'est plus la même... les élèves bougent beaucoup... Ils se sentent plus libres... ils participent plus... ça me fatigue plus car... ça engendre un peu de... désordre en classe... je dois gérer tout ça... mais j'ai remarqué que les élèves comprennent plus rapidement... ils comprennent mieux par exemple comment l'amidon se transforme en sucre quand ils réalisent une expérience de digestion de l'amidon par la salive... ces expériences vérifient et montrent réellement... ces expériences permettent d'apprendre aux élèves à raisonner... à comparer... à manipuler... à interpréter les résultats

**6. Est-ce que vous avez rencontré des difficultés durant ces activités ?**

Je n'ai pas rencontré de difficultés... car ça fait maintenant cinq ans que j'enseigne la 9<sup>e</sup> année de base

**7. Que pensez-vous de l'articulation entre l'In Vivo et l'In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?**

Les programmes officiels ne présentent pas cette articulation et c'est normal... car on n'enseigne pas cette articulation en 9<sup>e</sup> année... c'est une partie très importante de la digestion qui s'enseigne en 3<sup>e</sup> année secondaire... pour le manuel scolaire... il présente cette articulation... car il présente le protocole expérimental à appliquer lors de la réalisation de l'expérience de la digestion de l'amidon

**8. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?**

J'aborde cette articulation en classe... généralement avant que les élèves commencent à manipuler... j'explique aux élèves les différentes étapes du protocole expérimental... qu'ils vont réaliser dans l'expérience de digestion de l'amidon par la salive.

**9. Selon vous, est – ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

Oui ces activités reflètent ce qui se passent dans le corps... puisqu'elles reflètent les mêmes conditions In vivo... ces expériences sont réalisées dans la même température que celle du corps et avec de la salive humaine... donc, il n' y a pas de problème... ces expériences vont refléter ce qui se passe réellement In vivo

**10. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Ces expériences sollicitent beaucoup d'attention de la part des élèves... car comme j'ai dit... ce n'est pas facile pour mes élèves... qui n'ont pas manipuler avant... de faire ces expériences sans difficultés... malgré que j'explique toutes les étapes à faire dans le protocole expérimental... ils oublient facilement des étapes... surtout les détails... pour cela, il faut que les élèves soient attentifs et manipulent correctement.

**11. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Oui... ces expériences permettent de comprendre le vivant... car en biologie... je parle des recherches en biologie... les chercheurs font des expériences pour comprendre l'organisme... en classe on ne fait pas ces expériences car elles sont très difficiles pour les élèves et demandent beaucoup de matériels... mais on essaie de refaire quelques expériences faciles comme celle de l'hydrolyse de l'amidon... adaptées au niveau des élèves... car c'est pas la même expérience d'hydrolyse d'amidon faite en 9<sup>e</sup> qu'en 3<sup>e</sup> année secondaire... il faut respecter le niveau des élèves... Comme j'ai dit on refait des expériences faciles pour montrer aux élèves que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant

## Annexe C6

### **12. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?**

Ces expériences sont à mon avis... nécessaires... car elles facilitent beaucoup l'information aux élèves... en plus avec ces expériences mes élèves ont une occasion de manipuler et de voir comment la salive transforme l'empois d'amidon en sucre

### **13. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

C'est un enseignement... à mon avis... bien adapté à la 9<sup>e</sup> année de base

### **Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

En 9<sup>e</sup> année de base... on enseigne pas les différents détails de la digestion... on introduit juste la digestion chimique par l'exemple de l'empois d'amidon... ce n'est pas un enseignement difficile... donc il dépasse pas le niveau des élèves de 9<sup>e</sup> année

### **14. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non... mais je souhaite comme même faire toujours des expériences en sciences naturelles

## Pr3

**1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Oui... ça c'est bien passé... mes élèves ont bien travaillé... ça c'est bien passé

**2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

cette séance a été consacrée à l'étude de digestion expérimentale de l'amidon par la salive... en partant de l'exemple qui consiste au changement du goût du pain mâché... j'ai fait faire aux élèves des expériences de digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase salivaire... j'ai partagé le groupe en deux... donc deux expériences ont été réalisées par groupe... les élèves ont presque tout fait... mais ça n'empêche que j'ai été obligé d'intervenir de temps en temps pour qu'ils ne se trompent pas en manipulant

**3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?**

Mes élèves ont réalisé des expériences de digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase salivaire... j'ai aussi expliqué au début de la séance... comment le pain change du goût... et passe du goût salé au goût sucré dans la bouche

**4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

Je pense que ces expériences facilitent beaucoup le cours aux élèves... Ils retiennent plus facilement et arrivent... à comprendre plus vite que dans un cours ordinaire... en plus, au cours de ces expériences les élèves sont obligés de travailler plus... ils pensent... ils comparent... ils manipulent... ils discutent entre eux... ils tirent des conclusions... ce qui leur apprend beaucoup de choses à mon avis... ça leur apprend à raisonner d'une manière logique... à manipuler correctement et à faire attention en manipulant... à travailler en groupe... etc.

**5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?**

Mes élèves ont bien travaillé... mais ça n'empêche que je dois les surveiller au cours de la manipulation... parce qu'ils se trompent facilement dans la manipulation.

**6. Comment les avez-vous gérées ?**

J'ai été obligé d'intervenir de temps en temps... pour que mes élèves ne se trompent pas en manipulant... bien que j'essaie de les laisser travailler seuls

**7. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?**

Non... ça va... ce n'est pas difficile comme TP... j'ai déjà enseigné la digestion au secondaire... et le TP de la digestion au secondaire... en 3<sup>e</sup> année secondaire précisément est plus chargé que ce TP

## Annexe C6

### **8. Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?**

L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro fait partie du programme de 3<sup>e</sup> année secondaire section sciences expérimentales... j'ai déjà enseigné au lycée et je sais qu'elle est enseignée à ce niveau... en 9<sup>e</sup> année, les programmes officiels ne l'évoquent pas puisque... elle n'est pas une partie à traiter à ce niveau... le manuel scolaire présente un tableau qui articule entre les conditions In vivo et les conditions In vitro... et ceci pour expliquer comment réaliser l'expérience de digestion In vitro de l'amidon par la salive

### **9. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?**

En classe, on réalise... avec les élèves... une expérience sur la digestion expérimentale de l'amidon... il faut avant de commencer cette expérience... que j'explique l'utilité de cette expérience... pourquoi on réalise cette expérience... je leur explique qu'avec cette expérience, on va essayer de comprendre ce qui se passe dans la bouche... et pourquoi le pain change de goût et devient sucré... j'explique ensuite le rôle de chaque matériel qu'on va utiliser dans cette expérience... en même temps j'essaie d'articuler avec les conditions In vivo... le tube à essai qui va remplacer la bouche... le bain marie pour garder une température de l'ordre de 37 °C comme la température dans la bouche... les élèves comprennent donc que pour réussir cette expérience il faut essayer de créer des conditions pareilles à celle qui existent dans la bouche.

### **10. Selon vous, est – ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

Oui... du moment où on tient compte des conditions qui règnent dans le corps... et on essaie de les reproduire dans les expériences... ces expériences vont refléter ce qui se passe réellement dans le corps... c'est d'ailleurs la logique des expériences en biologie

### **11. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Pas de grandes qualités... car ce n'est pas un TP très difficile... mais comme les élèves de 9<sup>e</sup> année... n'ont pas eu l'occasion avant de manipuler... il faut qu'ils manipulent doucement... et il faut qu'ils suivent à la lettre les différentes étapes du protocole expérimental.

### **12. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe, permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Ces expériences permettent de comprendre comment se passe la digestion de l'amidon dans la bouche... en 6<sup>e</sup> année... si ces élève suivent une section scientifique... ils vont faire aussi des expériences sur l'hydrolyse de l'ovalbumine... il vont comprendre comment se fait la digestion de l'ovalbumine dans l'estomac... ainsi les élèves vont comprendre l'importance de la digestion chimique et surtout des enzymes qui sont responsables de sa digestion. En 9<sup>e</sup> année, on traite pas trop cet aspect chimique de la digestion... on fait que l'introduire aux élèves pour tirer leur attention sur son importance dans le corps et pour les aider à comprendre le vivant.

## Annexe C6

### **13. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?**

Ces expériences... je les trouve... très importantes... car c'est ces expériences offrent aux élèves l'occasion de manipuler et de travailler en groupe... qu'un cours classique est loin de pouvoir instaurer

### **14. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

C'est un enseignement bien conçu... qui s'effectue en fait sur deux étapes : au collège et au lycée... donc on introduit au collège... et on complète et on détaille au secondaire

### **15. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

Généralement... les élèves n'ont pas de problèmes pour comprendre ce chapitre

### **16. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Vous pouvez aller voir au secondaire... en 3<sup>e</sup> année secondaire... comment la digestion est enseignée... c'est la suite de cet enseignement

## Annexe C7

### Transcriptions des entretiens des collégiens

#### CI1 : C1-C5

##### C1

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Monsieur m'a donné un morceau de pain... J'ai mâché ce morceau longtemps... au début le pain était salé... mais à la fin son goût devient sucré... après... j'ai regardé l'expérience de l'amidon... monsieur a fait cette expérience

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai appris avec ces expériences... que l'amidon dans la bouche se transforme en sucre... j'ai appris pourquoi il y a apparition du goût sucré quand on mâche le pain"

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non... je n'ai pas rencontré des difficultés durant cette séquence... monsieur a réalisé l'expérience de l'amidon et il nous a expliqué toute l'expérience

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui les expériences... qu'on a faites dans le cours de la digestion... permettent de voir ce qui se passe dans le corps... c'est ce que monsieur nous a dit en classe...".

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je n'ai pas fait des expériences sur la digestion avant

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

L'élève doit faire attention... pour voir comment les tubes à essai changent de couleur... lorsque l'amidon se transforme en sucre

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Les expériences sur la digestion permettent de comprendre le vivant... car ces expériences permettent de comprendre la digestion de l'amidon comment elle se passe dans l'organisme...

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

J'aime bien faire des expériences en Sciences naturelles

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

J'ai compris ce cours... ce n'est pas difficile

## C2

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Durant la dernière séquence sur la digestion... j'ai mâcher longtemps un morceau de pain... j'ai remarqué le goût sucré... et c'est Monsieur qui a fait l'expérience de l'amidon...

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai retenu de cette séquence que l'amidon qui existe dans la pain... au début... il a un goût sucré... lorsqu'on mâche le pain... l'amidon se transforme en sucre... dans la bouche... sous l'action de la salive

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ?  
Lesquelles ?**

Non... au début... j'ai pas compris pourquoi le pain a changé de goût... et après son goût salé il devient sucré

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui... à mon avis... les expériences sur la digestion de l'amidon permettent... de comprendre ce qui se passe dans le corps... car on fait les expériences dans les mêmes conditions qui existent dans le corps

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je n'ai pas fait des expériences sur la digestion... avant cette année

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Il faut suivre monsieur en classe... pour comprendre

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui ces expériences permettent de comprendre le vivant... ces expériences montrent que la salive transforme l'amidon en sucre... donc dans la bouche... le pain devient sucré

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Non...

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Non

## C3

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai fait... dans la dernière séquence sur la digestion... j'ai regardé comment Monsieur a réalisé l'expérience de l'amidon... j'ai vu comment l'amidon s'est transformé en sucre...

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

Dans les expériences sur la digestion... j'ai appris que la salive agit sur l'amidon et le transforme en maltose... j'ai appris aussi comment montrer ça par une expérience... comment observer le changement de coloration des tubes à essai... comment arriver à la conclusion que l'amidon est transformé en sucre... »

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

J'ai rencontré des difficultés... car je n'ai pas compris pourquoi ces tubes à essai... mais à la fin... j'ai compris... ces tubes et... cette expérience... pour montrer que la salive agit sur l'amidon

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Je ne sais pas... on n'a pas étudié ça en classe

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Non... je ne connais pas des expériences sur la digestion... je connais que l'expérience de l'amidon

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Il faut faire attention en classe pour comprendre.

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

*Je ne sais pas... on n'a pas vu ça dans le chapitre de la digestion »*

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Non

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Ces expériences m'ont aidé à comprendre le cours

## C4

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Monsieur a fait l'expérience de l'amidon par la salive... j'ai fait attention comment il a préparé les tubes... et comment l'amidon se transforme en sucre

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai appris que la salive transforme l'amidon en maltose... donc quand on mâche le pain on sent un goût sucré

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ?  
Lesquelles ?**

Non... je n'ai pas rencontré des difficultés

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire In vivo) ?**

Oui ces expériences... reflète ce qui se passe dans l'organisme... car on respecte les mêmes conditions de la bouche... une température 37°...un PH neutre en plus on utilise notre salive

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Non je n'ai pas fait des expériences avant... sur la digestion... c'est la première fois que j'étudie des expériences sur la digestion

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

On doit suivre l'enseignant... pour comprendre

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui... ces expériences permettent de comprendre le vivant... parce que ces expériences... permettent de voir... comment la salive agit sur l'amidon... et comment l'amidon est transformé en sucre

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences... c'est plus facile que le cours... ça facilitent les informations

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Non...

## C5

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai suivi monsieur... il a réalisé l'expérience de la digestion de l'amidon par la salive

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai appris à comparer les tubes à essai... à bien réfléchir pour comprendre que la salive transforme l'amidon en sucre

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ?  
Lesquelles ?**

Non... il n'y a pas de difficultés... c'était pas très difficile

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire In vivo) ?**

Oui ces expériences reflètent ce qui se passe dans l'organisme... Oui parce que monsieur nous a dit que ces expériences montrent ce qui se passe à l'amidon dans la bouche

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je n'ai pas étudié des expériences sur la digestion... ni au primaire... ni en 7<sup>e</sup> année ni en 8<sup>e</sup> année de base

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Il faut que l'élève aime les sciences naturelles... et il faut que l'élève... aime les expériences

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui ces expériences permettent d'étudier le vivant... parce que... ces expériences montrent la digestion... dans la bouche... l'amidon... se transforme en sucre

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences permettent d'étudier le vivant... il faut faire toujours des expériences en sciences naturelles

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Ces expériences montrent la digestion de l'amidon dans la bouche

## CI2 : C6-C10

### C6

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai pris un tube a essai... j'ai mis dans ce tube de la salive et de l'empois d'amidon... j'ai suivi les différentes étapes de l'expérience que Monsieur a projeté... j'ai réalisé l'hydrolyse de l'amidon par la salive

**2. Qu'est-ce que tu as retenu, compris et appris de cette séquence ?**

J'ai retenu... et j'ai compris de ces expériences... que l'hydrolyse de l'amidon se réalise... à l'aide de la salive... donc... dans la bouche... la salive transforme l'amidon en sucre.

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ?  
Lesquelles ?**

Non... je n'ai pas rencontré de difficultés... car... monsieur a expliqué tout... et il a... projeté les étapes de l'expérience... ce qu'on doit faire dans ces expériences

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Les expériences sur la digestion... montrent ce qui se passe dans l'organisme... car Monsieur nous a dit ça... avec ces expériences on voit ce qui se passe à l'amidon dans la bouche

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je n'ai pas fait des expériences sur la digestion... avant cette année... au primaire on ne fait pas des expériences dans les sciences naturelles... et aussi en 7<sup>e</sup> année et 8<sup>e</sup>

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Il faut surtout faire attention... et suivre toutes les étapes de l'expérience... il ne faut pas oublier une étape

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui... selon moi... ces expériences... permettent de comprendre le vivant... car ces expériences montrent ce qui se passe à l'amidon dans le corps... donc ça permet de comprendre l'être vivant

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

J'aime faire des expériences... en sciences naturelles... car comme ça je retiens vite le cours

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

J'aime aussi le cours de la digestion... car j'aime les sciences naturelles

## C7

### **1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai fait l'expérience... de l'amidon par la salive... on a préparé... avec mes amis... et monsieur... des tubes à essai... dans ces tubes... on a mis... de la salive... de l'empois d'amidon... de l'eau... on a chauffé... et après on a vu l'amidon se transformer en sucre

### **2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai retenu que la salive agit sur l'empois d'amidon et le transforme en sucre... j'ai compris... aussi... dans ses expériences... j'ai compris que dans une expérience il faut un tube témoin car ça sert à comparer avec le tube expérimental..."

### **3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non je n'ai pas rencontré des difficultés... au début je n'ai pas compris le tube témoin... pourquoi on a préparé ce tube... mais après j'ai compris

### **4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'in vivo) ?**

Je n'ai pas une réponse à cette question... je ne sais pas

### **5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je n'ai pas fait des expériences sur la digestion en classe... avant cette année... ni à l'école primaire... ni au collège

### **6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Lorsqu'on prépare les tubes à essai... il faut aller doucement... car il y'a beaucoup de choses à faire pour chaque tube... et chaque tube est différents de l'autre... on se trompe vite... et si on se trompe... toute l'expérience devient fausse

### **7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Je ne sais pas... je sais que l'amidon est digéré par la salive...

### **8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Pour moi... ces expériences m'ont aidé à comprendre le cours... je l'ai retenu vite... et si j'ai une question sur cette partie... dans l'examen... j'ai une question sur l'amidon et la salive... je suis sûr... que je saurai répondre... sans réviser le cours

### **9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

C'est un cours qui n'est pas compliqué... en plus ces expériences on facilité ce cours

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai préparé des tubes à essai... un tube contient la salive plus l'empois d'amidon... un autre tube contient... l'eau plus l'amidon... un autre tube... contient... j'ai oublié qu'est ce que ce tube contient... on a fait l'expérience de l'amidon...

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai retenu... de cette expérience... que la salive joue un rôle important... car elle agit sur l'empois d'amidon... la salive agit sur l'empois d'amidon... l'empois d'amidon se transforme donc en sucre

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ?  
Lesquelles ?**

Non... je n'ai pas de difficultés dans ces expériences

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Je ne sais pas... je ne me souviens pas que Monsieur nous a enseigné ça

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

**C8**

Je n'ai pas étudié... des expériences sur la digestion avant cette année... c'est la première fois que je fais des expériences sur l'amidon et la salive

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Les élèves doivent savoir préparer des tubes à essai... en mettant ce qu'il faut dans chaque tube... il faut mélanger entre les tubes... il faut mettre des numéros sur ces tubes... pour ne pas se tromper

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui... ces expériences permettent d'étudier le vivant... car on fait ces expériences pour étudier... comment la salive agit... sur l'amidon dans le corps du vivant

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences sont intéressantes... il faut faire des expériences dans les cours des sciences naturelles

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Ce cours me plaît ce cours... en plus on fait des expériences

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai fait durant la dernière séquence sur la digestion... j'ai fait l'expérience de l'amidon... j'ai donné ma salive... on a mélangé la salive avec l'amidon dans des tubes à essai... on a obtenu des tubes... où l'amidon s'est transformé en sucre... on a vu ça avec le liquide de Fehling

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai appris comment l'amidon se transforme en sucre sous l'action de la salive... j'ai appris comment faire une expérience de digestion de l'amidon par la salive... comment on prépare les tubes à essai... comment avec le liquide de Fehling on voit que l'amidon est transformé en sucre

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ?  
Lesquelles ?**

Non... je n'ai pas trouvé de difficultés... j'ai travaillé avec mes amis... et on a tout fait juste

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Je ne sais pas... On n'a pas vu ça en cours

**C9**

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Non... je n'ai pas fait avant... des expériences sur la digestion

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Il faut savoir préparer des tubes à essai... il faut savoir suivre les différentes étapes de cette expérience... et il faut être ordonné... pour ne pas mélanger tous les tubes et... se tromper

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Est-ce que ces expériences permettent de comprendre le vivant ?...je ne sais pas... je ne sais pas... on n'a pas vu ça en cours

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences... facilitent beaucoup le cours... en plus on travaille dans ces expériences... et on trouve les résultats

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Ce cours permet de comprendre comment l'amidon est transformé dans la bouche... et que c'est la salive qui transforme l'amidon en sucre

## C10

### **1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai fait... dans la dernière séquence de la digestion... des expériences sur l'amidon et la salive... on a mélangé... dans des tubes à essai... de la salive et de l'empois d'amidon... on a attendu vingt minutes... après l'amidon se transforme en sucre... ce n'est pas dans tous les tubes... ça se transforme... seulement dans le tube... où il y a l'empois d'amidon plus la salive.

### **2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

j'ai appris à faire des expériences... j'ai préparé des tubes à essai... j'ai mis de la salive et de l'empois d'amidon... j'ai attendu vingt minutes... après j'ai testé s'il y a de l'amidon ou du sucre... j'ai appris aussi... de ces expériences... que l'amidon se transforme dans la bouche... en sucre... on voit ça par ces expériences... j'ai appris que les différentes étapes de l'expérience doivent être prêtes à l'avance... qu'on doit suivre ces étapes pour réussir l'expérience... j'ai appris aussi qu'à l'aide de ces expériences on est arrivé à la conclusion

### **3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non... j'ai travaillé sans difficultés

### **4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui monsieur a dit que ces expériences sur l'amidon par la salive... reflètent ce qui se passe dans le corps... ces expériences montrent ce qui se passe dans le corps

### **5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je ne me souviens pas que j'ai fait... des expériences sur la digestion... c'est la première année... où je fais des expériences sur la digestion

### **6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Les élèves doivent savoir préparer des tubes à essai... et doivent aussi... aimer faire des expériences en sciences naturelles... comme moi

### **7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant... selon moi... oui... parce que ces expériences... montrent ce qui se passe dans le corps... ces expériences montrent ce qui se passe... à l'amidon... et comment la salive agit sur l'empois d'amidon... qui se transforme en sucre

### **8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

J'aime faire des expériences en sciences naturelles... j'aime le cours où on fait des expériences... plus un cours classique où on ne fait pas des expériences et on reste dans une séance... où on ne bouge pas

### **9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

On fait des expériences dans ce cours... donc le cours de la digestion devient léger par rapport aux autres cours

## C13 : C11-C14

### C11

**1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Dans la séquence de la digestion... j'ai fait l'expérience de l'amidon... j'ai donné le résultat que j'ai trouvé dans mon tube à essai... monsieur a écrit tous les résultats au tableau... on a trouvé la conclusion... c'est la salive qui transforme l'amidon en sucre

**2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai retenu que la digestion... de l'amidon se passe dans la bouche... grâce à la salive... en plus dans les expériences sur la digestion... j'ai travaillé avec mes amis... monsieur nous a partagés en deux groupes... il y a que pendant les expériences qu'on peut travailler ensemble... j'aime bien travaillé comme ça... car je peux discuter avec mes amis et j'apprend plus vite lorsque je travaille en groupe "

**3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non... je n'ai pas rencontré de difficultés dans ces expériences... j'ai travaillé avec mes amis... nous avons fait toutes les étapes de l'expérience

**4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui ces expériences... montrent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme... car dans ces expériences on a la même température que dans la bouche... donc les conditions sont les mêmes qui existent dans notre corps

**5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je ne me souviens pas des expériences sur la digestion... je n'ai pas étudié des expériences sur la digestion avant cette année

**6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Les élèves doivent suivre les étapes de l'expérience... ils doivent aussi bien travailler et bien préparer les tubes à essai... il doivent aussi travailler ensemble... et trouver les résultats ensemble

**7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui ces expériences permettent de comprendre le vivant... car ça permet de voir ce qui se passe... dans la bouche... comment l'amidon se transforme en sucre dans la bouche.

**8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Dans ces expériences... je travaille avec mes amis... j'aime ça

**9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Non... je n'ai pas de questions

## C12

### **1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai suivi monsieur... qui expliqué que... le pain dans la bouche... une fois on le mâche... change de goût... au début il a un goût salé... après il devient sucré... après j'ai réalisé l'expérience de l'empois d'amidon... dans des tubes à essai... on a mis de la salive et de l'empois d'amidon... puis on a vu à la fin que la salive agit sur l'amidon... qui se transforme en sucre

### **2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

Des expériences sur la digestion... que nous avons fait en classe... j'ai compris que dans la bouche l'amidon se transforme en sucre... grâce à l'action de la salive... dans les expériences sur la digestion j'ai réfléchi pour trouver le résultat... car monsieur nous a demandé de comparer le tube témoin avec le tube expérimental... j'ai réfléchi pour trouver que c'est la salive qui agit sur l'amidon et le transforme en sucre car dans le tube témoin il n'y a pas de salive... donc l'amidon ne se transforme pas"

### **3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non... car monsieur... a expliqué ce qu'on doit faire... et on a préparé tous les tubes à essai

### **4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui les expériences sur l'amidon... permettent de voir ce qui se passe dans le corps... c'est le but de ces expériences... monsieur nous a dit ça en classe.

### **5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Non je ne peux pas... parce que je n'ai fait pas des expériences sur la digestion... j'ai étudié les sciences naturelles... mais je n'ai pas étudié des expériences

### **6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Ces expériences ne sollicitent pas beaucoup de qualités... il faut préparer les tubes à essai... on doit suivre les étapes que Monsieur nous donnés... on doit aussi participer en classe... et aussi être attentif pour comprendre

### **7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui... car... ces expériences montrent la digestion... comment l'amidon est digéré par la salive... c'est le but de ces expériences... comprendre le vivant.

### **8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences ne sont pas difficiles... elles ne sollicitent pas beaucoup de qualités... et ça permet de comprendre la digestion

### **9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Je n'ai pas de questions sur la digestion... car j'ai compris tout ce cours

## C13

### 1. **Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Durant la dernière séquence sur la digestion... on a fait l'expérience de l'amidon par la salive... chacun de nous doit préparer quelques choses... On trouve les résultats ensemble... on a discuté ces résultats... chacun de nous a donné son point de vue... et Monsieur a retenu la réponse qui était juste".

### 2. **Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai appris avec ces expériences que la salive hydrolyse l'amidon... c'est-à-dire la salive transforme l'amidon en sucre dans la bouche... dans ces expériences... j'ai appris à avoir tous les résultats obtenus... à comparer entre ces résultats... pour trouver la conclusion... j'ai appris aussi à réaliser l'expérience de l'amidon... à préparer les tubes à essai... à préparer le tube témoin... en plus j'ai travaillé avec mes amis... on a réalisé l'expérience ensemble... on a pensé sur les résultats... on a trouvé la conclusion ensemble...

### 3. **As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non... j'ai préparé avec mes amis... des tubes à essai... on a vu comment la salive agit sur l'amidon... il n'y a pas de difficultés dans cette expérience

### 4. **Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'*In vivo*) ?**

Je ne sais pas... je n'ai pas une réponse à cette question

### 5. **Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

C'est la première fois que je fais... en classe... des expériences sur la digestion

### 6. **Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Les élèves doivent travailler ensemble... ils doivent préparer les tubes à essai... ils doivent mettre ce qu'il faut dans chaque tube... ils ne doivent pas oublier les contenus des tubes... pour arriver... à la fin... à la conclusion... que la salive agit sur l'amidon

### 7. **Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Je ne sais pas... je n'ai pas une réponse à cette question... je ne sais pas

### 8. **As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences sont très importantes car ça aide beaucoup à comprendre la digestion

### 9. **As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

J'ai compris la digestion... les expériences m'ont aidé à comprendre comment la salive agit sur l'amidon

## C 14

### **1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

J'ai réalisé l'expérience de l'amidon... par la salive... j'ai suivi les étapes que monsieur nous a donnés... à la fin... on a trouvé que l'amidon se transforme en sucre... et c'est la salive qui agit sur l'amidon pour le transformer en sucre... pour cela... le pain change de goût... et on sent un goût sucré

### **2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?**

J'ai retenu des expériences sur la digestion... que la salive agit sur l'amidon... qui se transforme en sucre... c'est la digestion de l'amidon... en plus... de ces expériences... j'ai appris comment je prépare les tubes à essai... pour voir comment la salive transforme l'amidon en sucre"

### **3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non... ça va... je n'ai pas rencontré de difficultés... ces expériences ne sont pas difficiles

### **4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Les expériences de la digestion de l'amidon par la salive... permettent de voir ce qui se passe dans le corps... car on a réalisé l'expérience de l'amidon pour voir comment l'amidon se transforme en sucre... Monsieur nous a dit ça

### **5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je ne me souviens pas... je n'ai pas réalisé des expériences sur la digestion... l'expérience de l'amidon c'est la première expérience que je fais sur la digestion

### **6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Il faut que les élèves fassent attention à tout ce que monsieur dit... car il donne les étapes à faire pour réaliser l'expérience... en plus il explique les résultats... et comment on a trouvé que la salive agit sur l'amidon

### **7. Selon toi, est-ce que ces expériences permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Selon moi... ces expériences permettent d'étudier le vivant... et de comprendre le vivant... ces expériences permettent de voir ce qui se passe dans la bouche... comment l'amidon devient un sucre... donc ces expériences permettent d'étudier le vivant

### **8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Non... je n'ai pas de questions sur ces expériences.

### **9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Non je n'ai pas de questions sur la digestion

## 2<sup>ème</sup> PARTIE

### Annexes L

#### Annexes relatives au lycée

#### 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales

- Annexe L1 :** Programmes officiels de l'enseignement de sciences naturelles en 3<sup>ème</sup> année secondaire
- Annexe L2 :** Chapitre de la digestion extrait du manuel scolaire de sciences naturelles de 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales
- Annexe L3 :** Chapitre de la digestion extrait du guide méthodologique de l'enseignement des sciences naturelles en 3<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire
- Annexe L4 :** Entretien des enseignants (PrA, PrB, PrC et PrD)
- Annexe L5 :** Questionnaire administré auprès des lycéens
- Annexe L6 :** Transcriptions des entretiens des enseignants

**Annexe L1**

**Programmes officiels de  
l'enseignement  
de sciences naturelles  
en 3<sup>ème</sup> année secondaire**

## PROGRAMMES DE SCIENCES NATURELLES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

### Finalités et objectifs

**Article premier :** L'enseignement des Sciences Naturelles vise à :

- élargir le champ intellectuel de l'élève et à développer chez lui le sens des valeurs, pour l'aider à devenir un citoyen avisé, ouvert au progrès et se refusant à toute forme d'intolérance et de fanatisme;
- faire découvrir au jeune les ressources naturelles du pays (ressources en eau, roches, minerais, sol, faune et flore) et leurs particularités;
- développer en lui l'amour de la nature, le respect des richesses naturelles nationales ainsi que la volonté de les mettre en valeur et de les préserver;
- donner au jeune une formation scientifique en Biologie et en Géologie, de façon à ce qu'il puisse comprendre les phénomènes naturels à l'échelle de la planète, de son environnement et de son organisme;
- exercer l'élève aux démarches scientifiques et à l'auto-formation afin de le préparer à suivre l'évolution des connaissances et à y contribuer;
- l'aider à édifier sa personnalité en développant chez lui le sens de l'honnêteté intellectuelle, de l'esprit d'initiative, de la créativité, de l'esprit critique, de la curiosité scientifique et de l'amour du savoir;
- faire de lui un être social conscient de ses responsabilités vis-à-vis de lui-même, d'autrui, et de son environnement.

**Article 2 :** *Les objectifs de savoir:*

Au terme de l'enseignement secondaire, l'élève doit être capable de comprendre essentiellement :

- la diversité du monde vivant et des milieux naturels;
- l'unicité du monde vivant, du point de vue structurel et fonctionnel;
- les mécanismes du vivant;
- l'organisation du corps humain et sa physiologie;
- la place de l'Homme dans le règne animal;
- l'évolution du monde vivant;
- la structure du globe terrestre et les phénomènes géologiques;
- les possibilités et l'intérêt de l'exploitation des ressources naturelles.

**Article 3 :** *Les objectifs de savoir-faire:*

Au terme de l'enseignement secondaire, l'élève doit être capable :

- d'utiliser ses connaissances et de les investir dans la résolution de problèmes scientifiques;
- de procéder à une démarche expérimentale, c'est-à-dire analyser une donnée, émettre une hypothèse, concevoir une expérience, tirer une conclusion;
- de formuler clairement sa pensée en utilisant des phrases correctes et un vocabulaire scientifique adéquat;
- de s'exprimer graphiquement par un schéma ou un dessin scientifique;
- de se servir d'instruments d'observation et de mesure;
- de rechercher une documentation et d'en faire l'analyse et la synthèse.

**Article 4 :** *Les objectifs de savoir-être :*

Au terme de l'enseignement secondaire, l'élève doit :

- connaître ses aptitudes et avoir confiance en soi;
- savoir reconnaître ce qui est bon pour lui;
- être conscient de l'importance de l'hygiène et de la prévention dans la préservation de sa santé et de celle d'autrui;
- savoir modifier certaines de ses habitudes et certains de ses comportements à son profit personnel et au profit de la collectivité;
- être attentif à la nature et à la vie;
- être conscient de la permanence des grands équilibres naturels, aujourd'hui menacés;
- savoir, grâce au travail de groupe, respecter l'autre et se comporter en société.

**PROGRAMME DE SCIENCES NATURELLES**  
**en 3<sup>e</sup> année de l'Enseignement Secondaire**

**Article premier :** L'enseignement des Sciences Naturelles en troisième année de l'enseignement secondaire a pour objectif d'initier l'élève à l'étude des mécanismes biologiques à l'échelle cellulaire et à l'échelle moléculaire. Certains thèmes étudiés au cours des années précédentes sont envisagés à des niveaux de formulation plus élevés.

**Article 2 :** Au terme de la troisième année de l'enseignement secondaire, l'élève doit être capable de comprendre essentiellement :

- l'unicité constitutionnelle physico-chimique et l'unicité de structure des êtres vivants;
- la structure et l'ultrastructure de la cellule;
- la structure des chromosomes, la structure de l'ADN et sa répllication;
- la mitose et la méiose, leur finalité et leurs conséquences;
- les mécanismes régissant la reproduction sexuée : méiose et fécondation;
- le cycle de développement d'une plante à fleurs;
- le mécanisme de la transmission d'un couple d'allèles autosomal;
- les besoins alimentaires de l'organisme et l'importance d'une alimentation équilibrée;
- l'utilisation des aliments par l'organisme pour sa construction et pour la production d'énergie;
- la constance du milieu intérieur et l'intervention du rein dans le maintien de cette constance.
- la notion d'enzyme.

**Article 3 :** Au terme de la troisième année l'élève doit être capable :

- de procéder à une démarche expérimentale, c'est-à-dire d'analyser une donnée, d'émettre une hypothèse, de concevoir une expérience et de tirer une conclusion;
- de mobiliser ses connaissances et de les investir dans la résolution de problèmes scientifiques;
- de s'exprimer clairement à l'aide de phrases correctes et d'un vocabulaire scientifique adéquat;
- de s'exprimer graphiquement par un dessin ou un schéma scientifique et de réaliser un schéma de synthèse;
- de faire une dissection florale et d'établir un diagramme floral;
- d'établir le cycle de développement et le cycle chromosomique d'un végétal diploïde;
- d'évaluer et d'équilibrer une ration alimentaire;
- de mesurer les échanges gazeux et d'en interpréter les résultats;
- de maîtriser la manipulation du microscope.

		Sciences Naturelles		3ème année de l'enseignement secondaire (Sciences Expérimentales)	
THEME	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	CONTENU	RECOMMANDATIONS	HORAIRE	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transmission d'un couple d'allèles autosomal chez les diploïdes.</li> <li>. Cas de dominance.</li> <li>. Cas de codominance.</li> </ul>	<p>A partir des résultats de croisements chez des végétaux et des animaux, on étudiera la transmission d'un caractère héréditaire dépendant d'un couple d'allèles autosomal dans les cas de dominance et de codominance.</p> <p>On dégagera les notions de lignée pure, d'hybride, de dominance, de récessivité et de codominance. On fera une interprétation chromosomique des résultats de croisements.</p> <p>On montrera l'utilité du test cross dans la détermination du génotype d'un individu de phénotype dominant.</p>	COURS13 + TP14 + COURS14 (TD)	
<p><b>Article 6 :</b></p> <p>LA NUTRITION HUMAINE (7semaines)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préciser les besoins alimentaires de l'Homme.</li> <li>- Etre conscient de la nécessité de l'équilibre alimentaire.</li> </ul>	<p><b>1- Besoins nutritionnels de L'Homme :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les besoins alimentaires qualitatifs: acides aminés et acides gras indispensables, oligoéléments et vitamines.</li> <li>- Les besoins alimentaires quantitatifs: Quelques exemples de carences et de surcharge. Idée de malnutrition. Notion d'équilibre alimentaire.</li> </ul>	<p>On évoquera les besoins en énergie et en matériaux constructifs et fonctionnels.</p> <p>A partir d'observations et de résultats expérimentaux, on étudiera les besoins de l'Homme en protéines, lipides, sels minéraux et vitamines.</p> <p>On montrera que la valeur nutritive d'une protéine dépend de sa composition en acides aminés essentiels et que la valeur nutritive d'un lipide dépend de la présence d'acides gras indispensables. A propos des besoins en vitamines, on se limitera aux vitamines A, B1, C, D et PP.</p> <p>Pour chaque vitamine on indiquera les effets de carence, le rôle biologique, les sources alimentaires.</p> <p>On soulignera la nécessité d'une alimentation suffisante, variée et équilibrée.</p>	TP15 + COURS15	

THEME	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	CONTENU	RECOMMANDATIONS	HORAIRE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculer l'intensité et le quotient respiratoires à partir de résultats expérimentaux.</li> <li>- Expliquer le mécanisme des échanges gazeux respiratoires au niveau des poumons et des tissus en rapport avec les caractéristiques des surfaces d'échanges.</li> <li>- Expliquer le mécanisme de la respiration cellulaire.</li> </ul>	<p><b>3- La respiration.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesure des échanges gazeux respiratoires d'un organisme.</li> <li>- Diffusion gazeuse au niveau des poumons et des tissus.</li> <li>- La respiration cellulaire : production d'énergie à partir de la dégradation des nutriments; rôle des enzymes respiratoires et de la mitochondrie dans les oxydations cellulaires.</li> </ul>	<p>On mesurera les échanges gazeux chez un animal à l'aide de respiromètre volumétrique.</p> <p>On définira l'intensité et le quotient respiratoires et on les calculera à partir de résultats expérimentaux.</p> <p>On signalera que ces coefficients varient en fonction de la nature des substances dégradées, de la température, de l'activité...</p>	TP18 + COURS18
			<p>La respiration des tissus sera mise en évidence avec un dispositif simple et en utilisant un matériel frais d'origine animale. On en déduira la nécessité d'une diffusion gazeuse au niveau des organes respiratoires.</p> <p>On signalera que les échanges gazeux se font directement avec le milieu ambiant chez les micro-organismes. La diffusion gazeuse au niveau des poumons et des tissus sera étudiée en rappelant les principes physiques de la diffusion des solutés et des gaz. On présentera la structure et les caractéristiques des surfaces d'échanges existant entre le sang et l'air alvéolaire d'une part et entre le sang et le liquide interstitiel au niveau des tissus d'autre part. On analysera des données relatives aux pressions partielles de l'oxygène et du dioxyde de carbone dans l'air alvéolaire, dans le sang et au niveau des cellules.</p> <p>On présentera les transporteurs de l'oxygène et du dioxyde de carbone.</p>	TP19

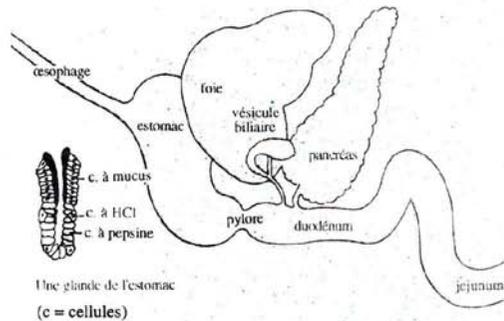
		Sciences Naturelles		3ème année de l'enseignement secondaire (Sciences Expérimentales)	
THEME	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	CONTENU	RECOMMANDATIONS	HORAIRE	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégager les conditions optimales d'action d'une enzyme digestive et expliquer son mode d'action.</li> <li>- Expliquer les mécanismes de l'absorption intestinale.</li> </ul>	<p><b>2- La digestion et l'absorption.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude expérimentale de la digestion</li> <li>- Notion d'enzyme digestive et de simplification moléculaire.</li> <li>- Bilan de la digestion : les nutriments</li> <li>- L'absorption intestinale.</li> </ul>	<p>L'étude expérimentale de la digestion de l'amidon (ou de l'ovalbumine (un seul exemple) conduira aux notions d'enzyme et de simplification moléculaire.</p> <p>On précisera la nature chimique de l'enzyme, la spécificité de son action et les conditions optimales de son activité* (PH, température).</p> <p>La généralisation de la simplification moléculaire se fera en présentant les glandes digestives, leurs sucs et leurs enzymes respectifs. On précisera les transformations subies par les glucides, les lipides et les protides le long du tube digestif et les nutriments auxquels elles aboutissent.</p>	<p>TP16 + COURS16</p>	
			<p>On présentera les organites cellulaires impliqués dans la synthèse et la sécrétion d'une enzyme (ergastoplasme, appareil de Golgi).</p> <p>On précisera le lieu de l'absorption des nutriments.</p> <p>On étudiera la structure de la paroi intestinale et on montrera l'importance des surfaces d'échanges. On signalera que certains nutriments empruntent la voie sanguine, d'autres la voie lymphatique. On étudiera le mécanisme de l'absorption d'un nutriment (transport actif ou passif ou par pinocytose) d'une manière simplifiée.</p>	<p>TP17 + COURS17</p>	

**Annexe L2**

**Chapitre de la digestion  
extrait du Manuel scolaire de  
sciences naturelles  
de 3<sup>ème</sup> année secondaire  
section sciences expérimentales**

7

## LA DIGESTION ET L'ABSORPTION



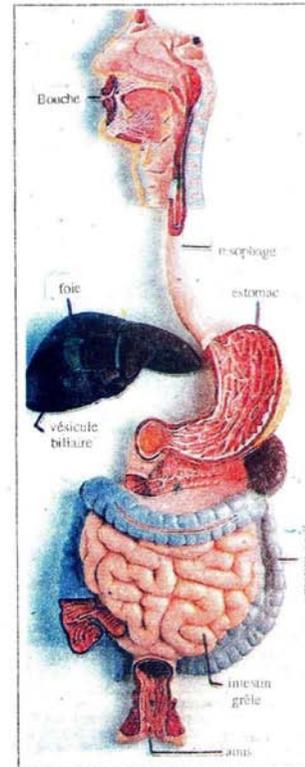
### 1. Les glandes digestives sécrètent et excrètent des sucs qui agissent sur les aliments dans le tube digestif.

Chez l'homme et d'autres animaux, le tube digestif reçoit la sécrétion de nombreuses glandes digestives : les glandes salivaires, les glandes stomacales, les glandes intestinales, le foie et le pancréas.

Ces sécrétions appelées sucs digestifs assurent la fragmentation des grosses molécules organiques alimentaires en molécules de petites tailles : acides aminés, oses, acides gras, pouvant être absorbés au niveau des capillaires sanguins de l'intestin grêle.

Ainsi la digestion participe à l'approvisionnement des cellules de l'organisme en nutriments organiques.

Dans ce chapitre, nous étudierons le mécanisme et les conditions de la digestion ainsi que l'absorption des nutriments.



3. Modèle anatomique de l'appareil digestif de l'Homme



2. Coupe microscopique d'une glande salivaire. Les petits éléments circulaires sont des groupements de cellules sécrétrices. Un canal excréteur coupé en biais forme une surface allongée.

### 1. Digestion expérimentale de l'ovalbumine par la pepsine

La digestion des protéines commence dans l'estomac, sous l'action du suc gastrique. Elle s'achève dans l'intestin grêle, sous l'action d'autres sucs digestifs.

On peut réaliser une digestion gastrique « in vitro » de l'ovalbumine par une substance extraite du suc gastrique, appelée la pepsine.

- Comment mettre en évidence l'action digestive de la pepsine sur l'ovalbumine ?
- Comment montrer les conditions d'action de la pepsine ?

#### 1.1. Conditions expérimentales

On emploie de l'ovalbumine sous forme de cubes égaux de blanc d'œuf « cuit dur », ou une suspension d'albumine coagulée de façon homogène (en battant soigneusement le liquide avant de porter à ébullition). Pour reconstituer le suc gastrique, il faut lui ajouter de la pepsine et de l'acide chlorhydrique qui est produit normalement par la muqueuse de l'estomac.

Dans l'estomac, le suc gastrique agit à un pH = 2 (acide) et à une température de 37° C.

- En est-il de même de l'action de la pepsine sur l'ovalbumine, in vitro ?
- Que se passe-t-il si on change les conditions de pH ou de température ?

On répartit l'ovalbumine dans 4 tubes :  
 – tube 1 : on ajoute quelques gouttes d'une solution de pepsine et quelques ml de HCl à 4% (jusqu'à l'obtention d'un pH = 2 qu'on vérifie avec un papier pH).  
 – tube 2 : même quantité de pepsine, absence de HCl.

La digestion est un phénomène de nature chimique que l'on peut étudier au laboratoire.

#### La première digestion « in vitro ».

En 1787, Spallanzani avait fait l'observation suivante.

Il compare de la viande mise dans du suc gastrique avec de la viande mise dans de l'eau pure (dans deux récipients placés sous son aisselle) et remarque :  
 « La chair était intérieurement fibreuse, cohérente, rouge ; en un mot, elle était une vraie chair, elle sentait mauvais.

La chair de l'autre tube (dans le suc gastrique) n'avait pas la moindre odeur de putréfaction, elle était en grande partie dissoute... ».

La pepsine est une poudre extraite des sucs gastriques par des procédés particuliers. Elle permet de réaliser une digestion gastrique « in vitro ».

#### Quel substrat utiliser ?

On peut étudier la transformation de plusieurs protéines par la pepsine :

- l'ovalbumine
- la caséine du lait
- la gélatine
- la fibrine obtenue par lavage d'un caillot de sang.

Il s'agit d'une hydrolyse réalisée à la température du corps et à pH acide, par une enzyme appelée : la pepsine.

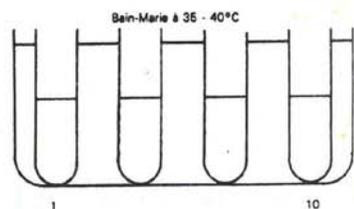
**2. digestion de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire**

Nous avons vu dans le chapitre « constituants de la matière vivante » que l'hydrolyse de l'amidon, c'est-à-dire sa transformation en glucose peut être obtenue grâce à l'activité chimique d'une petite quantité d'acide fort et concentré, tel que HCl ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, à une température assez élevée : celle de l'ébullition de l'eau.

L'hydrolyse de l'amidon peut être obtenue, aussi grâce à l'action enzymatique de l'amylase salivaire (ou l'amylase pancréatique vendue dans le commerce).

- Comment mettre en évidence la digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase ?
- Quelles sont les conditions de l'action enzymatique ?

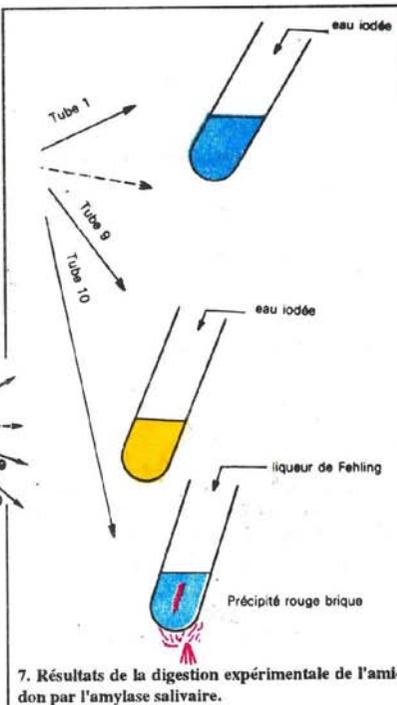
**2. 1. Expériences : comment faire ?**



On introduit dans 10 tubes à essai 5 ml d'empois d'amidon à 1 % et 1 ml de salive, on agite le mélange avant de placer les tubes dans un bain-marie à 40° C. Toutes les 5 minutes, on retire un tube à essai et on ajoute de l'eau iodée. On note la coloration obtenue.

Cette transformation avait été réalisée par une hydrolyse chimique grâce à une ébullition prolongée en présence d'acide (catalyseur chimique), lors de l'étude des constituants de la matière vivante.

L'amylase salivaire n'agit pas seulement au niveau de la bouche. Environ 60 % de l'amidon est hydrolysé dans l'estomac : les aliments mastiqués et avalés s'accumulent en couches successives dans l'estomac et ne sont pas brassés. Ils ne sont acidifiés par le suc gastrique que très lentement, et la salive peut encore agir dans l'intervalle de temps.



L'eau iodée ne doit pas être placée au début de l'expérience, car la coloration bleue peut disparaître à chaud, même en présence d'amidon.

**2. 2. Résultats : qu'allons-nous observer ?**

Au fur et à mesure que l'hydrolyse progresse, on constate l'apparition d'une série de colorations de l'amidon avec l'eau iodée : violacé, acajou, brun et finalement jaune. L'apparition de cette couleur jaune montre la transformation de l'amidon.

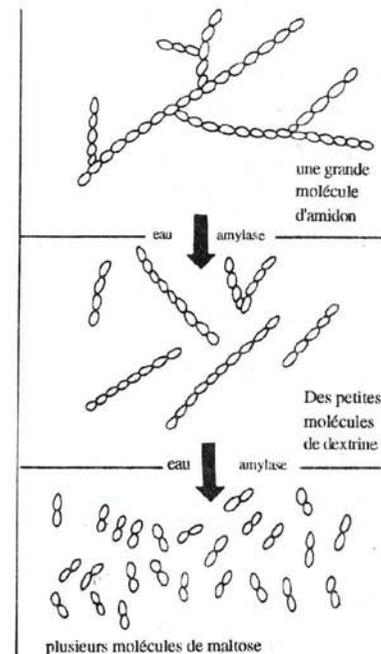
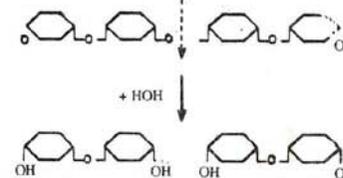
Le dernier tube donne une réaction positive avec la **liqueur de Fehling**. Le sucre réducteur ainsi mis en évidence est le **maltose** qui peut être caractérisé par une réaction spécifique.

**2. 3. Interprétation : que s'est-il passé ?**

La grosse molécule d'amidon constituée par un grand nombre d'oses a été fragmentée en molécules plus petites appelées dextrines.

Selon le nombre d'oses, les dextrines donnent des colorations variées avec l'eau iodée.

L'hydrolyse transforme des dextrines les plus simples en molécules à 2 oses, le **maltose** :



**8. Hydrolyse progressive d'une dextrine en maltose**

Chaque réaction d'hydrolyse (destruction par l'eau) détruit une liaison par fixation d'une molécule d'eau. Cette réaction nécessite l'intervention d'un catalyseur, ici l'amylase (enzyme qui agit sur l'amidon).

Le bilan final de l'hydrolyse de l'amidon peut être représenté par la réaction :



**2. 4. Conditions d'action de l'amylase salivaire**

Dans quelles conditions de pH et de t°C l'amylase salivaire peut-elle exercer son action d'hydrolyse de l'amidon ?

**2. 4. 1. Expérience**

On prépare 5 tubes à essai selon le tableau ci-contre.

**2. 4. 2. Résultats**

L'apparition du maltose peut être mise en évidence par la réaction avec la liqueur de Fehling.

- Dans quel(s) tube(s) l'amylase salivaire a-t-elle catalysé l'hydrolyse de l'amidon en maltose ?
- Inscrivez les résultats des expériences précédentes dans le tableau ci-contre :

**2. 4. 3. Interprétation des résultats obtenus**

- Précisez dans quelles conditions l'amylase salivaire peut exercer son rôle de catalyseur.
- Quelle conclusion peut-on tirer de cette expérience ?

**3. Les enzymes et la simplification moléculaire****3. 1. Caractères de l'action enzymatique****3. 1. 1. Qu'est-ce qu'une enzyme ?**

La pepsine comme l'amylase salivaire est une enzyme, c'est-à-dire un catalyseur de nature protéique produit par une cellule vivante mais capable d'agir en dehors de celle-ci.

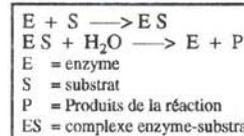
**3. 1. 2. Mécanisme d'action**

Le catalyseur permet une réaction chimique, en accélérant sa vitesse; sans lui, la réaction se fait à une vitesse si faible que pratiquement, elle ne peut être observée.

Tubes n°	1	2	3	4	5
Substrat en ml	5 ml empois d'amidon				
Salive en ml	1 ml				
pH	7	3(A)	10(B)	7	7
t° C	37°C	37°C	37°C	100°C	0°C

(A) Ajouter un acide tel que HCl jusqu'à obtenir un pH = 3, sur un papier pH ;  
(B) Ajouter une base telle que NaOH jusqu'à obtenir un pH = 10, sur un papier pH.

Tubes n°	1	2	3	4	5
Réaction avec liqueur Fehling					
Facteur inhibiteur d'hydrolyse					0°C



A la fin de la réaction, le catalyseur se retrouve intégralement : il sert à mettre en relation les substances qui entrent en action, mais il n'y entrent pas lui-même.

- L'enzyme agit à une concentration extrêmement faible par rapport à la substance sur laquelle elle agit : le substrat.

Ce rapport est < 1/100 000 pour l'amylase salivaire. La présure coagule, en 10 mn et à 40°C, 72 300 000 fois son poids de lait.

Cependant, il y a un rapport entre la quantité d'enzyme et la quantité de substrat transformé (exercice 1, p 158 ).

**3. 1. 3. Influence de la température**  
(Exercice 2 page 159)

- aux basses températures, les enzymes sont **inactives** parce que les molécules en présence ne sont pas en mouvement, donc ne peuvent pas interagir.
- Quand on élève la température, le nombre de molécules en mouvement augmente et elles peuvent réagir entre elles. On constate que, chaque fois que la température s'élève de 10° C, la vitesse de la réaction est multipliée par 2.
- aux températures élevées, par rapport à la température de l'organisme, un autre phénomène intervient, qui diminue progressivement l'activité de l'enzyme, puis la supprime définitivement : c'est la **dénaturation de l'enzyme**.

A cause de sa nature protéique, l'enzyme est coagulée et son pouvoir est détruit par les températures élevées alors qu'elle est simplement inactivée temporairement aux basses températures.

**3. 1. 4. Influence du pH** (Exercice 3 page 159)

Une enzyme donnée a une activité maximum pour un pH déterminé mais elle peut fonctionner dans un certain intervalle entre deux pH : de 4 à 7 pour l'amylase salivaire. L'amylase pancréatique ne peut agir que lorsque le chyme stomacal acide a été neutralisé par la bile, l'activité est optimale pour un pH = 7.

**3. 1. 5. Spécificité d'action**

- La nature du substrat :  
L'amylase salivaire n'agit que sur l'amidon et l'on peut même préciser qu'elle agit seulement

sur l'une des variétés d'amidon : on peut donc parler de spécificité d'action illustrée par l'expression «une clef qui n'ouvre qu'une porte», ou encore « une enzyme - un substrat ».

D'autres enzymes peuvent agir sur des substances de même nature : la pepsine et la trypsine peuvent agir sur toutes les protéines.

- La nature de la réaction

Toutes les enzymes digestives catalysent des réactions d'hydrolyse : on les appelle des **hydrolases**.

Nous verrons d'autres types d'enzymes lors de l'étude de la respiration.

**4. Résultat de la digestion****4. 1: Digestion des protides**

L'alimentation fournit des aliments azotés sous forme de protéines. Dans le sang, on trouve de nombreux acides aminés qui résultent de l'hydrolyse de ces protéines, grâce à l'action d'enzymes dites protéolytiques qui permettent la rupture des liaisons peptidiques reliant des molécules d'acides aminés entre elles.

Les **enzymes protéolytiques** se trouvent dans le suc gastrique, le suc pancréatique et le suc intestinal. Elles se distinguent les unes des autres par :

- les conditions favorables à leur action
- la nature des substances sur lesquelles elles peuvent agir (les substrats).
- les liaisons peptidiques qu'elles peuvent rompre.

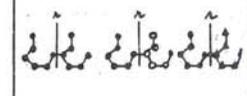
La digestion et l'absorption	Comprenons	7
------------------------------	------------	---

## • Digestion des protides

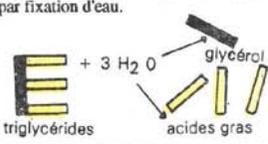
Suc digestif	Suc gastrique	Suc pancréatique	Suc intestinal
Quantité	1 - 2 l/j	1 - 1,5 l/j	1 - 3 l/j
Enzymes	Pepsine et présure	Trypsine et chymotrypsine	Peptidases intestinales
Lieu de production et d'action des enzymes	Sécrétées par des cellules de la muqueuse gastrique et déversées dans l'estomac.	Sécrétées par le pancréas, déversées dans le duodénum.	Sécrétées dans les cellules intestinales mais non déversées : les cellules se détachent de la paroi.
pH	2 - 4	7 - 9	7 - 8
Substrat	Protéines	Protéines	Polypeptides
Mécanisme d'action : rupture de la chaîne d'acides aminés	Rupture au milieu de la chaîne d'acides aminés formant une protéine : l'enzyme est dite "protéinase" ou protéase.	Rupture au milieu de la chaîne d'acides aminés, elles rompent des liaisons entre certains a. aminés : il y a spécificité d'action de diverses protéinases.	Rupture à la fin de la chaîne d'acides aminés une molécule d'a. aminé est détachée de la molécule d'un polypeptide grâce à une peptidase.
Résultat de la digestion	Polypeptides	Polypeptides + acides aminés	Acide aminés
Rendement digestif	Les enzymes se complètent mutuellement car leur action individuelle est limitée : une enzyme agit sur des liaisons entre des AA déterminés. Le rendement de la digestion des protides est très bon : 80 à 90 % des protides sont digérés, ils sont transformés en acides aminés.		

La digestion et l'absorption	Comprenons	7
------------------------------	------------	---

## 4. 2. Digestion des glucides

Suc digestif	Salive (1 l/j)	Suc pancréatique	Suc intestinal			
Enzymes	Amylase	Amylase	Amylase	Maltase	Saccharase	Lactase
pH	pH optimum 6,8 active entre 4 - 5	6,8	7 - 8			
Substrat	Amidon	Amidon	Amidon	Maltose	Saccharose	Lactose
Formule chimique	$(C_6H_{10}O_5)_n$		$C_{12}H_{22}O_{11}$			
Mécanisme d'action	Rupture de liaisons bien déterminées dans la chaîne d'un polyholoside Rupture  Chaîne linéaire		Rupture de la liaison de 2 oses r : rupture de liaison 			
Résultat de la digestion	Des chaînes plus courtes, les dextrines, puis des molécules diholosides : le maltose		2 mol. glucose + glucose	2 mol. glucose + fructose	2 mol. glucose + galactose	
Importance des enzymes	L'amylase salivaire a une action importante, elle agit aussi dans l'estomac. La salive ramollit les aliments secs.	L'amylase pancréatique complète l'action de l'amylase salivaire.	Le suc intestinal recueilli a une action très faible in vitro. Les glucides seraient digérés par les cellules détachées de l'intestin, ou après leur absorption dans les cellules en place.			
Rendement digestif	Les glucides sont transformés en hexoses, oses en C 6, qui sont absorbés. La cellulose n'est pas digérée par les omnivores et les carnivores, mais elle est indispensable, car elle augmente le volume des matières fécales. Chez les herbivores, elle est digérée par des bactéries de la flore digestive. Quand une enzyme manque, il y a intolérance à un aliment : par exemple le lactose (cas relativement fréquent dans certaines populations d'Afrique.)					

4. 3. Digestion des lipides

Suc digestif	Suc gastrique	Suc pancréatique	Suc intestinal	Suc intestinal
Enzymes	Lipase	Lipase	Pas d'enzymes mais des sels biliaires.	Lipase
Substrat	Lipides : le plus souvent des triglycérides.	Tryglycérides	Tryglycérides	Tryglycérides
Mécanisme d'action	La lipase catalyse l'hydrolyse des molécules de triglycérides. Il y a séparation des acides gras et du glycérol par fixation d'eau. 		Les sels biliaires émulsionnent les lipides : les gouttelettes très petites (0,5µm) augmentent le contact entre les lipides et la lipase.	
Résultat	Quelques molécules d'acides gras	Diglycérides, monoglycérides et acides gras.	Emulsion très fine de lipides	Acides gras
Rendement digestif	La digestion des lipides a un bon rendement à condition que les fonctions pancréatique et biliaire soient normales. Dans les cellules intestinales, les triglycérides se reconstituent : ils forment des gouttelettes très petites qui passent dans la lymphe. Ces gouttelettes sont appelées chylomicrons.			

5. Structures cellulaires impliquées dans la sécrétion et l'excrétion des enzymes

5. 1. Le réticulum endoplasmique (R.E)

Le réticulum endoplasmique est un important réseau de cavités tubulaires, aplaties ou dilatées, anastomosées et constituant un véritable réseau canaliculaire. Il est caractéristique des Eucaryotes. Il peut être en relation avec la membrane nucléaire et la membrane plasmique. Les membranes du R.E. ont de 50 à 60Å d'épaisseur. Sur leur face externe elles portent, par endroits, des ribosomes. On parle alors de réticulum endoplasmique rugueux ou ergastoplasme, par opposition au réticulum endoplasmique lisse qui ne porte pas de ribosomes.

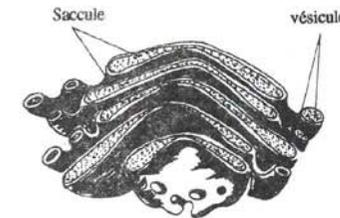


9. Ergastoplasme d'une cellule de moelle osseuse

Les cavités du R.E. servent à l'accumulation, au transport et à la distribution de certaines substances de l'activité cellulaire ; et notamment des protéines fabriquées au niveau du réticulum endoplasmique rugueux. (enzymes par exemples). Chez les Vertébrés, le R.E. du foie, du pancrès et du rein transforme les substances toxiques en substances non toxiques.

5. 2. L'appareil de Golgi

Il est constitué par l'ensemble des dictyosomes. Chacun est formé de petits sacs ou saccules de 400 à 800 Å de diamètre, aplatis et élargis sur leur pourtour. Ils peuvent accumuler plusieurs substances du métabolisme (protéines, sucres). Ils ont un rôle de concentration, de transport et de sécrétion. Les substances s'accumulent dans les dictyosomes et peuvent par la suite passer dans les vésicules qui s'en détachent. Le contenu de celles-ci est alors libéré dans le cytoplasme ou en dehors de la cellule.



10. Dictyosomes. Reconstitution tridimensionnelle



Reticulum endoplasmique	« Système circulatoire » propre à la cellule.
Appareil de Golgi	Synthèse des glucides , transport des protéines.

## 6. L'intestin grêle : surface d'échange entre les milieux extérieur et intérieur



11. Représentation imagée de la digestion

Les aliments sont généralement des aliments composés. Les petites molécules qu'ils contiennent sont assimilables et ne sont pas transformées (acides aminés, oses, eau...)

Les grosses molécules alimentaires les plus complexes : protéines, polypeptides, diholosides, lipides sont simplifiées progressivement dans le tube digestif, grâce aux enzymes digestives. Le résultat de la digestion est la formation de molécules simples assimilables.

### 6. 1. L'absorption intestinale

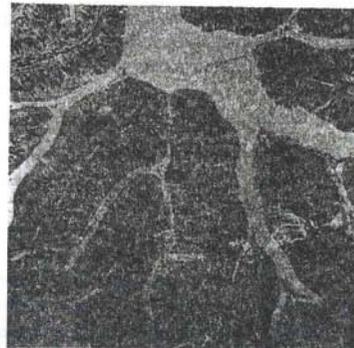
Le rôle essentiel de l'intestin grêle est la digestion des aliments et l'absorption des nutriments.

La paroi interne de l'intestin grêle est hérissée de villosités qui augmentent sa surface de contact avec les aliments et avec les vaisseaux sanguins et les vaisseaux lymphatiques.

- Les oses, les acides aminés, l'eau et les minéraux sont absorbés par les capillaires sanguins.

Cette absorption est favorisée par la densité du réseau des capillaires sanguins et par la faible épaisseur de la frontière entre la lumière intestinale et le sang des capillaires.

- Les acides gras et le glycérol résultant de la digestion des lipides sont absorbés au niveau des vaisseaux lymphatiques.

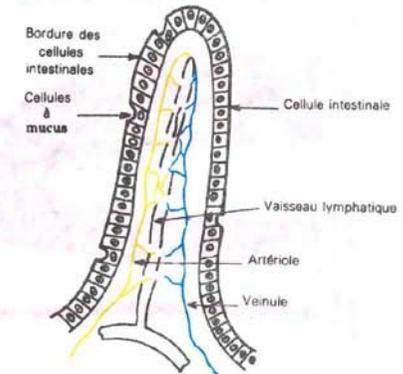


12. Vue d'ensemble de plusieurs villosités intestinales

Dans l'intestin grêle, il y a environ 10 millions de villosités.  
Une villosité mesure 0,2 à 1 mm de hauteur et 0,2 mm de diamètre.  
Surface interne = 300 m<sup>2</sup>  
Épaisseur de la frontière entre aliments et sang :  $\approx$  50  $\mu$ m.

Une villosité intestinale est constituée par un **épithélium** entourant un **tissu conjonctif** qui contient surtout :

- un riche réseau de capillaires sanguins dont la surface atteint 11 m<sup>2</sup> pour l'ensemble des villosités.
- un **chylifère central** : vaisseau lymphatique en relation avec le système circulatoire sanguin.



13. Une villosité intestinale

– Les aliments non digérés et les nutriments non absorbés arrivent dans le gros intestin où a lieu également l'absorption de l'eau. Ils constituent les fèces ou matières fécales qui sont rejetées à l'extérieur par l'anus.

### 6. 2. Mécanisme de l'absorption des nutriments

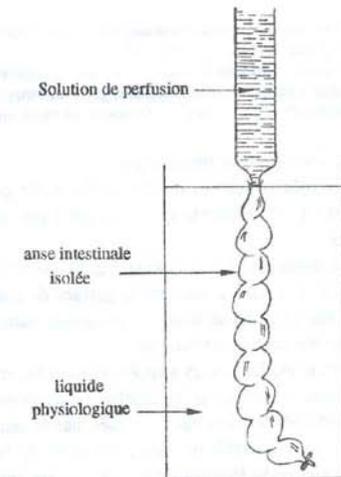
Les nutriments contenus dans la lumière du tube intestinal traversent l'épithélium intestinal et atteignent les capillaires veineux et lymphatiques.

Comment les nutriments sont-ils absorbés ?

#### 6. 2. 1. Cas de l'eau

L'absorption de l'eau par une anse intestinale isolée n'est pas modifiée lorsque le tissu intestinal est placé en anaérobiose (absence d'oxygène) ou lorsqu'il est traité par des inhibiteurs métaboliques (substances qui paralysent l'activité cellulaire).

Ceci permet de penser que l'absorption de l'eau qui a lieu au niveau de l'intestin grêle et du gros intestin se déroule selon un **mécanisme passif**, c'est-à-dire non énergétique. C'est l'osmose.



14. Une anse intestinale est isolée et perfusée par une solution contenant certains nutriments marqués (radioactifs)

On étudie l'absorption d'un nutriment en évaluant la quantité de ce nutriment qui disparaît de la lumière intestinale

6. 2. 2. Cas des minéraux

On constate que les minéraux n'ont pas tous la même vitesse d'absorption. Celle-ci est plus élevée pour les ions sodium et chlore que pour les nitrates. Elle est nulle pour les fluorures.

D'autre part l'anaérobiose réduit la vitesse d'absorption.

Ceci montre que l'absorption des minéraux ne se fait pas passivement par simple diffusion, mais selon un mécanisme actif faisant intervenir le métabolisme cellulaire.

Remarque :

Sur une anse de gros intestin isolé, on a constaté que les ions chlorures et potassium sont absorbés passivement. Mais c'est normalement au niveau de l'intestin grêle que la plupart des minéraux sont absorbés.

6. 2. 3. Cas des oses

Les oses n'ont pas la même vitesse d'absorption : celle-ci est plus élevée pour le galactose que pour le glucose, par exemple.

D'autre part, l'anaérobiose et les inhibiteurs du métabolisme réduisent fortement l'absorption des oses.

Ces données montrent que l'absorption des oses est également un phénomène actif.

L'absorption des oses est un phénomène complexe : on a montré que la présence de Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> facilitent l'absorption du glucose.

D'autre part la présence de glucose favorise l'absorption de l'eau.

Le fructose est un sucre facilement absorbé, quand il est à une concentration suffisante.

L'absorption des sucres est importante. Des mécanismes complexes font que le glucose peut être absorbé même si dans le sang, sa concentration est plus élevée. La connaissance de ces mécanismes permet de nourrir des malades par voie de perfusion avec le maximum d'efficacité et de faire la réhydratation par voie orale.

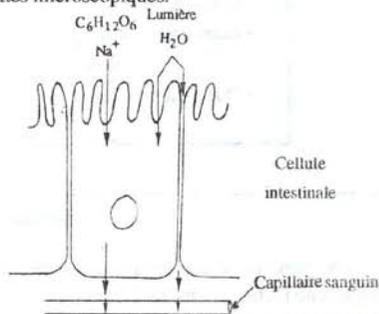
6. 2. 4. Cas des acides aminés

Les acides aminés sont absorbés selon un mécanisme analogue à celui des oses : d'abord activement associés au sodium, puis passivement par diffusion (voir théorie du transport actif).

6. 2. 5. Cas des acides gras

Les acides gras réagissent avec les sels biliaires : il se forme des produits hydrosolubles qui diffusent passivement de la lumière intestinale vers le milieu intérieur (70% dans la lymphe et 30% dans le sang).

La bile est donc importante, non seulement pour la digestion des lipides, mais aussi pour leur absorption. Dans les cellules intestinales, les acides gras reconstituent des lipides, en gouttelettes microscopiques.



15. L'absorption se fait à travers les cellules intestinales et entre elles.

	Mécanismes		
	Osmose	Diffusion	Transport actif
eau	+		
sels minéraux		+	+
Oses		+	+
Acides aminés		+	+
Acides gras		+	

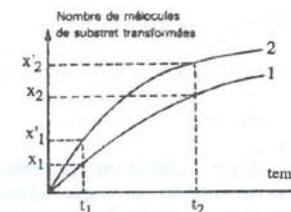
1. Influence de la concentration en enzyme et en substrat sur la vitesse d'une réaction.

Certaines industries, par exemple l'agro-alimentation demande l'emploi d'enzymes pour la fabrication de produits.

Ainsi, pour fabriquer du fromage, il faut de la présure.

Est-il utile d'augmenter la quantité d'enzyme pour accélérer la réaction ?

Les courbes 1 et 2 de la figure ci-contre représentent la variation de l'activité d'une réaction enzymatique en fonction du temps et pour deux concentrations différentes en enzyme.



1. Variation de l'activité enzymatique en fonction du temps pour une concentration en enzyme égale à C<sub>1</sub>.

2. Variation de l'activité enzymatique en fonction du temps pour une concentration en enzyme double: 2 C<sub>1</sub>

- Que représentent t<sub>1</sub> et t<sub>2</sub> ?
- Comparer t<sub>1</sub> et t<sub>2</sub>
- Comparer x<sub>1</sub> et x<sub>2</sub>
- Que peut-on déduire ?
- Comparer x<sub>1</sub> et x'<sub>1</sub>
- Comparer x<sub>2</sub> et x'<sub>2</sub>
- Que peut-on déduire ?

Information pour exercice

Lorsqu'on place une certaine quantité de substrat en présence d'une certaine quantité d'enzyme E, une partie du substrat S sera transformée en produits. Cette réaction peut être représentée, lorsque |S| >> |E|.



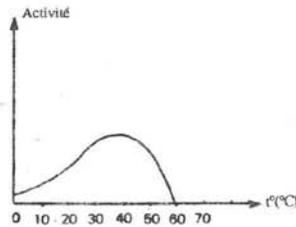
E : enzyme, S : substrat, P : produits, E . S : complexe enzyme-substrat.

L'expérience montre qu'on peut modifier la vitesse des réactions 1, 2 et 3 en variant la concentration :

- en enzyme E
- en substrat S
- en produit P

**2. Influence de la température sur l'activité enzymatique.**

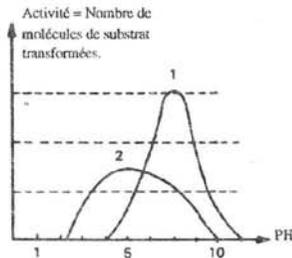
De nombreux phénomènes biologiques dépendent de l'activité enzymatique qui dépend de la température : par exemple la coagulation du lait, la fabrication du pain sont favorisées par le chauffage. Au contraire, on a intérêt à refroidir les denrées pour assurer leur conservation. La courbe de la figure ci-contre montre la variation de l'activité enzymatique en fonction de la température.



- Interprétez la courbe
- Déterminez la température optimale, c'est-à-dire la température qui permet une activité enzymatique maximale.

**3. Influence du pH sur l'activité enzymatique**

Les courbes 1 et 2 de la figure ci-contre montrent la variation de l'activité enzymatique en fonction du pH pour deux enzymes : l'amylase pancréatique et l'amylase du Malt (orge).



- Déterminez le pH optimum pour deux enzymes : l'amylase pancréatique et l'amylase du maltose (orge).
- Indiquez dans quel domaine de pH chaque enzyme est active.
- Laquelle de ces deux enzymes choisiriez-vous pour réaliser une digestion expérimentale en classe, afin d'avoir un résultat facile à observer ?

1. Courbe d'activité de l'amylase pancréatique.
2. Courbe d'activité de l'amylase du malt (orge germée)

**La théorie du transport actif**

**- Fait observés**

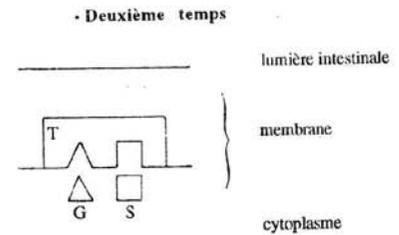
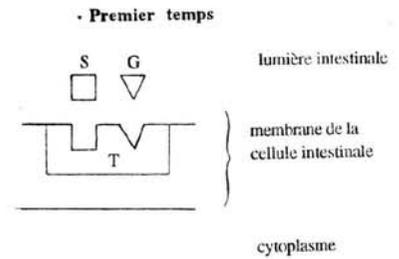
- L'absorption du glucose s'accélère lorsque le glucose est mélangé avec le sodium.
- Cette absorption diminue lorsqu'on remplace le sodium par un autre minéral.
- L'insuline facilite cette absorption.

**- Déduction : Théorie de Crane**

- Un même transporteur assure le transfert du glucose et du sodium depuis la lumière intestinale vers l'intérieur des cellules épithéliales. L'insuline active ce transporteur.
- Le glucose accumulé à l'intérieur des cellules intestinales diffuse passivement pour atteindre le sang des capillaires.

**- Conséquence :**

L'inhibition de l'absorption du sel (Na+) entraîne l'arrêt de l'absorption de l'eau, du glucose et des acides aminés.



**Absorption du sodium et du glucose**

- G : glucose
- S : sodium
- T : transporteur

**Annexe L3**

**Chapitre de la digestion**  
**extrait du guide méthodologique de l'enseignement**  
**des sciences naturelles**  
**en 3<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire**

**LA DIGESTION EXPERIMENTALE**

FICHE  
19

**SEANCE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**OBJECTIFS**

**OBJECTIFS DE SAVOIR :** *Au terme de cette séance d'apprentissage, l'élève doit être capable de comprendre :*

Les conditions de digestion des macromolécules alimentaires :

- Les conditions de digestion de l'amidon par la salive.
- Les conditions de digestion de l'albumine par la pepsine.

**OBJECTIFS DE SAVOIR-FAIRE :** *Au terme de cette séance d'apprentissage, l'élève doit être capable de (d') :*

- Pratiquer la démarche scientifique expérimentale :
  - Formuler une hypothèse.
  - Proposer un protocole expérimental pour valider cette hypothèse.
  - Réaliser la manipulation.
  - Confronter les résultats expérimentaux à l'hypothèse.
  - Tirer une conclusion.
- S'exprimer à l'aide de phrases correctes et d'un vocabulaire scientifique adéquat.
- Rédiger un compte-rendu.

**PREREQUIS :** *Savoir et savoir-faire indispensables avant d'entrer dans cette séance d'apprentissage :*

- SAVOIR**
- La digestion (Sciences Naturelles - 3ème année secondaire).
  - Les réactions caractéristiques des molécules de la matière vivante (3ème et 6ème année).
  - La structure des molécules organiques (6ème année Sciences expérimentales).
  - L'hydrolyse des polysides et des protéines (6ème année Sciences expérimentales).

**STRATEGIE D'APPRENTISSAGE**

**1. PROBLEME SCIENTIFIQUE**

Les aliments que nous consommons sont utilisés pour le renouvellement continu des molécules de l'organisme et pour la production d'énergie.

Mais les macromolécules alimentaires (amidon, protéines...) ne peuvent être utilisées telles quelles par les cellules : elles doivent subir, au préalable, des transformations qui les réduisent en molécules plus simples : c'est la digestion.

Le problème scientifique au coeur de cette séance peut être formulé de la façon suivante :

**Quelles sont les conditions de digestion des macromolécules alimentaires ?**

- Quelles sont les conditions de digestion de l'amidon par la salive ?
- Quelles sont les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine gastrique ?

**2. PROGRESSION VERS L'OBJECTIF**

■ **ÉTAPE UN:** *Quelles sont les conditions de digestion de l'amidon par la salive ? (75 minutes)*

**Mots-clés :** Amidon, hydrolyse, sucre réducteur, catalyseur, enzyme

**Supports :**

1.
  - De la crème à base d'amidon «fond» dans la bouche.
  - Du pain mastiqué soigneusement prend un goût sucré.

Ces deux observations prouvent que l'amidon est transformé dans la bouche. On parle de «digestion salivaire»

2. Étude expérimentale de la digestion salivaire de l'amidon.

- Exercice intégré 1 (Document 1) : photocopié à distribuer aux élèves.

**Le professeur prendra soin d'effacer les résultats des manipulations figurant sur ce document, à part ceux concernant le tube témoin.**

- Même document sur transparent pour une observation collective au rétro-projecteur.
- Matériel et réactifs nécessaires pour mener les expériences (voir Document 1).

**Tâches (en équipes) :**  
L'élève doit être mis en situation de

À partir des observations 1 :

- Émettre une hypothèse pour expliquer la transformation de l'amidon dans la bouche.
- Concevoir un protocole expérimental pour valider l'hypothèse formulée : fixer les conditions de l'expérience et prévoir le matériel nécessaire.

*Le professeur doit exiger de l'élève un protocole expérimental :*

- tenant compte des conditions régnant dans la bouche (37°C et présence de salive) et de la présence de l'aliment = amidon cuit
- prévoyant une expérience témoin et la vérification, par réactifs appropriés, en fin d'expérience, de la disparition de l'amidon et de l'apparition de sucre réducteur.
- Réaliser la manipulation.
- Confronter les résultats à l'hypothèse explicative.
- Tirer une conclusion (hypothèse validée ou non).
- Faire l'exercice 1 (Document 1).
- Rédiger un compte rendu présentant les résultats obtenus.

**19. TRAVAUX PRATIQUES**  
DIGESTION  
EXPÉRIMENTALE

■ **ÉTAPE DEUX** : Quelles sont les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine gastrique ? (45 minutes)

Mots clés : Ovalbumine, polypeptides, acides aminés, catalyseur, enzyme

Supports : - Matériel nécessaire pour réaliser les manipulations (voir Document 2).  
- Exercice intégré 2 (Document 2) : photocopié à distribuer aux élèves.  
**Le professeur prendra soin d'effacer les résultats des manipulations figurant sur ce document, à part ceux concernant le tube témoin.**  
- Même document sur transparent pour une observation collective au rétroprojecteur.

Tâches (en équipes) : - Réaliser les manipulations.  
L'élève sera mis en situation de : - Faire l'exercice intégré 2 (Document 2), en se rappelant que les protides présents dans une solution peuvent être caractérisés par les réactions suivantes :

Protide	coagulation	réaction xanthoprotéique	réaction du biuret
Protéine	+	+	+
Peptide	-	+	+
Acide aminé	-	+	-

- Rédiger un compte rendu résumant les observations.

151

**19. TRAVAUX PRATIQUES**  
DIGESTION  
EXPÉRIMENTALE

**3. BILAN DES CONNAISSANCES**

*Le résumé sera construit, avec le concours des élèves, au fur et à mesure de la progression vers l'objectif général de la séance*

Les élèves doivent être capables de répondre à la question : Quelles sont les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine gastrique ?

1. **La digestion salivaire de l'amidon**  
L'amidon est hydrolysé en présence de salive en un sucre réducteur, le maltose.  
La salive contient donc une substance qui permet la fragmentation de la molécule d'amidon.  
Cette substance, l'**amylase salivaire**, agit dans des conditions de milieu très précises (35°C, pH = 7).

2. **La digestion de l'ovalbumine**  
L'ovalbumine est hydrolysée en présence de pepsine en acides aminés.  
La **pepsine** est une substance contenue dans le suc gastrique, qui permet la fragmentation de la molécule d'ovalbumine. Elle agit dans des conditions bien précises de température (35°C) et de pH (2).

Ainsi, les sucs digestifs contiennent des substances actives appelées **enzymes** qui catalysent les réactions d'hydrolyse des macromolécules alimentaires en molécules plus petites.  
La **catalyse enzymatique** aboutit à la **simplification moléculaire** des macromolécules alimentaires.

Tâches (en équipes) : À partir des observations :  
L'élève doit être mis en situation de : - Lancer une hypothèse pour expliquer la transformation de l'amidon dans le bouchon.  
- Concevoir un protocole expérimental pour valider l'hypothèse formulée.  
- Fixer les conditions de l'expérience et prévoir le matériel nécessaire.  
- Réaliser les manipulations.

**SUPPORTS DOCUMENTAIRES :**

**Document 1** : Exercice intégré 1 = Conditions de digestion de l'amidon par la salive  
**Document 2** : Exercice intégré 2 = Conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine

152

EXERCICE INTÉGRÉ 1

FICHE 19  
DOCUMENT 1

Conditions de la digestion de l'amidon par la salive

Dans la bouche, la salive imprègne les aliments. On se propose de préciser dans quelles conditions la salive agit sur les aliments :

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES				OBSERVATIONS : au bout de 20 minutes			CONCLUSION
TUBE	contenu des tubes	température	ph	aspect (trouble ou limpide)	eau iodée (+ ou -)	liqueur de Fehling (+ ou -)	hydrolyse (oui ou non)
1	10 ml d'empois d'amidon + 1 ml d'eau distillée	35°C	7	trouble	+	-	non
2	10 ml d'empois d'amidon + 1 ml de salive	35°C	7	limpide	-	+	oui
3	10 ml d'empois d'amidon + 1 ml de salive bouillie	35°C	7	trouble	+	-	non
4	10 ml d'empois d'amidon à 0°C + 1 ml de salive	0°C	7	trouble	+	-	non
5	tube de l'expérience 4 placé à 35°C au bout de 20 min	35°C	7	limpide	-	+	oui
6	10 ml d'empois d'amidon + 1 ml de salive + 5 gouttes de NaOH	35°C	11	trouble	+	-	non
7	10 ml d'empois d'amidon + 1 ml de salive + 5 gouttes de HCl	35°C	2	trouble	+	-	non
8	10 ml d'une solution de saccharose + 1 ml de salive	35°C	7	limpide	-	-	non
9	tube de l'expérience 2 au bout de 20 minutes + 2 ml d'empois d'amidon	35°C	7	limpide	+	+	oui

TÂCHES :

- Réaliser les manipulations : pour chacune d'elles, au bout de 20 minutes, observer l'aspect du contenu du tube et effectuer deux prélèvements de 1 ml : tester l'un à l'eau iodée et l'autre à la liqueur de Fehling.
- Noter le résultat.
- Identifier, pour chacune des expériences, le facteur dont on étudie l'influence.
- Comparer l'hydrolyse chimique (Fiche 3) et la digestion salivaire de l'amidon, du point de vue température, vitesse de réaction et produits obtenus.
- Conclure en précisant le rôle de la salive dans la digestion de l'amidon.

EXERCICE INTÉGRÉ 2

FICHE 19  
DOCUMENT 2

Conditions de la digestion de l'ovalbumine par la pepsine

On se propose d'étudier la digestion de l'ovalbumine :  
On dispose d'une part de pepsine qui est un extrait de la muqueuse de l'estomac du veau, sous forme d'une poudre blanche.  
On porte à ébullition le mélange bien homogénéisé d'un blanc d'oeuf avec un litre d'eau. On filtre le quide blanc obtenu et on aboutit à un liquide albumineux blanchâtre et homogène qui est une suspension de fines particules d'ovalbumine.

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES				OBSERVATIONS : au bout de 30 minutes				CONCLUSION
TUBE	contenu des tubes	température	ph	aspect (trouble ou limpide)	coagulation (+ ou -)	réaction xanthopr. (+ ou -)	réaction du biuret (+ ou -)	hydrolyse (oui ou non)
I	10 ml d'ovalbumine + 1 ml d'eau distillée	35°C	7	trouble	+	+	+	non
II	10 ml d'ovalbumine + 1 ml de solution de pepsine	35°C	7	trouble	+	+	+	non
III	10 ml d'ovalbumine + 1 ml de solution de pepsine + HCl à 0,4%	35°C	2	limpide	-	+	-	oui
IV	10 ml d'ovalbumine + HCl à 0,4%	35°C	2	trouble	+	+	+	non
V	10 ml d'ovalbumine + 1 ml de solution de pepsine + HCl à 0,4% à 0°C	0°C	2	trouble	+	+	+	non
VI	tube de l'expérience V placé à 35°C au bout de 20 min	35°C	2	limpide	-	+	-	oui
VII	10 ml d'ovalbumine + 1 ml de solution de pepsine + 5 gouttes de NaOH	35°C	11	trouble	+	+	+	non
VIII	tube de l'expérience III au bout de 20 minutes + 2 ml d'ovalbumine	35°C	2	limpide	-	+	-	oui
IX	10 ml de solution d'empois d'amidon + 1 ml de solution de pepsine	35°C	7 ou 11		eau iodée +	Liquor de Fehling -		non

TÂCHES :

- Réaliser les manipulations : pour chacune d'elles, au bout de 30 minutes, observer le contenu du tube et effectuer, trois prélèvements de 1 ml : tester l'un à la chaleur (coagulation). Sur les deux autres faire, respectivement les réactions xanthoprotéique et du biuret.
- Identifier, pour chacune des expériences, le facteur dont on étudie l'influence.
- Comparer l'hydrolyse chimique (Fiche 5) et la digestion gastrique de l'ovalbumine, du point de vue température, vitesse de réaction et produits obtenus.
- Conclure en précisant le rôle de la pepsine dans la digestion de l'ovalbumine.

**LA DIGESTION ET L'ABSORPTION**

**LES ENZYMES DIGESTIVES**

**FICHE 20**

**SÉANCE DE COURS**

**OBJECTIFS**

**OBJECTIFS DE SAVOIR :** *Au terme de cette séance d'apprentissage, l'élève doit être capable de comprendre :*

**L'activité des enzymes digestives :**

- Les enzymes digestives.
- Les propriétés des enzymes.
- Le bilan de l'action des enzymes digestives.

**OBJECTIFS DE SAVOIR-FAIRE :** *Au terme de cette séance d'apprentissage, l'élève doit être capable de (d') :*

- Saisir des données et les relier au problème posé.
- Exploiter des résultats expérimentaux pour résoudre un problème.
- Construire un graphe.
- Élaborer un modèle explicatif.
- Établir le bilan de la digestion.
- S'exprimer à l'aide de phrases correctes et d'un vocabulaire scientifique adéquat.
- Rédiger un compte-rendu.

**PRÉREQUIS :** *Savoir et savoir-faire indispensables avant d'entrer dans cette séance d'apprentissage :*

**SAVOIR**

- L'appareil digestif humain (Sciences naturelles - 3ème année secondaire).
- Hydrolyse des molécules organiques (Sciences naturelles - 6ème année Sciences expérimentales).
- La structure des molécules organiques (Sciences naturelles - 6ème année Sciences expérimentales).
- La ration alimentaire (Sciences naturelles - 6ème année Sciences expérimentales).
- Notion de catalyseur (Chimie).

**20. COURS**  
**LES ENZYMES**  
**DIGESTIVES**

**STRATÉGIE D'APPRENTISSAGE**

**1. PROBLÈME SCIENTIFIQUE**

La salive et le suc gastrique contiennent des enzymes capables d'hydrolyser des macromolécules alimentaires : l'amylase salivaire agit sur l'amidon, la pepsine gastrique sur l'albumine.

Le problème scientifique au cœur de cette séance peut être formulé de la façon suivante :

**Comment agissent les enzymes digestives sur les molécules alimentaires ?**

- Quelles sont les différentes enzymes digestives ?
- Quelles sont les propriétés des enzymes ?
- Quel est le bilan de l'action des enzymes digestives ?

**2. PROGRESSION VERS L'OBJECTIF**

■ **ÉTAPE UN :** **Quelles sont les différentes enzymes digestives ? (30 minutes)**

**Mots-clés :** Protéines actives des sucs digestifs

**Supports :**

- Diapositives montrant l'appareil digestif de l'Homme ou d'un Mammifère.
- Exercice intégré 1 «Sucs digestifs et enzymes» (Document 1) : photocopié à distribuer aux élèves.
- Même document sur transparent pour une observation collective au rétroprojecteur.

**Tâches (en équipes) :**

- Faire l'exercice intégré 1 (Document 1).
- Rédiger un compte-rendu définissant une enzyme digestive.

L'élève doit être mis en situation de

■ **ÉTAPE DEUX :** **Quelles sont les propriétés d'une enzyme ? (60 minutes)**

**Mots-clés :** Température optimale, pH optimal, substrat, produit, spécificité de substrat, spécificité d'action, produits, catalyseur biologique

**Supports :**

- Résultats expérimentaux de la séance de Travaux Pratiques 19 (exercices intégrés 1 et 2).
- Photocopiés à distribuer aux élèves.
- Exercice intégré 2 «Influence de la température sur l'activité enzymatique» (Documents 2).
- Exercice intégré 2 (suite) «Propriétés des enzymes» (Documents 3).
- Mêmes documents sur transparents pour une observation collective au rétroprojecteur.
- Modèle de schéma explicatif de l'action d'une enzyme (Document 4) sur transparent pour une observation collective au rétroprojecteur que le professeur présentera aux élèves après qu'ils aient terminé l'exercice intégré 3.

**20. COURS**  
 LES ENZYMES  
 DIGESTIVES

**Tâches (en équipes) :** - Faire l'exercice intégré 2 (Documents 2 et 3).  
**L'élève sera mis en situation de (d') :** - Rédiger un compte-rendu exposant les propriétés des enzymes.

■ **ÉTAPE TROIS : Quel est le bilan de l'action des enzymes digestives ?** (30 minutes)

**Mots-clés :** Nutriments, chyle

**Supports :** - Manuel scolaire (6ème année Sciences expérimentales, code 225 634, pages 151, 152 et 153).

**Tâches (en équipes) :** - Exploiter le texte du manuel scolaire (pages 151, 152 et 153) en montrant, pour les glucides, les lipides et les protéides :  
**L'élève sera mis en situation de (d') :**

- que les enzymes digestives catalysent toutes le même type de réaction,
- que les enzymes digestives possèdent une double spécificité,
- que les enzymes digestives «travaillent à la chaîne».
- Connaissant la composition d'une ration alimentaire, déterminer la composition du chyle (contenu de l'intestin grêle) à la fin de la digestion d'un repas complet.
- Rédiger un compte-rendu récapitulatif.

157

**20. COURS**  
 LES ENZYMES  
 DIGESTIVES

### 3. BILAN DES CONNAISSANCES

*Le résumé sera construit, avec le concours des élèves, au fur et à mesure de la progression vers l'objectif général de la séance*

- 1. Les enzymes, substances actives des suc digestifs**  
 Les suc digestifs produits par les glandes annexes (salive et suc pancréatique) et par les cellules de la muqueuse digestive (suc gastrique et intestinal) contiennent des **substances actives**, les **enzymes**, qui hydrolysent les molécules alimentaires.  
 La bile produite par le foie, est le seul suc digestif qui ne contient pas d'enzyme.
- 2. Les propriétés des enzymes**
  - Une enzyme présente :
    - une **température optimale d'action** :
 Au-dessous de cet optimum, l'activité diminue, au-dessus de cet optimum, l'activité s'annule rapidement et l'enzyme est dénaturée de façon irréversible.
  - un **pH optimal d'action**.
 L'activité décroît vite jusqu'à s'annuler lorsqu'on s'éloigne de cet optimum.
  - Une enzyme présente une **spécificité de substrat**.  
 Cette spécificité s'explique par la configuration spatiale de l'enzyme (protéine) : il existe une complémentarité entre la molécule de substrat et celle de l'enzyme à laquelle la molécule de substrat se lie pour subir la transformation. Cette spécificité sert à donner un nom à chaque enzyme (saccharase, lipase...).
  - Une enzyme ne catalyse qu'un seul type de réaction : on parle de **spécificité d'action**. Cette spécificité d'action sert à désigner les groupes d'enzymes (hydrolases...).
  - Une enzyme est à **nouveau fonctionnelle** à la fin de la réaction : une fois la catalyse réalisée, les **produits** de la réaction se séparent de l'enzyme qui alors peut recevoir une nouvelle molécule de substrat.
  - Une enzyme agit à très faible dose.
 Ainsi, les enzymes sont des substances qui augmentent la vitesse d'une réaction, sans participer à cette réaction. Elles agissent dans des conditions strictes de température et de pH compatibles avec la vie : ce sont des **catalyseurs biologiques**.
- 3. Bilan de la digestion**
  - Toutes les enzymes digestives sont des **hydrolases**.
  - Les différentes enzymes travaillent à la chaîne (l'amidon est hydrolysé en maltose par l'amylase salivaire, le maltose en glucose par la maltase intestinale...).
 La digestion consiste en une fragmentation progressive des macromolécules alimentaires en molécules élémentaires appelées **nutriments** : oses pour les glucides, acides aminés pour les protéides, acides gras et alcools pour les lipides.  
 À la fin de la digestion, l'intestin grêle contient un liquide, le **chyle**, constitué par tous les nutriments : eau, ions, vitamines, oses, acides aminés, acides gras et alcools.

158

EXERCICE INTÉGRÉ 1

Sucs digestifs et enzymes

FICHE 20  
DOCUMENT 1

• **La salive**  
Volume produit quotidiennement : 1,5 litres.  
Composition :  
- eau = 99 à 99,5%  
- ions 0,5 à 1% : Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sub>2</sub><sup>+</sup>  
- protéines 0,1 à 0,3% :  
- du mucus (glycoprotéine)  
- une protéine «A»  
Si on sépare les différents constituants de la salive et qu'on les fasse agir sur de l'amidon, seule la protéine «A» peut hydrolyser l'amidon. Cette protéine, appelée **amylase salivaire** est présente dans la salive, en très petite quantité.

• **La bile**  
Les cellules du foie synthétisent la bile et la déversent dans des canaux qui l'amènent dans la vésicule biliaire, où elle se concentre, par perte d'eau.  
La sécrétion biliaire est de 800 à 1 000 ml par jour.  
Composition de la bile :  
- eau 82%  
- sels biliaires 12%  
- cholestérol 4%  
- pigments biliaires 2%  
Les sels biliaires émulsionnent et solubilisent les lipides.

Toutes les enzymes sont des protéines à masse molaire importante.

• **Le suc gastrique**  
2,5 litres de suc gastrique sont sécrétés par jour, au moment des repas. Ce suc contient :  
- de l'**acide chlorhydrique** : les cellules de la muqueuse gastrique possèdent une extraordinaire capacité à sécréter les ions H<sup>+</sup>, à une concentration qui est 3 millions de fois supérieure à celle du sang. Chaque ion H<sup>+</sup> sécrété est accompagné d'un ion Cl<sup>-</sup>. Le pH qui est de 1,5 à 2 élimine la plupart des microorganismes apportés par les aliments.  
- du **mucus** qui forme une couche protectrice à la surface de la muqueuse gastrique,  
- une **protéine**, la pepsine.

• **Le suc pancréatique**  
Le pancréas est formé de glandes (acini) qui sécrètent quotidiennement 1,5 à 3 litres d'un liquide, le suc pancréatique, riche en ions carbonate (pH = 8) et qui contient de nombreuses protéines qui hydrolysent l'amidon, les lipides et les protéines.  
Il est déversé, en même temps que la bile, dans le duodénum lors de l'arrivée des aliments à ce niveau.

• **Le suc intestinal**  
La muqueuse intestinale contient des glandes qui sécrètent 1 à 2 litres par jour d'un liquide, le suc intestinal. Les diosides et les polypeptides sont hydrolysés, sur place, au contact des cellules de la muqueuse intestinale.

TÂCHE :

- Remplir le tableau suivant, à partir des données ci-dessus.

GLANDE OU MUQUEUSE DIGESTIVE	SUC DIGESTIF	PRÉSENCE D'ENZYMES (oui ou non)	MOLÉCULES TRANSFORMÉES
1			
2			
3			
4			
5			

EXERCICE INTÉGRÉ 2

Influence de la température sur l'activité enzymatique

FICHE 20  
DOCUMENT 2

Neuf tubes à essais contenant 10 mL d'une solution d'empois d'amidon sont placés dans des bains de température constante : le tube 1 est maintenu à 0°C, le tube 2 à 10°C, le tube 3 à 20°C, ... le tube 9 à 80°C.  
1 mL de salive diluée de moitié avec de l'eau distillée est versé dans chacun des neuf tubes.  
Toutes les 3 minutes, des prélèvements sont réalisés dans chaque tube, et 3 gouttes sont mélangées à une goutte d'eau iodée, sur un carreau émaillé blanc.

Résultats :

numéro du tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9
températures (en °C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
temps (en min)									
0	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	○	○	○	○	○
6	●	●	●	○	○	○	○	○	○
9	●	●	○	○	○	○	○	○	○
12	●	●	○	○	○	○	○	○	○
15	●	●	○	○	○	○	○	○	○
18	●	○	○	○	○	○	○	○	○
21	●	○	○	○	○	○	○	○	○

● Coloration bleue  
○ violet  
○ rouge violacé  
○ Jaune (couleur de l'eau iodée)

TÂCHES :

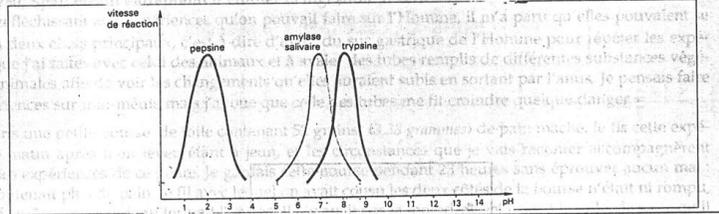
- Comparer l'influence de la température sur l'activité de l'amylase salivaire et de la pepsine, à partir des résultats expérimentaux 2, 3, 4 et 5 (Fiche 19, exercice intégré 1) et III, V et VI (Fiche 19, exercice intégré 2).
- Dégager une conclusion à partir des résultats expérimentaux ci-dessus.
- Expliquer en une phrase, ce qu'on appelle «température optimale d'action» d'une enzyme.
- Établir en quoi la nature protéique de l'enzyme peut expliquer l'effet des températures sur son activité.

**EXERCICE INTÉGRÉ 2**  
(suite)

**Propriétés des enzymes**

**FICHE 20**  
**DOCUMENT 3**

**1. Des études expérimentales précisent l'influence du pH sur l'activité enzymatique :**



**TÂCHES :**

- Comparer l'influence du pH sur l'activité de l'amylase et de la pepsine à partir des résultats des expériences 2, 6 et 7 (Fiche 19, exercice intégré 1) et II, III et VII (Fiche 19, exercice intégré 2).
- Déterminer, à partir du graphe ci-dessus, le pH optimal pour chacune des trois enzymes.
- Dégager les caractéristiques de l'activité d'une enzyme en fonction du pH.

**2. La molécule dont l'enzyme catalyse la transformation est appelée «substrat».**

- Le nom de l'enzyme indique la nature de ce substrat :
- Nom de l'enzyme = substrat + suffixe «ase»
- Les enzymes sont classées d'après la réaction qu'elles catalysent :
- Nom de l'enzyme = réaction + suffixe «ase».

**TÂCHE :**

- Nommer et classer l'enzyme qui catalyse l'hydrolyse du maltose.

**3. L'amylase salivaire hydrolyse l'amidon en maltose. La pepsine hydrolyse l'albumine en peptides. Ces deux enzymes permettent ces réactions de façon spécifique et se retrouvent intactes en fin de réaction.**

**TÂCHE :**

- Préciser, pour chacune de ces deux enzymes, les expériences (Fiche 19, exercices intégrés 1 et 2) qui permettent d'arriver aux conclusions (expressions en gras).

**4. Les enzymes agissent à très faible dose : la saccharase, par exemple, peut hydrolyser 200 000 fois sa propre masse en saccharose.**

On explique la spécificité enzyme-substrat, par une complémentarité entre la molécule de substrat et une région spécifique de la molécule d'enzyme à laquelle la molécule de substrat se lie pour subir la réaction. On a souvent comparé les enzymes à des «clefs ne pouvant ouvrir qu'une seule serrure» La réaction qui transforme le substrat S en produit P comprend la séquence suivante :

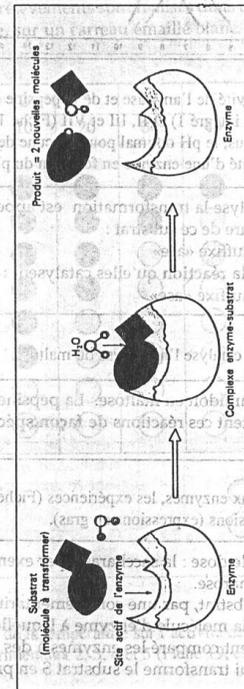


- 1 : Formation du complexe enzyme-substrat (ES)
- 1' : Dissociation du complexe ES
- 2 : Formation des produits (P) et libération de l'enzyme

**TÂCHE :**

- Imaginer et schématiser un modèle expliquant - la spécificité de l'enzyme - sa libération en fin de réaction.

**FICHE 20**  
**DOCUMENT 4**



**Schématisation de l'action d'une enzyme digestive**

EXERCICE  
D'APPLICATION

## Premières expériences sur la digestion

FICHE 20  
DOCUMENT 5

## PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES

En 1730, Spallanzani entreprend d'étudier la digestion. Il écrit :

♦ «En réfléchissant aux expériences qu'on pouvait faire sur l'Homme, il m'a paru qu'elles pouvaient se réduire à deux chefs principaux, c'est-à-dire d'avoir du suc gastrique de l'Homme pour répéter les expériences que j'ai faites avec celui des animaux et à avaler des tubes remplis de différentes substances végétales et animales afin de voir les changements qu'elles auraient subis en sortant par l'anus. Je pensais faire ces expériences sur moi-même mais j'avoue que celle des tubes me fit craindre quelque danger.»

♦ «Je pris une petite bourse de toile contenant 52 grains\* (3,38 grammes) de pain mâché. Je fis cette expérience le matin après mon lever, étant à jeun, et les circonstances que je vais raconter accompagnèrent toutes mes expériences de ce genre. Je gardais cette bourse pendant 23 heures sans éprouver aucun mal : elle ne contenait plus de pain, le fil avec lequel on avait cousu les deux côtés de la bourse n'était ni rompu, ni gâté, de même que celui qui fermait l'entrée. Il n'y avait pas la moindre déchirure à la toile, de sorte qu'il était évident qu'elle n'avait souffert aucune altération ni dans l'estomac, ni dans l'intestin.»

♦ «Le succès de cette expérience m'encouragea à en faire d'autres. Je passai des expériences faites sur les substances végétales à celles qui doivent se faire sur les substances animales : j'enveloppai dans une bourse 60 grains (3,90 g) de la chair d'un pigeon cuite et mâchée. Cette bourse ne resta que 18 heures 3/4 dans le corps mais les chairs étaient absolument digérées.»

♦ «Il fallait alors mettre les aliments dans de petits tubes parce que si la digestion ne se faisait pas ou se faisait mal, c'était la preuve qu'il manquait quelque chose d'utile, probablement la force triturante. J'étais donc physiquement obligé d'avalier des tubes. Je fis faire des tubes en bois dont la paroi était couverte de trous afin que le suc gastrique de mon estomac pût les pénétrer de toutes parts. Je n'avalai d'abord qu'un seul tube où j'avais mis 36 grains (2,29 g) de chair de veau cuite et mâchée : il sortit heureusement au bout de 22 heures mais il ne contenait plus de chair... Cette expérience était tranchante contre la trituration.»

♦ «Pour confirmer l'activité chimique du suc gastrique, il me fallait un moyen de me procurer une quantité suffisante de ce suc. De petites éponges enfermées dans des tubes m'en fournirent de petites quantités. Je tirai ce suc hors de mon estomac par un vomissement et je l'utilisai pour mes expériences.»

## DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES

Spallanzani met de la viande dans deux tubes, l'un contenant du suc gastrique, l'autre de l'eau. Pour que ces tubes soient maintenus à une température constante, il les place pendant trois jours sous ses aiselles. Il écrit :

♦ « La chair qui était dans le suc gastrique commençait à se défaire avant 12 heures et elle continua jusqu'à ce que, au bout de trente-cinq heures, elle ait perdu toute consistance. Durant tout ce temps, cette masse demi-fluide ne me fit observer aucune mauvaise odeur. Il n'en fut pas de même dans le tube où j'avais mis de l'eau...»

## TÂCHES :

À partir de ce texte décrivant une des premières expériences sur la digestion :

- Préciser :

- quel problème le chercheur s'est posé,
- quelles hypothèses a-t-il élaborées pour le résoudre,
- quels protocoles expérimentaux a-t-il mis au point pour soumettre à l'épreuve ses hypothèses,
- quel est l'intérêt de ces expériences sur le plan de la rigueur scientifique,
- quelle réponse, les résultats expérimentaux apportent-ils au problème posé.

Les résultats de la digestion de la chair ne sont pas identiques dans les deux types d'expériences décrites.

- Préciser quelles sont ces différences.

- Émettre une hypothèse expliquant la raison de ces différences.

\* ancienne mesure de poids : 1 grain = 0,065 g

## SUPPORTS DOCUMENTAIRES

## FICHE 20 : Les enzymes digestives

Document 1 : Exercice intégré 1 : Sucs digestifs et enzymes

Document 2 : Exercice intégré 2 : Activité enzymatique et température

figure : Biologie - Géologie p. 1ère S - 87  
Édition Bordas

Document 3 : Exercice intégré 2 (suite) : Propriétés des enzymes

figure : Biologie - Géologie p. 1ère S - 97  
Édition Bordas

Document 4 : Schématisation de l'action d'une enzyme

Biologie - Géologie - 1ère S p 87  
Édition Nathan

Document 5 : Exercice d'application

Premières expériences sur la digestion

## Document 2

■ L'amylase est active à 35°C [2], inactive à 0°C [4] et après ébullition [3]. Une température élevée supprime définitivement l'activité enzymatique mais non le froid [5].

La pepsine est active à 35°C [III], inactive à 0°C [V]. Le froid ne supprime pas définitivement l'activité enzymatique [VI].  
Conclusion : La température a une influence similaire sur l'activité de ces deux enzymes.

■ La disparition plus ou moins rapide de l'amidon permet d'évaluer l'influence de la température sur la vitesse d'action de l'amylase : l'activité de l'amylase, absente à 0°C, augmente progressivement jusqu'à 40-50°C et s'annule au-dessus de 60°C.

■ Les résultats expérimentaux montrent que l'amylase agit plus rapidement (6 minutes) à une température appelée «température optimale d'action».

■ À une température élevée, les liaisons responsables des repliements qui confèrent à la chaîne polypeptidique sa forme spécifique, sont définitivement rompues : la protéine est dénaturée et, en perdant sa configuration spatiale, elle perd également sa fonction.

## Document 3

1. ■ L'amylase est active à un pH 7 [2], mais non à des pH 11 [6] ou 2 [7].

La pepsine est active à un pH 2 [III], mais non à un pH 7 [II] ou 11 [VII].

Conclusion : Chacune de ces deux enzymes agit dans une zone de pH déterminée, différente pour l'une et pour l'autre.

■ La vitesse de réaction de l'amylase salivaire est maximale en milieu neutre (pH 7), celle de la pepsine en milieu acide (pH 2), celle de la trypsine en milieu légèrement basique (pH 8,5) : ce sont précisément les conditions de pH des organes au sein desquels elles agissent.

2. ■ Maltose - hydrolase

3 ■ Action spécifique : amylase [8], pepsine [IX]

Intacte en fin de réaction : amylase [9], pepsine [VIII]

Étape 3 : voir bilan : «3. Bilan de la digestion»

## Annexe L4

### Entretien semi-directif des enseignants (PrA, PrB, PrC et PrD)

1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?
2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?
3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?
4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?
5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?
6. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?
7. Comment les avez-vous gérées ?
8. Que pensez-vous de l'articulation entre l'In Vivo et l'In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?
9. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?
10. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?
11. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?
12. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe, permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi
13. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?
14. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?
15. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?
16. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?

## Annexe L5

### Questionnaire administré auprès des lycéens

Le but de ce questionnaire est d'améliorer l'apprentissage des sciences naturelles.

Vos réponses ne seront pas notées. Elles nous aideront dans notre recherche.

Essayer de répondre à toutes les questions. Ecrivez ce que vous pensez.

1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière séquence sur la digestion ?
2. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette séquence ?
3. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?
4. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?
5. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?
6. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?
7. Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?
8. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?
9. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?

## Annexe L6

### Transcriptions des entretiens des enseignants

#### PrA

**1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Oui...la séquence sur la digestion a été bien passée...j'ai remarqué que mes élèves étaient intéressés par ce que j'expliquais...ils me suivaient attentivement

**2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Durant la dernière séquence d'enseignement de la digestion...j'ai travaillé sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire...j'ai enseigné comment l'amylase salivaire agit sur l'amidon et l'hydrolyse en sucre...quelle sont les conditions nécessaires à l'action de cette enzyme...pourquoi elle a besoin de ces conditions...comment on peut vérifier et montrer tout ça expérimentalement...j'aurais préféré que les élèves réalisent cette expérience ou au moins je réalise moi-même cette expérience devant eux...mais c'est presque impossible car les indicateurs colorés qu'on a au lycée sont tellement vieux qu'ils ne sont plus actifs...

**3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?**

J'ai expliqué à mes élèves...pourquoi et comment on réalise la digestion expérimentale de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire...j'ai expliqué

aussi les résultats trouvés...comment les interpréter...et aussi la conclusion...qui porte sur les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire

**4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

Ces expériences...facilitent et aident les élèves à comprendre et à retenir les connaissances enseignées...car ces expériences vérifient les notions théoriques...les élèves ont l'occasion de voir comment vérifier expérimentalement les notions théoriques...comment ces expériences montre que la salive agit sur l'amidon et le transforme en sucre...comment la salive a besoin de certaines conditions bien précises pour agir...si non l'amylase salivaire n'est plus active...comme ça il n'y a plus de place aux doutes

**5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?**

Non...je n'ai pas remarqué des difficultés durant ces activités...mais j'essaie toujours de répéter chaque étape plusieurs fois...j'explique chaque étape plusieurs fois...car je voudrais que tous les élèves comprennent ces expériences...car je sais qu'il y'a parmi mes élèves ceux qui comprennent

vite et il y'en a ceux qui mettent plus de temps et ont besoin de plusieurs explications pour comprendre.

**6. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?**

Non...je n'ai pas rencontré de difficultés...mais j'ai souhaité comme même réaliser cette expérience devant mes élèves...car c'est très important que les élèves voient directement les résultats...mais comme je vous ai dit c'est le manque de matériels

**7. Comment les avez-vous gérées ?**

En fait on a au labo...les tubes à essai...on a presque tout...mais les indicateurs colorés sont inactifs...et ceci depuis deux ans...j'ai fait des demandes...et chaque début d'année je refait des demandes de matériels...mais mes demandes restent sans réponses

**8. Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?**

Les programmes officiels...ils sont clairs....le professeur doit enseigner les conditions nécessaires à l'action d'enzyme digestive...il a le choix entre deux exemples de digestion In vitro...ou bien l'amidon par l'amylase salivaire ou l'ovalbumine par la pepsine....pour expliquer ces conditions aux élèves...il faut expliquer l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro....c'est un passage obligatoire...que je dois faire...sinon les élèves ne comprennent pas par exemple pourquoi la salive a besoin d'un PH 7 pour agir...Le manuel scolaire explique plus que les programmes officiels les deux hydrolyses d'amidon et de l'ovalbumine...il explique aussi les conditions optimales de l'action de la salive et les conditions optimales de la pepsine...."

**9. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?**

Après avoir déterminé les conditions à respecter pour réussir une expérience d'hydrolyse de l'amidon par la salive...la température...le PH.... je demande aux élèves d'essayer d'expliquer pourquoi la salive a besoin de ces conditions pour agir...pourquoi on est obligé de respecter ces conditions pour réussir l'hydrolyse...comme ça je les pousse à réfléchir et à articuler entre l'In vivo et l'In vitro...si je m'arrête à l'explication des conditions...les élèves ne vont pas comprendre pourquoi cette enzyme a besoin de ces conditions pour agir...ils ne vont pas saisir cette articulation....donc c'est presque obligatoire de leur expliquer cette articulation et comment on passe de l'in vivo vers l'in vitro

**10. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

*"....pour être précis....je vais dire que ces activités expérimentales reflètent une partie de ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme... parce que.... par exemple pour la digestion....on réalise l'hydrolyse de l'amidon par la salive.... On a une idée de ce qui se passe dans la bouche pour la digestion de l'amidon.....on fait des expériences sur par exemple l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine...on a une idée sur ce qui se passe dans l'estomac pour la digestion des protéides....ainsi de suite.... jusqu'à avoir une idée complète de la digestion tout au long du tube digestif....les expériences donnent des parties de vérités...il faut ensuite regrouper toutes ces vérités pour comprendre ce qui se passe dans l'organisme...ainsi on a une idée sur tout ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme"*

**11. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Les élèves doivent rester très attentifs en classe...en plus il doivent aimer les sciences naturelles...sinon ils ne suivent pas en classe

**12. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe, permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Oui...les activités expérimentales permettent de comprendre le vivant... mais comme j'ai dit chaque expérience permet de comprendre l'organe ou la partie du corps qu'elle étudie...donc, les expériences de la digestion de l'amidon permettent de comprendre la digestion de l'amidon par la salive mais pas la digestion de l'ovalbumine par la pepsine par exemple...donc, il faut multiplier les expériences...car chaque expérience donne une partie de vérité...en multipliant les expériences sur les différentes parties du corps...on arrive à comprendre le vivant.

**13. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?**

Je pense que ces expériences sont très importantes...Mais je pense aussi que lorsqu'on réalise ces expériences en classe...on se trouve limité par le temps...il y'a la contrainte du temps...il faut accorder plus de temps à ces expériences...au lieu d'une heure et demi...on met deux heures...c'est la moindre des choses

**14. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

L'enseignement de la digestion en 3<sup>ème</sup> année secondaire...je le trouve riche et complet

**15. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

Non...ce chapitre ne pose pas un problème pour les élèves...il n'est pas difficile

**16. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non...à part que le problème de matériels ça handicape beaucoup d'enseignants de sciences naturelles en Tunisie...j'ai mes collègues qui souffrent des mêmes problèmes que moi

## PrB

### 1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?

Oui...ça c'est bien passé...l'expérience de l'amidon a été bien réalisé...et les élèves ont compris toutes ses étapes

### 2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?

Durant la dernière séquence sur la digestion...j'ai réalisé une expérience d'hydrolyse d'amidon par l'amylase salivaire devant les élèves...pour leurs expliquer comment l'amylase salivaire transforme l'amidon en sucre... pourquoi on appelle cette réaction de simplification moléculaire... ou d'hydrolyse...comment chaque enzyme a besoin de certaines conditions pour agir...

### 3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?

Je réalise devant mes élèves...l'expérience de la digestion chimique de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire.

### 4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?

Ces pratiques expérimentales...liées à la digestion.....aident les élèves à comprendre... et à retenir le cours car lorsqu'on réalise une expérience de digestion de l'amidon par la salive devant les élèves...elle illustre le cours...dans ce cas, ...les résultats viennent des expériences réelles et

concrètes ce qui facilitent et aident les élèves à comprendre et à retenir les connaissances enseignées...les élèves retiennent et croient plus aux choses qu'ils voient qu'aux choses enseignées théoriquement"

### 5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?

Non...ils ont compris toutes les étapes de l'expériences...les résultats aussi et la conclusion...le TP s'est bien passé

### 6. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?

Non...ça va...ce n'est pas ma première année d'enseignement...donc j'ai comme même une certaine expérience

### 7. Que pensez-vous de l'articulation entre l'In Vivo et l'In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?

Je me souviens bien de ce qui est écrit dans les programmes officiels...les conditions optimales de l'action d'enzymes digestives... on doit travailler cette partie en partant d'un exemple d'hydrolyse de l'amidon ou de l'ovalbumine

### 8. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?

on réalise une expérience d'hydrolyse d'empois d'amidon par l'amylase salivaire...on prépare une série de tubes...il s'agit à peu près de la même

expérience donnée dans le manuel scolaire...on fait varier la température...le pH et le substrat...comme tu as vu...après les élèves déterminent les tubes où l'hydrolyse s'est passé...je leur demande par la suite de déterminer les conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire...les élèves comparent les tubes où il n'y a pas d'hydrolyse avec les tubes où l'hydrolyse s'est passée...ils finissent par déterminer les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire.

**9. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

*" Oui... ces activités expérimentales reflètent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme...on respecte les conditions dans lesquelles agit la salive....on tient compte de ces conditions au cours de l'expérience...la même température... le même pH... le même substrat...ce qui permet de dire que ces expériences montrent ce qui se passe In vivo"*

**10. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Je ne pense pas que ces expériences nécessitent des qualités particulières...tous les élèves peuvent comprendre ces expériences...il faut seulement suivre en classe

**11. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe, permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Oui...ces expériences permettent de comprendre le vivant... c'est vrai que le degré de compréhension du vivant n'est pas le même...car plus les expériences réalisées sont précises touchant l'échelle moléculaire et utilisant un matériel de plus en plus élaboré...plus les résultats trouvés sont précis et plus on comprend le vivant.

**12. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?**

Je pense que ces expériences sont très importantes...parce qu'elles facilitent et aident les élèves à comprendre et à retenir les connaissances enseignées...c'est vrai les élèves retiennent et croient plus aux choses qu'ils voient qu'aux choses enseignées théoriquement

**13. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

Je pense aussi que cet enseignement est très important car il explique le rôle important des enzymes dans la digestion des aliments

**14. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

Il faut seulement réussir à expliquer aux élèves que la digestion chimique présente la plus importante digestion...par rapport à la digestion mécanique...car ce sont les enzymes qui sont responsables de la digestion de la majorité des aliments

**15. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non...

**PrC**

**1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Oui...ça c'est bien passé...les expériences de l'amidon ont été réussites

**2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Dans la dernière séquence de la digestion...j'ai enseigné la digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase salivaire...mes élèves ont réalisé cette expérience...je les ai suivis pour qu'ils ne se trompent pas dans le protocole expérimental...les deux expériences réalisées étaient réussites... puis les élèves ont interprété les résultats et à la fin ils ont conclut sur les conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire

**3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?**

J'ai partagé mes élèves en deux groupes et chaque groupe a fait une expérience de digestion chimique de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire

**4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

Ces expériences ont plusieurs rôles à mon avis....premièrement ces expériences aident beaucoup les élèves à comprendre le cours...la notion d'enzyme...de simplification moléculaire...la digestion chimique...toutes les notions de cours sont expliquées et montrées par ces expériences.... en plus, dans une séance de TP les élèves se trouvent obligés à réfléchir plus...et participer plus...car se sont eux qui participent à trouver les résultats finaux...ils manipulent ...ils interprètent les résultats...les élèves

apprennent aussi à manipuler dans ces expériences...ils apprennent aussi à travailler avec leurs amis...car en TP ils sont obligés de manipuler en groupe...ils apprennent beaucoup de choses à mon avis avec ces expériences

**5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?**

Je n'ai pas repéré des difficultés chez mes élèves...ils ont bien travaillé et...les deux expériences...ont été réussites

**6. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?**

Non...je n'ai pas rencontré de difficultés...ce n'est pas la première année que j'enseigne la digestion.

**7. Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?**

*Selon les programmes officiels....l'étude des conditions d'action des enzymes digestives doit être faite en classe...ces programmes exigent que cette partie soit faite en réalisant une hydrolyse d'amidon par l'amylase salivaire ou de l'ovalbumine par la pepsine*

**8. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?**

*"les élèves réalisent une expérience sur l'hydrolyse de l'amidon par la salive...ils préparent les tubes à essai...ils contrôlent le pH et la température...ils arrivent à la fin de l'expérience... à déterminer les conditions nécessaires à l'hydrolyse de l'amidon...donc à l'action de la salive".*

**9. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

*Oui...je pense que ces activités expérimentales...reflètent ce qui se passent réellement à l'intérieur de l'organisme...car on fait ces activités dans les mêmes conditions qui existent à l'intérieur de l'organisme...on utilise aussi des substances naturelles...la salive, l'empois d'amidon....*

**10. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Ces expériences ne nécessitent pas quelques choses d'extraordinaire de la part des élèves...il suffit juste de bien suivre les étapes de l'expérience... et de bien manipuler

**11. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe, permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Selon moi, les expériences liées à l'enseignement de la digestion .....telles qu'elles sont pratiquées en classe.... permettent d'étudier et de comprendre le vivant...ces expériences sont exigées par les inspecteurs et les programmes officiels car elles permettent aux élèves de comprendre ce qui se passe dans l'organisme...j'aurais aimé faire plus d'expériences sur la digestion en classe...j'aurais aimé par exemple faire une expérience qui montre aux élèves la transformation chimique que l'amidon subit au

cours de l'hydrolyse...c'est à dire les différents états chimiques de l'amidon avant de se transformer en maltose...pour expliquer aux élèves l'importance de la digestion chimique et en quoi elle consiste cette digestion.

**12. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?**

Je pense que ces expériences sont très importantes...elles aident beaucoup les élèves à comprendre toutes les notions de cours...la notion d'enzyme...de simplification moléculaire...etc.

**13. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

Je pense que cet enseignement n'est pas très difficile pour l'enseignant... même un enseignant débutant...peut l'enseigner sans difficultés

**14. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

Je crois que les élèves...ne rencontrent pas beaucoup de problèmes pour comprendre le phénomène de la digestion...c'est un chapitre qui n'est difficile

**15. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non...mais la digestion est enseignée aussi au collège...en 9<sup>ème</sup> année de base

**PrD**

**1. Est-ce que la séquence sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Oui...ça s'est bien passée...c'est une séance très animée...où je travaille beaucoup...moi et mes élèves aussi.

**2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

*Durant la dernière séquence sur la digestion...j'ai partagé les élèves en deux groupes...un groupe a réalisé l'expérience de digestion de l'amidon par la salive...et l'autre groupe a réalisé l'expérience de l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine...on est demandé de réaliser un seul exemple...mais je veux toujours que les élèves réalisent ces deux expériences...pour qu'ils arrivent à comprendre... que dans les deux cas il y a une simplification moléculaire... et que ce sont des enzymes digestives qui sont responsables de ces hydrolyses...et que...aussi pour agir... ces enzymes ont besoins de conditions spécifiques de température, de PH et de substrat.*

**3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux élèves ?**

Chaque année...mes élèves réalisent deux expérience de digestion chimique...l'expérience de l'empois d'amidon par l'amylase salivaire...et l'expérience de l'ovalbumine par la pepsine.

**4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

*ces pratiques expérimentales jouent plusieurs rôles...dans ces expériences...les résultats viennent de leurs propres manipulations...ce*

*qui aident les élèves à comprendre et à mémoriser...ces expériences offrent aux élèves une occasion pour manipuler...apprendre à manipuler...bien que ce sont des manipulations simples...la digestion expérimentale de l'amidon par la salive et de l'ovalbumine par la pepsine...mais à mon avis c'est très important pour les élèves car ils ne font pas beaucoup de manipulations en sciences naturelles...ces expériences leurs permettent d'apprendre à préparer des tubes à essai, à surveiller les différents facteurs...la température... le PH... ...c'est une occasion pour réfléchir...pour poser des questions...dans ces expériences ils se trouvent dans une situation de groupe...ils apprennent à progresser en groupe et c'est pas aussi facile pour eux..."*

**5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les élèves durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?**

Quelques difficultés de manipulation...en plus les élèves se montrent un peu réticent au début...ils ne veulent pas donner de la salive...peut être ils ne trouvent pas agréable de cracher dans un tube devant leurs amis...en plus ils sont très lents dans la manipulation...ils ne savent pas travailler et s'organiser en groupe...parfois ils ne respectent pas la composition des tubes à essai.

**6. Comment les avez-vous gérées ?**

Par un suivi et un contrôle continu...des conseils, répartir le travail entre eux...généralement je désigne un tube pour chaque élève.

**7. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?**

J'avoue qu'une séance de TP est beaucoup plus fatigantes pour nous... mais ça va je me débrouille bien...reste comme même le problème du temps...on est toujours limité par le temps dans ce genre de TP...le temps

est insuffisant...il y' a aussi le problème de matériels et de produits...les produits sont généralement en mauvais état...les réactifs par exemple sont souvent oxydés

### **8. Comment les avez-vous gérées ?**

Pour le problème de temps...je n'ai pas encore de solution sauf bousculer les élèves et les précipiter...pour les produits...j'essaie de coopérer avec mes collègues dans d'autres lycées...et je n'hésite pas d'emprunter et de prêter pour que les TP se réalise

### **9. Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relative aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le manuel scolaire et les programmes officiels ?**

"l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro figure dans le programmes officiel parmi l'étude des conditions optimales de l'action de l'enzyme digestive... elle n'est pas explicitée...mais c'est une partie obligatoire à mon avis... pour l'étude des conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire ou de la pepsine...l'enseignant est demandé de réaliser un seul exemple de la digestion artificielle...mais moi...je réalise toujours les deux exemples... car ça permet aux élèves...ensuite...de comparer entre les deux conditions exigées par les deux enzymes...et à comprendre mieux... l'articulation entre l'In vitro et l'In vivo...pour le manuel scolaire ...on trouve dans le chapitre de la digestion...les mêmes parties exigées par les programmes officiels...on trouve les conditions optimales de l'action de l'amylase salivaire et de la pepsine...mais l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne constitue pas un paragraphe indépendant...c'est toujours inclut dans la partie de l'étude des conditions de l'action de l'enzyme digestive"

### **10. Comment abordez-vous cette articulation en classe ?**

"Dans mes classes, je réalise souvent deux expériences d'hydrolyse...de l'amidon et de l'ovalbumine par la pepsine...tu vas me dire pourquoi ? puisque les programmes officiels ainsi que les inspecteurs exigent une seule expérience d'hydrolyse...en fait, lorsque on réalise deux expériences...à la fin les élèves peuvent comparer les conditions nécessaire à l'action de la salive et les conditions nécessaires à l'action de la pepsine...Ils remarquent qu'il s'agit pas de mêmes conditions...je leur demande d'expliquer ces différences...je les orientent...pour les aider à déterminer les organes où ces deux enzymes agissent dans le corps... une fois les élève arrivent à déterminer les deux organes...je leur demande de me donner les caractéristiques de ces deux milieux...PH et températures... ils arrivent après à comprendre que la salive a besoin d'un milieu neutre pour agir en faisant la relation avec la bouche...et que la pepsine a besoin d'un milieu acide pour agir en faisant la relation avec l'estomac...ils arrivent à comprendre qu'il faut créer des conditions expérimentales pareilles aux conditions naturelles pour réussir les hydrolyses..." "

### **11. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

Oui...ces activités reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme...à condition qu'on respecte... bien sûr... les conditions In vivo et...on essaie de les ramener In vitro ...et pour les expériences que mes élèves ont réalisées sur la digestion chimique...les conditions In vivo ont été respectées pour l'hydrolyse de l'amidon et pour l'hydrolyse de la pepsine"

**12. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les élèves ?**

Beaucoup de qualités....à mon avis....savoir manipuler...prélever avec la pipette...savoir s'organiser et travailler en groupe...comprendre aussi l'objectif de chaque étape de la manipulation...être aussi très attentif...être aussi motivé.

**13. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion, telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe, permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Oui ces expériences permettent aux élèves d'étudier et de comprendre le vivant....c'est toujours comme ça en Biologie...on fait des expériences pour comprendre le vivant...et pour les élèves...c'est très important car...ces expériences...comme celles de l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire et l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine...c'est primordial pour comprendre la digestion chimique...il faut montrer et expliquer ces transformations chimiques aux élèves...une fois ces élèves comprennent ces transformations chimiques ils arrivent à comprendre le vivant.

**14. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées en classe ?**

Ces expériences sont très importantes...car elle aident les élèves à comprendre et à retenir le cours...mais je crois qu'on doit penser à faire évoluer ces expériences...on peut faire l'ExAO...Expérimentation Assistée par Ordinateur...j'ai eu une petite formation là dessus...c'est très intéressant...si on réalise ça en classe...les élèves auront l'occasion de voir plus de détails telles que par exemple les différentes étapes de la

simplification moléculaire et de l'hydrolyse de l'amidon et l'apparition progressive du sucre réducteur.

**15. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

Je trouve que c'est un enseignement classique...ça fait des dizaines d'années qu'on enseigne de la même manière et la même chose...il faut compléter cet enseignement et l'améliorer par la nouvelle technologie...telle que l'ExAO

**16. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

Non...mes élèves ne trouvent pas de difficultés à comprendre la digestion

**17. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non...à part que j'insiste sur l'importance de penser à améliorer les expériences faites dans les sciences naturelles ...comme les expériences sur la digestion...il est temps d'introduire l'ExAO

## **3<sup>ème</sup> PARTIE**

### **Annexes F**

#### **Annexes relatives à la Faculté**

#### **4<sup>ème</sup> année Science de la Vie et de la Terre (SVT4)**

- Annexe F1 :** chapitre portant sur l'enseignement expérimental de la digestion extrait du fascicule de travaux pratiques de physiologie animale à l'usage des étudiants de la maîtrise de la faculté des sciences de Sfax)
- Annexe F2 :** Entretien administré aux assistants (A1 & A2)
- Annexe F3 :** Entretien des étudiants (Et1-Et11)
- Annexe F4 :** transcriptions des entretiens des assistants
- Annexe F5 :** transcriptions des entretiens des étudiants

**Annexe F1**

**Chapitre portant sur  
l'enseignement expérimental de la digestion  
extrait du fascicule de travaux pratiques  
de physiologie animale  
à l'usage des étudiants de la maîtrise  
de la faculté des sciences de Sfax**

## MANIPULATION N° 7

### Secrétion gastrique chez le Rat

#### I- MATERIEL NECESSAIRE :

- 1 Rat à jeûn
- 1 planchette de contention
- des lacets
- 1 canule à mandrin de fort diamètre
- 3 seringues de 5 ml
- 1 bécher de 200 ml
- 3 béchers de 50 ml
- 3 erlens de 50 ml
- 1 Burette de 20 ml graduée au 1/20<sup>ème</sup>
- 3 pipettes graduées de 10 ml
- Solution de soude N/400
- Chlorhydrate d'histamine
- Solution de phénolphaléine (31 %)
- 1 stimulateur électronique
- 1 excitateur à pointes recourbées et protégées
- 1 bain-marie à 37°C

#### II- BUT MANIPULATION

Etude de la sécrétion gastrique d'un rat :

- à jeûn
- après excitation électrique du pneumogastrique
- après injection de chlorhydrate d'histamine

#### III- MECANISME ET REGULATION DE LA SECRETION GASTRIQUE

La muqueuse gastrique renferme de nombreuses glandes :

- Dans la région cardiaque : glandes cardiaques sécrétant du mucus
- Dans la région pylorique : glandes principales sécrétant du mucus.
- Dans le reste de l'estomac ; glandes principales sécrétant du mucus du HCl et enzymes élaborées par des cellules différentes

La régulation de la sécrétion gastrique est double nerveuse et humorale

- La pneumogastrique est un nerf parasymphatique extrêmement complexe qui comprend 4 sortes de fibres : motrices, sensibles, vasodilatatrices et sécrétrices. L'origine ou l'aboutissement de ces fibres sont 3 noyaux bulbaire voisins. Pour l'estomac, le X est un nerf sécréteur
- L'arrivée des aliments provoque la sécrétion par la muqueuse stomacale d'une hormone : la gastrine, souvent identifiée à l'histamine mais qui semble différente de ce composé. Cette hormone agissant par voie sanguine fait sécréter du suc gastrique par les cellules des glandes stomacales

#### IV - MANIPULATION

##### 1) Anesthésie

Obtenue en utilisant l'éther anesthésique. Placer l'animal sous une cloche de verre avec un coton imbibé d'éther. Au cours de la manipulation, faire respirer de temps en temps un coton d'éther à l'animal afin de maintenir constante l'anesthésie

##### 2) Fixation de l'animal

Attacher le rat sur la planchette à l'aide de lacets fixés aux membres antérieurs et postérieurs de l'animal et par les incisives, face ventrale vers l'opérateur

##### 3) Opération

Pratiquer dans la paroi abdominale une incision longitudinale médiane de 2 cm environ, en partant de l'extrémité postérieure du sternum. L'incision béante montre le foie. Soulever celui-ci pour saisir l'estomac (avec les doigts et non avec des pinces) et le sortir de la cavité abdominale, en le séparant à l'aide des pinces de ses adhérences conjonctives avec le foie qui recouvre sa face ventrale. Dégager au fur et à mesure la partie supérieure de l'estomac puis la partie proximale de l'oesophage. Repérer la rameau gastrique du nerf vague gauche, qui longe

## Annexe F2

### Entretien semi-directif destiné aux assistants

1. Est-ce que la manipulation sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?
2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?
3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux étudiants ?
4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?
5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les étudiants durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?
6. Comment les avez-vous gérées ?
7. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?
8. Comment les avez-vous gérées ?
9. Que pensez-vous de l'articulation entre In Vivo et In Vitro, relatives aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale ?
10. Comment abordez-vous cette articulation au laboratoire ?
11. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?
12. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?
13. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées au laboratoire permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?
14. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées au laboratoire ?
15. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?
16. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?
17. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?

## Annexe F3

### Entretien semi-directif destiné aux étudiants de la Maîtrise des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT4)

1. Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?
2. Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?
3. Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?
4. Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette manipulation ?
5. As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?
6. As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?
7. Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire In vivo) ?
8. Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?
9. Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?
10. Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?
11. As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?
12. As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?

## Annexe F4

### Transcriptions des entretiens des assistants

#### Assistant A1

**1. Est-ce que la manipulation sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Oui cette manip s'est bien passée

**2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Ça ne change pas, c'est presque toujours la même chose, je dois veiller au bon déroulement de la manip...je contrôle comment les étudiants travaillent, je répond à leurs questions.

**3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux étudiants ?**

Les étudiants de SVT4 ont deux manips sur la digestion à faire.....une sur l'aspect acide du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique...et l'autre sur le péristaltisme intestinal.

**4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

Cette manip est une occasion pour les étudiants de voir réellement et de vérifier eux même l'aspect acide du suc gastrique...*cette manip sert également de support pédagogique pour nous, les enseignants... Ces T.P (les travaux pratiques) sont comme les T.D (les travaux dirigés), ils facilitent le cours aux étudiants et les aident à comprendre...Mais je considère comme même que les T.P jouent un rôle plus important que les T.D en physiologie...Car j'ai remarqué à travers ma modeste expérience que les étudiants comprennent mieux avec les T.P ...Ils ont raison dans les T.P ils voient et vérifient le phénomène physiologique et les notions théoriques du cours qui sont ainsi plus faciles à mémoriser et à comprendre*

**5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les étudiants durant ces activités ou dans d'autres séquences ?  
Lesquelles ?**

Oui...quelques étudiants ont du mal à manipuler les rats...surtout les filles...en plus dans ce genre de manipulation il faut vraiment savoir

Annexe F4

manipuler...car la manip sur le suc gastrique est l'une des plus délicates manip...

### **6. Comment les avez-vous gérées ?**

J'essaie d'attirer l'attention des étudiants sur le fait qu'ils doivent aller doucement...qu'ils doivent lire attentivement le protocole expérimental afin de ne pas se tromper et surtout à ne pas hésiter à me poser des questions...s'il y a quelques choses qui clochent.

### **7. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?**

Non...ça va...ça fait trois ans que j'enseigne les TP de physiologie animale en SVT4...donc ça va.

### **8. Que pensez-vous de l'articulation entre l'In Vivo et l'In Vitro, relatives aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale ?**

Le fascicule tient compte de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro...il indique aux étudiants qu'ils doivent utiliser le sérum physiologique...ils doivent réchauffer ce sérum jusqu'à 37° avant de l'utiliser.

### **9. Comment abordez-vous cette articulation au laboratoire ?**

J'insiste sur l'importance d'utiliser un sérum physiologique... une température de 37°C....Comme ça j'attire l'attention des étudiants sur ces détails qu'ils doivent respecter dans la manipulation.... Pour qu'ils ne se trompent pas.

### **10. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

Ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme...car dans les différentes étapes de la manipulation on tient compte des conditions réelles qui existent à l'intérieur de l'organisme...la température corporelle, le sérum physiologique, l'animal qui doit rester vivant jusqu'à la fin de la manip.

### **11. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Ces expériences sollicitent chez les étudiants beaucoup de qualités... être habile et savoir manipuler...savoir... ensuite interpréter les résultats trouvés et ...tirer une conclusion...c'est très important.

### **12. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées au laboratoire permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi**

Oui...les manips sur la digestion ....permettent de comprendre le vivant...on a deux manips sur la digestion....comme t'as vu....une sur l'aspect acide du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique...et l'autre sur le péristaltisme intestinal...les étudiants étudient deux aspects très importants de la digestion...ce qui leur permet ensuite de faire le lien entre ces deux aspects et d'avoir une vision plus globale sur comment se passe la digestion tout au long de tube digestif...on ne peut pas étudier les différents moments de la

#### Annexe F4

digestion en TP par manque de matériels et de temps...mais les deux manip aident les étudiants à comprendre la digestion...elles montrent que dans les organismes tout est commandé par des enzymes...il suffit de comprendre comment ces enzymes agissent pour comprendre le vivant..."

#### **13. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées au laboratoire ?**

Je pense que ces manip sont très importantes...car...je me souviens lorsque j'ai été étudiant...ce genre de manip m'aide énormément...à comprendre le cours.

#### **14. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

C'est un enseignement très riche...où l'étudiant comprend beaucoup d'aspects de la digestion.

#### **15. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

Je ne crois pas que la digestion pose un problème pour les étudiants...car mes étudiants préfèrent ce chapitre à la respiration... donc...si un étudiant est attentif...il ne trouvera pas des problèmes pour comprendre la digestion.

#### **16. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non...mais la digestion reste un chapitre très important en SVT4.

### **Assistant A2**

#### **1. Est-ce que la manipulation sur la digestion a été passée comme vous le souhaitez ?**

Oui...comme toujours...ça c'est bien passé.

#### **2. Qu'est ce que vous avez fait durant la dernière séquence sur la digestion ?**

Je surveille comment les étudiants manipulent, j'interviens lorsque je remarque qu'ils sont en train de se tromper, j'essaie toujours à les pousser pour poser des questions, je réponds à leur questions bien

que j'ai remarqué que généralement ils préfèrent poser les questions et demander conseils à leurs amis qui ont déjà fait la manip, qu'à moi.

#### **3. Quelles expériences ou observations sur la digestion vous faites faire ou vous donnez aux étudiants ?**

Les étudiants en SVT4...font deux manipulations sur la digestion...une sur le suc gastrique et l'autre sur le péristaltisme intestinal.

#### **4. Selon vous, quel (s) rôle (s) peuvent avoir ces pratiques expérimentales ?**

#### Annexe F4

*«Les pratiques expérimentales sur la digestion... permettent aux étudiants de voir à leurs propres yeux plusieurs notions du cours entre autre l'aspect acide du suc gastrique...Ce qui les aident beaucoup à comprendre et à mémoriser le cours...les travaux pratiques de physiologie animale en général permettent aux étudiants de manipuler, d'expérimenter, de trouver des résultats, de savoir interpréter ces résultats en les liant au cours et ça présente vraiment une chose radicale pour leur formation...car s'ils s'orientent vers l'enseignement secondaire ils auront besoin de faire quelques légères manips et s'ils choisissent de continuer des études de troisième cycle ils doivent déjà avoir certaines initiations que je peux qualifier d'expérimentales...Ces travaux pratiques sont très importants pour ces étudiants, ils leur assurent une bonne formation pour leur profession»*

#### **5. Est-ce que vous avez repéré des difficultés chez les étudiants durant ces activités ou dans d'autres séquences ? Lesquelles ?**

Oui plusieurs...généralement les étudiants ne savent pas manipuler... rares sont les étudiants qui savent manipuler...ils ne lisent pas le fascicule avant de venir au labo...donc...ils se trompent facilement dans la partie pratique...ils oublient une étape...qui fausse toute la manip.

#### **6. Comment les avez-vous gérées ?**

Je surveille comment ils manipulent...j'interviens lorsque je remarque qu'ils sont en train de se tromper...j'insiste sur les différentes étapes du protocole expérimental.

#### **7. Et vous, est-ce que vous avez rencontré des difficultés ?**

Non...à part que ça me dérange que les étudiants préfèrent discuter entre eux et poser les questions à leurs amis qu'à moi.

#### **8. Comment les avez-vous gérées ?**

J'essaie de les encourager à poser des questions...à les pousser à discuter avec moi...en disant à chaque fois...lorsqu'un étudiant me pose une question...ça c'est une bonne question...c'est bien...ce genre de remarque...pour les encourager.

#### **9. Que pensez-vous de l'articulation entre l'In Vivo et l'In Vitro, relatives aux pratiques expérimentales liées à l'enseignement de la digestion, telle qu'elle est présentée dans le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale ?**

L'articulation entre l'In vivo et l'In vitro est bien présentée dans le fascicule...dans le protocole expérimental on dit aux étudiants d'utiliser le sérum physiologique ...et de le tiédir avant de l'utiliser par exemple.

#### **10. Comment abordez-vous cette articulation au laboratoire ?**

Je répète plusieurs fois toutes les étapes que les étudiants doivent faire ....bien que les étudiants sont censés les connaître...je surveille si les étudiants ont bien suivi les différentes parties du protocole expérimental...s'ils utilisent bien le sérum physiologique pour manipuler...s'ils respectent la température du sérum physiologique...

#### Annexe F4

et ça m'arrive de répéter encore pour des binômes qui ont oublié ces étapes et qui risquent de se tromper dans la manip...car généralement ils se trompent facilement.

#### **11. Selon vous, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme ?**

Oui...ces activités... reflètent ce qui se passe...In vivo...parce que tout d'abord, on travaille sur un être vivant qui est la souris...on tient compte de la température corporelle de cette souris...on tiède le sérum physiologique pour le rendre à cette température...on utilise un sérum physiologique...comme son nom l'indique...il remplace le liquide physiologique qui existe à l'intérieur de l'organisme...On fait tout pour avoir... les mêmes conditions d'In vivo.

#### **12. Selon vous, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Il faut que les étudiants sachent manipuler...il faut qu'ils préparent et lisent la manip dans le fascicule avant de manipuler...les étudiants doivent aussi rédiger un compte rendu...car c'est sur ce compte rendu qu'ils vont être jugés.

#### **13. Selon vous, est-ce que les expériences liées à l'enseignement de la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées au laboratoire permettent d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui bien sûr...les manip sur la digestion...comme les autres manip d'ailleurs permettent de comprendre le vivant...l'étudiant par exemple

fait des manip sur le suc gastrique...il finit à l'aide du cours bien sûr par comprendre comment la digestion se passe dans le corps...il fait aussi une manip sur la respiration et sa régulation nerveuse...il fait une manip sur la digestion et sa régulation nerveuse...il finit par comprendre que.... les fonctions de l'organisme subissent généralement une régulation nerveuse et chimique...et même la régulation nerveuse agit par l'intermédiaire d'enzymes et d'hormones...l'étudiant finit par comprendre l'importance des enzymes qui commandent presque tout le corps.

#### **14. Qu'est-ce que vous pensez des expériences sur la digestion telles qu'elles sont présentées et pratiquées au laboratoire ?**

Ce sont des expériences très importantes...car ça permet aux étudiants de travailler et de manipuler...ça les aide aussi à comprendre le cours

#### **15. Qu'est-ce que vous pensez de l'enseignement de la digestion tel qu'il est préconisé ?**

Un enseignement à mon avis...complet...où on trouve deux manip et un cours très complet...donc les étudiants avec cette formation... normalement...ils doivent comprendre les différentes étapes de la digestion.

#### **16. Connaissez-vous les principaux problèmes rencontrés dans la compréhension du phénomène de la digestion ?**

#### Annexe F4

Comme tous les autres chapitres...je crois que ça dépend des étudiants...il y'a ceux qui comprennent vite et il y a aussi ceux qui mettent beaucoup de temps à comprendre...ça dépend des étudiants.

#### **17. Avez-vous des remarques ou des observations à ajouter ?**

Non...mais les étudiants aiment beaucoup les TP de physiologie animale...car ils travaillent et manipulent...ils aiment ça

## Annexe F5

### Transcriptions des entretiens des étudiants

#### **BINOME 1 : ETUDIANT N°1 (ET1)**

**Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

*"Au cours de la dernière manipulation sur la digestion...j'ai fait toute la pratique ...j'ai anesthésié la souris... j'ai ouvert son ventre... j'ai lavé son estomac...j'ai récupéré du suc de l'estomac...j'ai excité le nerf X... J'ai fait les dosages...j'ai fait toute la manip car l'étudiante avec laquelle je travaille a peur de la souris et n'arrive pas à tenir la souris dans sa main".*

**Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Je cois que le titre était... dosage du suc gastrique.... Le but je l'ai oublié.

**Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui notre expérience a été réussie car... on a trouvé de bons résultats.

**Q4 : Qu'est-ce que tu veux dire par bons résultats ?**

C'est-à-dire on a trouvé des valeurs comme les valeurs que les autres étudiants ont trouvées auparavant.

**Q5 : Qu'est-ce que tu as retenu compris et appris de cette manipulation ?**

C'est une manip riche ...il y a beaucoup de choses à faire... anesthésie de la souris, disséquer, dégager l'estomac etc. Ces choses sont délicates ...j'ai appris comment les faire et comment manipuler... j'ai compris la composition acide du suc gastrique...

**Q6 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ?  
Lesquelles ?**

Le rat n'était pas à jeûne on était obligé de lui vider l'estomac...J'ai pas trouvé le nerf X car je ne savais pas son emplacement qu'après l'aide de l'assistant...En plus cette manipulation est délicate...le rat ne doit pas mourir... on doit le manipuler sans le tuer... on doit injecter des solutions dans son estomac...puis aspirer ces solutions sans tuer le rat...c'est très difficile... ça demande de la finesse... »

**Q7 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Non, j'ai demandé les étapes expérimentales, à mes amis qui ont fait cette manipulation dans une séance auparavant...et chaque fois que

## Annexes F5

j'ai besoin d'aide je vais les voir... on a une photocopie d'un compte rendu fait...et ça nous aide beaucoup.

**Q8 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

...selon moi, cette manip reflète ce qui se passe dans l'organisme car...on a travaillé dans les mêmes conditions du corps...la température égale à 37°C par exemple

**Q9 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Non... je ne sais pas... je ne crois pas que j'ai fait des expériences avant sur la digestion...

**Q10 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Je crois que l'étudiant doit... savoir... le cours avant de faire la manipulation... connaître le caractère acide du suc gastrique... place de l'estomac... place du nerf X... rôle du nerf X dans la digestion... en plus il ne doit pas avoir peur du rat car j'ai vu que la majorité des filles ne travaillent pas car elles n'ont pas le courage de retenir le rat... connaître le dosage parce que nous faisons un dosage dans cette manipulation... c'est tout.

**Q11 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

*«...les expériences en biologie permettent de comprendre le vivant car toutes les fonctions de l'organisme sont commandées par des enzymes. Une fois on analyse ces enzymes et on sait comment elles agissent on arrive à comprendre tout l'organisme ».*

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences sont très importantes... car elles permettent de voir en vérité et en réalité les mécanismes étudiés dans le cours... le fait de voir et de manipuler m'aide à retenir le cours...mais... il faut que le TP vienne après le cours... car le T.P aide à comprendre le cours et vraiment j'ai fait la manipulation sans comprendre pourquoi je fais le dosage... pourquoi je récolte le suc gastrique, j'ai fait correctement toute la manipulation et j'ai trouvé de bonnes valeurs ...mais... j'ai pas compris le but de ces différentes étapes...j'ai pas su interpréter ce que j'ai trouvé... j'ai compris tout ça avec le cours... donc c'est nécessaire que le cours soit avant le TP.

**Q13 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Pour moi, la digestion c'est le cours que je préfère... il n'est pas compliqué comme le système nerveux ou la respiration... je sens qu'il me touche de près... il permet de comprendre plusieurs choses de la vie courante... comme par exemple une personne qui est énervée et qui a mal au ventre maintenant je peux expliquer ça.

## **ETUDIANT N°2 (ET2)**

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

J'ai rédigé tout le compte rendu de A jusqu'à Z et j'ai nettoyé la paillasse...c'est toujours comme ça dans les manip sur la souris ou la grenouille...je ne peux pas retenir ces animaux donc je rédige le compte rendu et mon binôme fait la manip

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre est le suc gastrique... le but est déterminer le fonctionnement de l'estomac c'est-à-dire... la sécrétion et le contrôle de la sécrétion gastrique...par le nerf X

### **Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui... on a réussi cette manip car on a trouvé de bonnes concentrations...presque les mêmes valeurs que nos amis ont trouvé la semaine dernière

### **Q4 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

Les principales conclusions... le suc gastrique contient principalement le H Cl plus le mucus... après nourriture il y a sécrétion du suc gastrique pour digestion partielle des aliments... nerf X... nerf sensitif sur la paroi de l'estomac... il est excité quand le volume de l'estomac augmente...

### **Q5 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Oui, cette manipulation est délicate...ça demande une personne très douée...Le rat n'était pas à jeûne on était obligé de lui vider l'estomac...J'ai pas trouvé le nerf X car je ne savais pas son emplacement qu'après l'aide de l'assistant...En plus cette manipulation est délicate...le rat ne doit pas mourir... on doit le manipuler sans le tuer... on doit injecter des solutions dans son estomac...puis aspirer ces solutions sans tuer le rat...c'est très difficile... ça demande de la finesse...».

### **Q6 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Non, je n'ai pas lu le fascicule... j'ai demandé à mes copains... Ils m'ont résumé la manipulation... et j'ai demandé encore de l'aide à mes copains au cours de la séance de TP.

### **Q7 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire In vivo) ?**

Oui... ces expériences permettent de voir ce qui se passe... dans le corps du rat...car on a travaillé sur un animal vivant...la souris était vivante...elle était simplement anesthésiée.

Annexes F5

**Q8 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je ne sais pas... j'ai oublié

**Q9 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

L'étudiant doit lire le cours avant... pour comprendre le TP... après il lit le fascicule... pour la méthode pratique... il doit aussi demander à ses copains qui ont fait déjà cette manipulation des conseils pour qu'il ne répète pas les mêmes fautes...il manipule doucement pour ne pas déchirer le nef X et réussir l'expérience... surtout bien manipuler car sinon l'expérience n'est pas réussie.

**Q10 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Je propose que cette manipulation soit après le cours... pour comprendre la manipulation ... comprendre pourquoi et l'objectif de ce TP... faire l'interprétation... car le cours aide à comprendre le TP... et le TP aussi aide à comprendre le cours et à le retenir car on voit des

choses réelles et on manipule...comme ça on retient plus vite car c'est moi qui manipule.

**Q11 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui cette manipulation permet de comprendre l'être vivant...car dans notre corps se sont des enzymes qui déclanchent toutes les fonctions...donc il suffit d'étudier ces enzymes pour comprendre l'être vivant

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Je propose de faire des expériences sur les différentes étapes de la digestion... on fait les expériences sur la digestion au niveau de l'intestin grêle pour voir l'état des aliments... au niveau de duodénum... car ça aide beaucoup comprendre...

## **Binôme 2 : ETUDIANT N°3**

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Au début un ami a apporté la souris de l'animalerie... il a anesthésié la souris et l'a attachée...une fois la souris est attachée j'ai pu la disséquer et faire toutes les étapes indiquées dans le fascicule...j'ai aussi rédigé les résultats et l'interprétation des résultats dans le compte rendu.

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre c'est la digestion... le but était le rôle de HCl et l'influence des aliments lors de l'arrivée à l'estomac.

### **Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui car notre enseignant nous a dit que nos valeurs étaient bonnes. En plus au cours de cette manip... j'ai compris beaucoup de choses... avant le TP il y avait certains points de cours que je n'ai pas compris... après la manip je n'ai plus ces difficultés que j'ai rencontrées dans le cours... surtout j'ai compris l'intervention du système nerveux et l'intervention hormonale dans la sécrétion de HCl.

### **Q5 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

...j'ai appris presque toutes les manipulations à réaliser pour avoir du suc gastrique d'un animal...comment disséquer le rat...comment avec une seringue on aspire le suc gastrique...j'ai retenu aussi plusieurs connaissances théoriques sur la digestion surtout la régulation de la sécrétion de HCl dans l'estomac ...j'ai appris l'emplacement de l'estomac...du nerf X ...car dans cette manip on ouvre le corps de l'animal.

### **Q6 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Oui surtout dans la pratique par exemple... la ligature... l'injection de l'histamine... aspirer le liquide de l'estomac... exciter le nerf X... et le rat avait le ventre plein... et aussi j'ai trouvé des difficultés dans l'emplacement des organes tels que l'estomac et surtout le nerf X... mais notre prof nous a beaucoup aidées.

### **Q7 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Oui, surtout la manip car ... on a un compte rendu à préparer sur place... Il faut préparer d'avance.

**Q8 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui, ces expériences reflètent ce qui se passe à l'intérieur de l'organisme....car on a travaillé avec un sérum physiologique pour récupérer le suc gastrique...en plus ce sérum a une température égale à 37°C...donc la même température de l'organisme....

**Q9 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

On a fait une expérience... je ne sais pas dans quelle année... le professeur nous demande de mâcher le pain...pour voir comment le pain change de forme... au début il est solide... avec la salive... il devient plus mou...et de vient sucré...après le goût salé le pain devient sucré car...l'amidon se transforme en sucre par la salive.

**Q10 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Il faut que l'étudiant connaisse... l'emplacement des organes... surtout l'estomac et le nerf X... Il doit aussi lire le fascicule avant de venir au TP... doit poser des questions si non il n'arrive pas à comprendre... il doit être habile... je ne crois pas que tous les étudiants peuvent faire cette manip...car cette manip demande beaucoup de finisse.

**Q11 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui cette manip permet d'étudier et de comprendre le vivant ...dans chaque expérience on étudie une fonction...J'ai fait une manip sur la respiration, une sur la diurèse et j'ai fait une sur la sécrétion gastrique...Chaque manip permet de comprendre une fonction de l'organisme. À la fin on a une idée sur toutes les fonctions de l'organisme..."

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences m'aident beaucoup à retenir le cours... mais je préfère que chaque étudiant manipule...c'est-à-dire on ne travaille pas par binôme...on est en maîtrise... on va enseigner... et il y a des étudiants qui manipulent pas... par manque de matériels... donc... il doit y a voir plus de matériels et d'animaux ... pour que chaque étudiant fasse la manip tout seul... et soit responsable de cette manip de A jusqu'à Z... comme ça il comprend mieux et il apprend à manipuler.

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

C'est un bon cours... que j'aime plus que la respiration... il n'est pas compliqué... le TP complète le cours et permet de comprendre mieux. Mais il faut organiser le TP et le cours... le cours doit toujours être avant le TP.

## ETUDIANT N°4

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Mon binôme a fait la manip sur la souris...et moi j'ai...fait les dosages et j'ai aussi rédigé une grande partie du compte rendu....

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre est la sécrétion gastrique chez le rat... le but est d'étudier l'effet de deux facteurs... l'excitation du nerf X et... l'injection d'une hormone homologue à la gastrine sur la sécrétion de HCl.

### **Q4 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui... on a fait toutes les étapes de la manip... on n'a pas tué le rat... on a trouvé les mêmes valeurs que les autres étudiants qui ont fait cette manip avant nous.

### **Q5 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

J'ai appris que le nerf X intervient dans la sécrétion gastrique... d'où la sécrétion de HCl dépend du système nerveux central... Il y a aussi une régulation chimique... Il y a l'hormone gastrine qui intervient dans la sécrétion de HCl.

### **Q6 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Au début je n'ai pas bien compris le rôle du nerf X... je n'ai pas fait attention aussi à l'action de l'hormone qui est sécrétée par la paroi de

l'estomac et qui doit sortir de l'estomac pour agir ... car elle agit par voie sanguine... mais j'ai fini par comprendre à la fin.

### **Q7 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Oui, j'ai insisté sur le protocole expérimental... les différentes étapes pratiques.

### **Q8 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui ces activités expérimentales montrent ce qui se passe dans l'organisme...car...on a gardé le rat vivant jusqu'à la fin...il doit rester vivant...s'il est mort on doit recommencer la manip avec un autre animal.

### **Q9 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

J'ai vu... à la télé une émission sur la digestion... elle parle des animaux du cirque... comment les gens du cirque apprennent aux animaux le spectacle... Ils font faire des exercices aux animaux et chaque fois que l'animal réussit l'exercice... il reçoit la nourriture qu'il préfère... une banane pour les singes... de la viande pour les tigres... des graines de blé pour les oiseaux... et même j'ai vu qu'ils donnent du sucre pour les chevaux.

**Q10 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Il faut savoir manipuler car c'est une manip délicate... le nerf dix est très fin... on doit aussi laver l'estomac plusieurs fois sans que le rat meure ou l'estomac se déchire... c'est pas facile...

**Q11 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui selon moi.....cette manip permet de comprendre le vivant...car ça permet d'étudier la régulation hormonale de la sécrétion du suc gastrique....on étudie les hormones qui régulent cette sécrétion...c'est à dire l'origine de cette sécrétion

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences m'ont aidée à comprendre le cours... je capte mieux avec les expériences... toujours comme ça ... s'il y a un T.P sur le cours comme pour la digestion... je retiens plus facilement que si le cours et sans manip... lorsqu'on manipule, on voit les choses réelles devant nous... c'est le mémoire visuelle qui nous aide à retenir... mais ces manip sont très difficiles à faire... donc, si l'animal meurt ce n'est pas seulement de notre faute.

**Q13: As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Plus de manip sur les autres sécrétions digestives... le suc biliaire... car ça permet de voir... et de comprendre les phénomènes théoriques... enseignés dans le cours... mais ces expériences doivent être après le cours... car j'ai vu mes amis qui ont fait la manip de la digestion avant le cours... ils n'ont rien compris... Ils n'ont pas su interpréter les résultats et les valeurs qu'ils ont trouvées.

## **Binôme 3**

### **ETUDIANT N°5**

**Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Au cours de la dernière manipulation sur la digestion, j'ai emmené la souris de l'animalerie, avec mon amie, on l'a attachée et on l'a disséquée, on a fait ensemble les étapes de la manip écrites dans le fascicule....

**Q2 : c'est toi qui as disséqué le rat ?**

Oui, avec l'aide de mon binôme... j'ai disséqué... j'ai fait presque toute la manip avec ma binôme

**Q3 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre c'est la sécrétions gastrique... le but est d'étudier la régulation de la sécrétion de HCl au niveau de l'estomac

**Q4 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui...car on a trouvé des valeurs très proches des valeurs de nos amis...en plus la souris est restée vivante jusqu'à la fin de la manip

**Q5 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

J'ai retenu que la sécrétion du suc gastrique est une sécrétion régulée par des hormones et par...le nerf X...j'ai retenu aussi comment manipuler la souris et...les différentes étapes à faire...pour avoir le suc gastrique... et doser

**Q6 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Oui surtout dans la pratique...cette manip n'est pas facile...il faut faire attention à l'estomac...en plus le nerf X est très fin...il peut se déchirer facilement....

**Q7 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Oui...j'ai lu les étapes à faire dans la manip.

**Q8 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui, ces expériences permettent de manipuler l'animal vivant...car...on respecte la température du corps...on a une température égale à 37°C...on utilise aussi du liquide physiologique...ce liquide a la même composition que le liquide dans le corps...

**Q9 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Non...je n'ai pas fait des expériences sur la digestion avant...je crois que j'ai lu la digestion au secondaire...mais j' n'ai pas fait d'expériences.

Annexes F5

**Q10 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Il faut que l'étudiant sait manipuler...il faut connaître aussi l'emplacement des organes...il faut surtout savoir manipuler délicatement.

**Q11 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui...selon moi cette manipulation permet de comprendre le vivant... car...cette manip permet de comprendre la régulation hormonale...de la sécrétion du suc gastrique...comme toute sécrétion dans le corps...

elle est commandée par des hormones...une fois on comprend ce contrôle...on comprend le vivant

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences sont très importantes selon moi...car ça aide beaucoup à comprendre...et à retenir le cours

**Q13 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Ce cours est très important...car...il aide à comprendre...notre organisme.

## ETUDIANT N°6

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

"...j'ai fait toute la manip avec Warda... on a rédigé le compte rendu ensemble... Toutes les deux on veut apprendre toutes les manip car on va avoir un examen de travaux pratiques de physiologie animale après...et dans l'examen chaque étudiant doit travailler seul...Donc, je veux participer à toutes les étapes de la manip comme ça je ne serai pas coincer dans l'examen si j'ai la manip de la digestion. "

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre de la manip est...le suc gastrique... le but c'est l'intervention nerveuse et des hormones dans la sécrétion du suc gastrique...

### **Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui car on a trouvé les mêmes résultats que mes camarades.

### **Q4 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

Dans cette manip...on est obligé de faire référence au cours pour interpréter les résultats qu'on trouve...de réfléchir...donc on apprend à utiliser les notions du cours en TP...j'ai appris aussi que si on excite le nerf X...il y'a sécrétion du suc gastrique"

### **Q5 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

J'ai rencontré quelques difficultés...j'ai demandé à mes copains pour m'expliquer...où se trouvent le nerf X... il faut garder aussi le rat vivant jusqu'à la fin...ce n'est pas facile... la majorité des étudiants tuent la souris et l'expérience n'est pas réussie.

### **Q6 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

J'ai vu le fascicule avant de venir... j'ai lu le but et le mode opératoire.

### **Q7 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui...selon moi ces expériences montrent ce qui se passe dans l'organisme...car les conditions utilisées dans ces expériences sont les mêmes que les conditions à l'intérieure de l'organisme....même température...on chauffe le liquide physiologique pour voir la même température du corps...37°C.

### **Q8 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

J'ai lu le cours de la digestion avant mais j'ai oublié l'année exacte...je crois que c'était au secondaire... c'était moi qui a fait cette expérience pour cela j'ai pas oubliée... le professeur m'a demandé de mâcher longtemps le pain et après il m'a demandé son goût... qui était

## Annexes F5

sucré... c'était pour enseigner comment l'amidon se transforme en sucre par la salive.

**Q9 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

On doit connaître le cours sur la digestion pour... interpréter les résultats de la manip ... savoir doser... disséquer... connaître la place des organes... savoir manipuler surtout.

**Q10 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui cette manip permet d'étudier et de comprendre le vivant...car cette manip est sur le suc gastrique...c'est-à-dire sur la digestion... donc elle permet de comprendre ce phénomène...on fait aussi des manip sur d'autres phénomènes...exemples la respiration, la

diurèse...les conclusions de ces manip...permettent ainsi de comprendre le vivant

**Q11 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Je pense que ces expériences sont très importantes car elles nous ont permis de voir des choses théoriques de cours... elles aident à comprendre et à retenir le cours.

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Augmenter le nombre de manipulations car elles permettent de voir les connaissances théoriques du cours...une fois on manipule... on comprend mieux et on... retient plus facilement.

## **Binôme 4 : ETUDIANT N°7**

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Au cours de la manip de la digestion...j'ai rédigé le compte rendu...le but, le protocole expérimental...les résultats et l'interprétation...et la conclusion...j'ai fait aussi les calculs... pour trouver les concentrations du suc gastrique».

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre c'est le suc gastrique chez le rat...le but c'est étudier la sécrétion du suc gastrique chez le rat

### **Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui notre manip est réussie...car mon binôme a fait correctement la manip...et moi j'ai rédigé un bon compte rendu...et surtout on a trouvé des concentrations du suc gastriques correctes

### **Q4 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

J'ai appris que le suc gastrique est sécrété par la paroi de l'estomac... j'ai appris que cette sécrétion subit deux régulations : par les hormones et par le nerf X...j'ai compris aussi une grande partie du cours de la digestion

### **Q5 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Un peu...car dans cette manip on manipule un rat...et moi j'ai peur des rats....c'est pour cela mon binôme fait toute la partie pratique...et moi je rédige le compte rendu.

### **Q6 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Je n'ai pas consulté le fascicule mais j'ai lu un compte rendu prêt sur cette manip...car il montre tout...le but...le protocole expérimental...et les résultats qu'on doit trouver...c'est plus complet que le fascicule

### **Q7 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui car on doit faire les mêmes conditions qui existent à l'intérieur de l'organisme...une température 37°....donc égale à la température du corps...

### **Q8 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je me souviens au secondaire...on a étudié la digestion...mais je ne me souviens pas d'une expérience sur la digestion

### **Q9 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Selon moi, cette expérience demande beaucoup de qualité...surtout savoir manipuler un rat...et savoir rédiger un compte rendu

Annexes F5

**Q10 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui selon moi cette manipulation permet de comprendre le vivant...car on a étudié dans cette manip...comment la sécrétion gastrique est régulée par des hormones...donc on a compris l'origine de cette sécrétion...car il faut voir à l'échelle biochimique...donc cette manip permet de comprendre le vivant

**Q11: As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Non...mais elles permettent de comprendre le cours de la digestion et le corps aussi

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Un cours léger...plus facile que la respiration.

## Etudiant N°8

**Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Dans la manip sur le suc gastrique j'ai fait toutes les étapes de la manip...j'ai emmené le rat de l'animalerie...j'ai fait l'anesthésie...j'ai attaché le rat...j'ai fait la dissection...j'ai utilisé une seringue pour prélever le suc gastrique...j'ai fait les dosages du suc gastrique...

**Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre de la manip est le suc gastrique...le but c'est d'étudier la régulation de sa sécrétion.

**Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Oui car j'ai fait toutes les étapes du protocole expérimental sans se tromper...en plus on a trouvé de bonnes concentrations de suc gastrique.

**Q4 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

Avec cette manip, j'ai appris à disséquer la souris, à utiliser la seringue, à prélever le suc gastrique...j'ai appris aussi que le nerf X contrôle la sécrétion du suc gastrique...et que cette sécrétion su bit aussi un contrôle des hormones.

**Q5 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non...pas de difficultés...il faut savoir manipuler c'est tout.

**Q6 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Oui car...je dois savoir le protocole expérimental.

**Q7 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Selon moi...Oui...ces expériences montrent ce qui se passe In vivo... car on a travaillé dans les mêmes conditions qui existent In vivo... c'est-à-dire dans le corps de l'animal...en plus...on a aussi utilisé le sérum physiologique dans toute la manip.

**Q8 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je ne sais pas...je crois que je n'ai pas fait des expériences sur la digestion.

**Q9 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Savoir manipuler...il faut manipuler doucement.

**Q10 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Annexes F5

Oui cette manip permet de comprendre le vivant....car elle permet de comprendre la digestion...comment le suc gastrique est secrété dans le corps...comment cette sécrétion subit une régulation.

**Q11 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

J'aime bien ces expériences car j'aime beaucoup faire des expériences.

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Un cours très important car ça permet...de voir comment se passe la digestion dans le corps

## **TRINÔME 1 : ETUDIANT 9**

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Dans la dernière manip sur la digestion...j'ai fait tout le protocole expérimental avec Mounir...on a suivi les étapes données par le fascicule... de l'anesthésie jusqu'aux dosages car à la fin on doit doser et déterminer les différentes concentrations du suc gastrique.

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le titre est le suc gastrique...le but de cette manip est l'étude de sa régulation nerveuse et chimique.

### **Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Non car on a pas trouvé des concentrations justes...nos valeurs sont très loin des valeurs de nos amis...sûrement on s'est trompé dans une étape de la manip.

### **Q4 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

j'ai retenu de cette manip...que le suc gastrique est sécrété avec une régulation nerveuse par le nerf X et...chimique par une hormone la gastrine...en plus dans cette manip...je discute qu'est-ce qu'on doit trouver comme résultat, comment on manipule...on discute tout et on apprend ensemble.

### **Q5 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non...pas de difficultés...mais la manip est un peu difficile...on doit manipuler doucement.

### **Q6 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Oui...dans chaque manip...je regarde le fascicule avant de venir au labo.

### **Q7 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Oui ces activités reflètent ce qui se passe réellement dans l'organisme...car...on a manipulé un rat vivant...il est resté vivant jusqu'à la fin de la manip...donc on a des résultats de l'intérieur de l'organisme...avant d'utiliser le sérum on l'a mis dans un bécher et on a chauffé jusqu'à 37°C...pour avoir la même température du corps.

### **Q8 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

Je ne me rappelle pas d'expériences sur la digestion...c'est la première fois que je fais des expériences sur la digestion.

### **Q9 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Selon moi, ces expériences sollicitent beaucoup de qualités...il faut qu'il sache manipuler...et il faut qu'il sache la place des organes.

Annexes F5

**Q10 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Oui selon moi cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant...car cette manipulation permet d'étudier la sécrétion du suc gastrique...et surtout comment cette sécrétion s'effectue dans le corps et comment elle est régulée par l'hormone la gastrine...car toutes les fonctions de l'organisme sont régulées par des hormones...si on comprend ces hormones on comprend le vivant.

**Q11 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Non je n'ai pas des questions.

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

Ces expériences permettent de comprendre le cours de la digestion et surtout comment la sécrétion du suc gastrique est régulée par le nerf X.

## **TRINÔME 1 : ETUDIANT 10**

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Dans la dernière manip sur la digestion...j'ai rédigé le compte rendu... c'est mes amis qui veulent toujours que c'est moi qui écris les comptes rendus car j'ai une belle écriture...j'ai aussi suivi mes amis dans la manip...car c'est Fatma et Mounir qui ont réalisé la manip...mais moi je les ai suivis dans toutes les étapes car je ne veux pas qu'on se trompe.

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

Le suc gastrique...le but de cette manip est d'étudier la régulation nerveuse et chimique...de la sécrétion du suc gastrique.

### **Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Non...pour notre trinôme malgré qu'on a fait toutes les étapes du protocole expérimental on n'a pas trouvé les concentrations que nos amis ont trouvé.

### **Q4 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

J'ai appris à partager le travail avec mes deux amis car on travaille par trinôme...et pour aller plus vite et finir dans le temps...chacun de nous s'occupe d'une étape...j'ai appris à travailler en groupe...j'ai compris aussi une grande partie du cours de la digestion...la partie sur le suc gastrique...comment il est sécrété...en plus...cette manip...t'apprend à faire la relation entre le cours et le TP...pour comprendre le cours on

doit comprendre le TP...et pour comprendre le TP et rédiger le compte rendu il faut...avoir le cours...car tout est lié...dans cette manip on apprend à utiliser le cours...et à rédiger un compte rendu.

### **Q5 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Non je n'ai pas rencontré des difficultés durant cette manip.

### **Q6 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Oui j'ai consulté le fascicule avant de venir au laboratoire...car ça permet d'avoir une idée sur le protocole expérimental.

### **Q7 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Cette manip ne montre pas ce qui se passe réellement dans l'organisme de l'animal...car...dans l'organisme...la digestion est très compliquée...elle est liée à d'autres...fonctions...telles que l'absorption intestinale...la diurèse...le pancréas...foie... Tout est lié...en TP on ne peut pas étudier tout ça en même temps...on est obligé de séparer.

### **Q8 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

## Annexes F5

Je ne pense pas que j'ai fait...avant...des expériences sur la digestion...je pense que j'ai étudié la digestion au secondaire...mais pas d'expériences sur la digestion.

**Q9 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

Comme les autres manip...il faut savoir manipuler...rédiger les comptes rendus...et interpréter les résultats trouvés...et surtout si ces résultats ne sont pas les résultats que nos amis ont trouvés...il faut savoir les interpréter.

**Q10 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

Selon moi, cette manip ne permet pas de comprendre le vivant...car dans l'organisme c'est très compliqué...dans la dernière manip sur la digestion on a étudié la régulation nerveuse et chimique de la

secrétion gastrique...mais ce qui passe dans le corps c'est très compliqué d'après ce que j'a compris...en essayant de faire le lien entre les manip que j'ai fait jusqu'à maintenant...car le système nerveux agit sur la digestion...la digestion agit sur la diurèse...tout est lié dans le corps...donc, il faut faire aussi d'autres manip où on étudie ces relations entre ces différentes fonctions...comme ça on peut comprendre le vivant.

**Q11 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Ces expériences permettent de comprendre le cours...ça nous aident à retenir le cours.

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

C'est un cours intéressant...et les expériences aident beaucoup à comprendre ce cours

## ÉTUDIANT 11

### **Q1 : Qu'est-ce que tu as fait durant la dernière manipulation sur la digestion ?**

Au cours de la manip sur le suc gastrique, j'ai rapporté le rat de l'animalerie, puis j'ai fait toutes les étapes de la manipulation avec Fatma...on a attendu jusqu'à que le rat dort...puis on a attaché le rat, on a disséqué...c'est une peu difficile comme manipulation...il faut manipuler sans que le rat mort...parce que si le rat mort on est obligé de refaire la manip....

### **Q2 : Quels étaient le titre et le but de cette manipulation ?**

La régulation de la sécrétion du suc gastrique...ça c'est le titre...le but est...d'étudier la régulation de cette sécrétion au niveau de l'estomac.

### **Q3 : Est-ce que cette manipulation a été réussie ? Pourquoi ?**

Non...cette manip n'a pas été réussie pour nous...car on a trouvé des concentrations fausses.

### **Q4 : Qu'est-ce que vous avez retenu compris et appris de cette manipulation ?**

Dans cette manip...On ouvre le corps de la souris et on peut voir les différents organes même les nerfs fins tel que le nerf X...On apprend donc l'emplacement des organes les uns par rapports aux autres...même les organes qui ne sont pas dans cette manip...Par exemple, j'ai voulu voir comment les surrénales coiffent les reins, j'ai cherché et j'ai trouvé...

### **Q5 : As-tu rencontré des difficultés durant cette séquence ? Lesquelles ?**

Je n'ai pas rencontré des difficultés...car j'aime manipuler...sauf comment expliquer les résultats qu'on a trouvés...malgré qu'on a fait toutes les étapes du protocole expérimental.

### **Q6 : As-tu consulté le fascicule de travaux pratiques de physiologie animale avant de venir au laboratoire ?**

Oui car je veux avoir une idée sur le protocole expérimental.

### **Q7 : Selon toi, est-ce que ces activités expérimentales reflètent ce qui se passe réellement à l'intérieur de l'organisme (c'est-à-dire l'In vivo) ?**

Non....la manip sur le suc gastrique ne reflète pas....ce qui se passe ....réellement dans le corps....la digestion est sous le contrôle du système nerveux...lorsqu'on prend l'animal et on commence à ...le manipuler....le rat devient très stressé....et cela agit sur tout le corps...sur la digestion...donc l'animal n'est pas normal...car il est stressé....Il y a ce stress qu'on ne peut pas empêcher.

### **Q8 : Est-ce que tu peux me décrire des expériences sur la digestion, que tu as fait, lu ou vu auparavant ?**

J'ai lu la digestion au secondaire...j'ai oublié dans quelle année...mais je n'ai pas fait des expériences sur la digestion.

**Q9 : Selon toi, quelles qualités ces expériences sollicitent-elles chez les étudiants ?**

L'étudiant doit savoir manipuler d'une manière très fine...car cette manip est un peu difficile...et il doit savoir interpréter les résultats trouvés.

**Q10 : Selon toi, est-ce que cette manipulation permet d'étudier et de comprendre le vivant ? Pourquoi ?**

la manip sur la digestion ne permet pas de comprendre le vivant...elle permet de comprendre la sécrétion du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique...mais dans l'organisme il y a d'autres fonctions la respiration, la diurèse, la circulation etc....et en plus tous ces phénomènes sont liés...nous, on fait dans le T.P de physiologie animale une manip sur la diurèse, une sur la respiration, deux sur la

digestion...mais il faut ajouter des manips sur la relation entre ces phénomènes pour comprendre le vivant...mais je ne sais pas comment on peut faire.

**Q11 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à ces expériences ?**

Non...il faut faire attention lorsqu'on manipule en biologie...car on ne peut pas prévoir les résultats...car c'est lié à l'état de l'animal qui n'est pas stable...dès qu'on commence à manipuler l'animal se stresse...

**Q12 : As-tu des questions ou des remarques par rapport à la digestion ?**

La digestion est un cours très important...car c'est une fonction très importante dans le corps.

## **4<sup>ème</sup> PARTIE**

### **Dépouillement des documents écrits du corpus**

- Annexe 4-1 :** Grille de dépouillement des documents écrits relatifs à la 9<sup>ème</sup> année de base
- Annexe 4-2 :** Grille de dépouillement du fascicule de travaux pratique de physiologie animale destiné aux étudiants de SVT4
- Annexe 4-3 :** Grille de dépouillement du fascicule de travaux pratique de physiologie animale destiné aux étudiants de SVT4

## Annexe 4-1

### Grille de dépouillement des documents écrits relatifs à la 9<sup>ème</sup> année de base

#### Identification du document

- Type du document analysé : programmes officiels
- Titre : *"Programmes Officiels du 2<sup>ème</sup> cycle de l'Enseignement de Base – Décret n°1205 du 23 juin 1997 -Annexe V – Sciences Naturelles"*
- Langue : l'arabe.

#### Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre : les fonctions de nutrition chez l'homme
- Type de la séance : travaux pratiques (TP5)
- Pratiques expérimentales proposées : activités expérimentales sur l'hydrolyse de l'empois d'amidon par la salive
- Objectifs et buts de ces pratiques : *«on réalisera des expériences en vue de mettre en évidence le rôle de la salive dans la digestion de l'empois d'amidon», préciser le résultat final de la digestion des glucides, des protides et des lipides.*
- Questions et problèmes posés dans ces pratiques : pas de questions
- Verbes d'action employés : préciser, réaliser, reconnaître, mettre en évidence
- Sujet (s) de ces verbes : le pronom « on » : « on réalisera », « on reconnaîtra » et des verbes à l'infinitif : préciser, décrire, etc.
- Tâches des élèves : non définies
- Tâches des enseignants : non définies
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement : non annoncée
- Les supports documentaires et les instruments mentionnés : non annoncés
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés : non mentionnés

## 4<sup>ème</sup> partie : Dépouillement des documents écrits du corpus

### Identification du document

- Type du document analysé: manuel scolaire
- Titre : « sciences naturelles, 9<sup>ème</sup> année de base, CNP, Tunis »
- Langue : l'arabe

### Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre : les fonctions de nutrition chez l'homme
- Type de la séance : non précisé
- Pratiques expérimentales proposées :
  - Expérience historique de Réaumur.
  - Expérience qui consiste à mâcher un morceau de pain jusqu'au changement du goût.
  - Expérience de l'hydrolyse de l'amidon par la salive.
  - Expérience historique de Spallanzani.
- Objectifs et buts de ces pratiques : introduire la notion de la digestion chimique, se demander sur l'origine du goût sucré et justifier la réalisation de la digestion expérimentale, étudier la digestion chimique de l'amidon, expérience évoquée et analysée afin d'étudier le rôle du suc gastrique.
- Question et problème posés dans ces pratiques : est-ce que la digestion est exclusivement une transformation mécanique des aliments ? , quelles sont les transformations que le pain subit dans la bouche ? quel est le rôle de la salive dans la digestion de l'amidon ? etc.
- Verbes d'action employés : préparer, réaliser, etc.
- Sujets de ces verbes : verbes à l'infinitif et à l'impératif
- Tâches des élèves : très peu explicitées : mâcher un morceau de pain, répondre à des questions posées, etc.
- Tâches des enseignants : non précisées
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement : OPERIC : Observation, Problème, Expérience, Résultats, Interprétation et

#### 4<sup>ème</sup> partie : Dépouillement des documents écrits du corpus

##### Conclusion

- Les supports documentaires et les instruments mentionnés : expériences historiques de Réaumur, expérience historiques de Spallanzani, des tubes à essai, eau iodée, liqueur de Fehling, etc.
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés :
  - les auteurs du manuel scolaire proposent, dans le cadre de l'enseignement de la digestion, l'expérience de Réaumur. Cette pratique expérimentale qui consiste à introduire dans l'estomac d'un oiseau blessé, un morceau de viande dans un tube en métal présentant des trous. Les élèves sont invités ensuite à proposer une expérience qui permet de vérifier que les transformations que la viande a subies, étaient dues à l'action de substances chimiques. Ces élèves doivent ainsi penser et traiter l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro pour la conception de cette expérience.
  - un tableau comparatif (dans le cadre de la "digestion expérimentale de l'amidon), entre, d'une part, les conditions naturelles de l'hydrolyse de l'amidon dans la bouche et d'autre part, les conditions expérimentales qui vont les remplacer In vivo.
  - Dans le cadre de l'"expérience de Spallanzani" le manuel explique comment ce chercheur a utilisé le suc digestif, qu'il a récupéré auprès de certains oiseaux, pour hydrolyser un morceau de viande et des graines de blé. A côté de la phrase mentionnant que le suc digestif que Spallanzani a utilisé était un suc digestif naturel, nous détectons un autre passage évoquant un aspect de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro: "Pour garder une température statique proche de celle du corps, Spallanzani a mis les tubes sous son aisselle durant trois jours

### Identification du document

- Type du document analysé : guide méthodologique
- Titre : Sciences Naturelles – document méthodologique pour la 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement de base – Code 505 901, CNP
- Langue : l'arabe

### Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre : la digestion expérimentale
- Type de la séance : Travaux Pratiques
- Pratiques expérimentales proposées : mâcher du pain, l'hydrolyse de l'amidon, expérience historique de Spallanzani, etc.
- Objectifs et buts de ces pratiques : « ...rôle e la salive dans a digestion de l'empois d'amidon), (...notion du suc digestif »
- Question et problème posés dans ces pratiques : «...quel est l'origine du goût sucré ? »
- Verbes d'action employés et sujets de ces verbes : «analyser le document N°3 afin de dégager les principales phases de la digestion...»,  
Tâches des élèves : non précisées
- Tâches des enseignants : non précisées
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement : une démarche expérimentale de type PHERC: Problème, Hypothèse, Expérience, Résultats et Conclusion.
- Les supports documentaires et les instruments mentionnés : des tubes à essai, empois d'amidon, liqueur de Fehling, eau iodée, des images de l'appareil digestif chez l'homme, manuel scolaire de Sciences naturelles, etc.
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés : aucune expression mentionnant l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro n'a été détectée

## Annexe 4-2

### Grille de dépouillement des documents écrits relatifs à la 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales

#### Identification du document

- Type du document analysé : programmes officiels
- Titre : "Programmes Officiels de l'Enseignement Secondaire – Décret n°98-1280 du 15 juin 1998 -Annexe XII – Sciences Naturelles "
- Niveau scolaire : 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales
- Langue : le français

#### Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre : « La digestion et l'absorption
- Type de la séance : Travaux Pratiques
- Pratiques expérimentales proposées : l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire ou l'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine
- Objectifs et buts de ces pratiques : « *l'étude expérimentale de la digestion de l'amidon ou de l'ovalbumine (un seul exemple) conduira aux notions d'enzyme et de simplification moléculaire* » (Annexe L1, p37).
- Question et problème posés dans ces pratiques : pas de questions
- Verbes d'action employés : « Dégager », « Expliquer », « on précisera »
- Sujets de ces verbes : verbes employés à l'infinitif, verbes conjugués avec le pronom «on»
- Tâches des élèves : non définies
- Tâches des enseignants : non définies
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement : non mentionnée
- Les supports documentaires et les instruments mentionnés : non annoncé
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés : deux passages détectés : « *dégager les conditions optimales d'action d'une enzyme digestive et expliquer son mode d'action* », « *on précisera la nature chimique de l'enzyme, la spécificité de son action et les conditions optimales de son action (PH, température)* ».

l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro ne figure pas explicitement parmi les parties préconisées par ces instructions officielles.

### Identification du document

- Type du document analysé : manuel scolaire
- Titre : Manuel scolaire de sciences naturelles, 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales, Tunis, CNP : 225 635
- Niveau scolaire : 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales
- Langue : le français

### Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre : La digestion et l'absorption
- Type de la séance : non mentionnée
- Pratiques expérimentales proposées : hydrolyse de l'amidon, hydrolyse de la pepsine, expériences historiques de Spallanzani
- Objectifs et buts de ces pratiques : «...mettre en évidence l'action digestive de la pepsine sur l'ovalbumine», «...les conditions d'action de pepsine... », «...mettre en évidence la digestion expérimentale de l'amidon par l'amylase », « les conditions de l'action enzymatique »
- Question et problème posés dans ces pratiques : « Quelles conditions sont nécessaires pour réaliser la digestion expérimentale ? », « comment mettre en évidence l'action digestive de la pepsine sur l'ovalbumine ? », « Comment montrer les conditions d'action de la pepsine ? »
- Verbes d'action employés : « emploie », « répartit », « introduit », « précisez »
- Sujets de ces verbes : verbe à l'impératif « précisez », verbes conjugués avec le pronom indéfini « on » : on prépare »
- Tâches des élèves : non précisées
- Tâches des enseignants : non précisées
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement : démarche expérimentale annoncée de type : P.E.R.I.C : P : problème ou question, E : expérimentation, R : résultats, I : interprétation et C : conclusion.
- Les supports documentaires et les instruments mentionnés : expérience historique de Spallanzani, des tubes à essai, l'eau iodée, la liqueur de Fehling, etc.

#### 4<sup>ème</sup> partie : Dépouillement des documents écrits du corpus

- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés : les passages détectés
  - « *quelles conditions sont nécessaires pour réaliser la digestion expérimentale ?* »
  - « *comment montrer les conditions d'action de la pepsine ?* ».
  - « *Dans quelles conditions de PH et de température l'amylase salivaire peut-elle exercer son action d'hydrolyse de l'amidon ?* »

Trois exercices ont été détectés :

- Le premier porte sur l'influence de la concentration en enzyme et en substrat sur la vitesse d'une réaction (Annexe L2, p158).
- Le deuxième s'intéresse à l'influence de la température sur l'activité enzymatique (Annexe L2, p159).
- Le troisième porte sur l'influence du PH sur l'activité enzymatique (Annexe L2, p159).

### Identification du document

- Type du document analysé : guide méthodologique
- Titre : « Document méthodologique ; CNP ; Tunis. Code : 605 631 »
- Niveau scolaire : 3<sup>ème</sup> année secondaire section sciences expérimentales
- Langue : le français.

### Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre : «LA DIGESTION EXPERIMENTALE» et «LES ENZYMES DIGESTIVES »
- Type de la séance : travaux pratiques et séance de cours.
- Pratiques expérimentales proposées : La digestion artificielle de l'amidon et de l'ovalbumine.
- Objectifs et buts de ces pratiques : « *comprendre...les conditions de digestion des macromolécules alimentaires* », « *formuler une hypothèse* », « *proposer un protocole expérimental ...* », « *réaliser la manipulation* », « *confronter les résultats expérimentaux à l'hypothèse* », « *comprendre...l'activité des enzymes digestives* »
- Question et problème posés dans ces pratiques : « *quelles sont les conditions de digestion de l'amidon par la salive ?* », « *quelles sont les conditions de digestion de l'ovalbumine par la pepsine gastrique ?* » « *Quelles sont les différentes enzymes digestives ?* », « *Quelles sont les propriétés des enzymes ?* »
- Verbes d'action employés : « Emettre », « concevoir », « réaliser », « tirer », « faire », « exploiter ».
- Sujets de ces verbes : verbes à l'infinitif
- Tâches des élèves : « *émettre une hypothèse...* », « *concevoir un protocole expérimental.....* », « *confronter les résultats* », « *tirer une conclusion* »
- Tâches des enseignants : mettre les élèves dans une situation leurs permettant de réaliser leurs tâches.
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement : démarche annoncée : O (Observation), P (Problème), H (Hypothèse), E (Expérience), R (Résultats), I (Interprétation) et C (Conclusion).

#### 4<sup>ème</sup> partie : Dépouillement des documents écrits du corpus

- Les supports documentaires et les instruments mentionnés : « document1 » (« Exercice intégré 1 », manuel scolaire, « Document 5 » : «Premières expériences sur la digestion » réalisées par Spallanzani.
- Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés :
  - l'étude des conditions physico-chimiques nécessaires à l'action des enzymes digestives (l'amylase salivaire et la pepsine) semble se prêter au traitement de certains aspects de ce problème.
  - C'est l'aspect chimique de ces enzymes qui semble être traité et visé.
  - L'articulation entre l'In vivo et l'In vivo ne présente pas une partie explicite.

## Annexe 4-3

### Grille de dépouillement du fascicule de travaux pratique de physiologie animale destiné aux étudiants de SVT4

#### Identification du document

- Type du document analysé : Fascicule de travaux pratique de physiologie animale.
- Titre : Faculté des Sciences de Sfax – Département de Biologie - Travaux Pratiques de Physiologie Animale – SVT4- Année Universitaire 2000-2001
- Niveau scolaire : Maîtrise de Sciences de la Vie et de la Terre
- Langue : le français

#### Chapitre de la digestion

- Titre du chapitre : sécrétion gastrique chez le rat
- Type de la séance : travaux pratiques ; manipulation tournante
- Pratiques expérimentales proposées : manipulation sur la sécrétion gastrique chez le rat.
- Objectifs et buts de ces pratiques : expliquer l'aspect acide du suc gastrique et sa régulation nerveuse et chimique.
- Question et problème posés dans ces pratiques : pas de questions posées
- Verbes d'action employés : Tiédir, Introduire, Exciter
- Sujets de ces verbes : verbes employés à l'infinitif
- Tâches des élèves : «mettre la main à la pâte» : réaliser les différentes étapes de la manipulation sur l'automatisme intestinal et le suc gastrique. Ces étudiants sont également invités à interpréter les résultats trouvés et à rédiger les comptes rendus.
- Tâches des enseignants : non précisées
- Démarche expérimentale annoncée ou/et proposée réellement : E (Expérience), R (Résultats), I (Interprétations) et C (Conclusion)
- Les supports documentaires et les instruments mentionnés : rat à jeun, bain marie, seringues, béchers, etc.

#### 4<sup>ème</sup> partie : Dépouillement des documents écrits du corpus

➤ Les aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro mentionnés : certains passages illustrent quelques aspects de l'articulation entre l'In vivo et l'In vitro : Parmi ces passages, nous pouvons citer, à titre d'exemple, ce qui suit :

- ➔ L'utilisation d'un sérum physiologique pour rincer l'estomac et récupérer le suc gastrique.
- ➔ Le fait de "tiédir le sérum physiologique" dans un bécher à 37°C.
- ➔ Le fait de tenir compte du poids de l'animal pour les calculs de concentration ensuite.

L'absence de toute explication quant au "pourquoi" de ces pratiques.