

# Structuration de démarches pédagogiques par des environnements informatiques

## La plateforme LabNbook

Patricia Marzin-Janvier

Professeure-UBO-CREAD

[patricia.marzin-janvier@espe-bretagne.fr](mailto:patricia.marzin-janvier@espe-bretagne.fr)

<https://cv.archives-ouvertes.fr/patricia-marzin-janvier>



# Plan

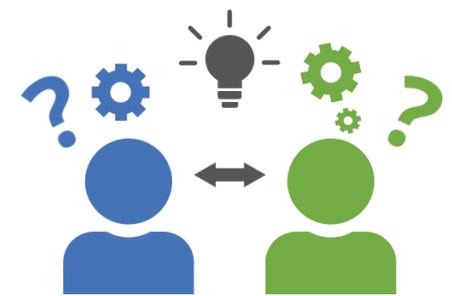
1. Présentation
2. Cadres de référence
3. LabNbook, une plateforme qui structure la démarche expérimentale
4. Résultats
5. Innovations pédagogiques à l'université

# Présentation

- Formation initiale en biologie cellulaire et physiologie végétale et en didactique.
- Enseignante-chercheuse en didactique des sciences et EIAH, formatrice formation initiale et continue des enseignants depuis 1993.
- Concevoir des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) qui aident enseignants ET étudiants/élèves à mettre en œuvre des pédagogies actives en sciences expérimentales
- Produire des tuteurs intelligents qui déchargent les enseignants de certaines tâches
- Evaluer
  - la pratique des enseignants avec ces EIAH
  - les apprentissages des élèves et des étudiants avec ces EIAH
- Innover : développer une approche Student Centered à l'Université
- Education pour la santé à l'école

# Co-auteur LabNbook

- Créée à l'UGA au Laboratoire d'Informatique de Grenoble
- par des chercheurs de l'équipe « Modèles et Technologies pour l'Apprentissage Humain »
- Permet aux étudiants de produire des rapports scientifiques / cahiers de labo en travail collaboratif supervisé par les enseignants



## 2. Cadres de référence : la conception expérimentale

# L'efficacité des Travaux Pratiques en sciences expérimentales



Abrahams I. & Millar R.(2008),  
Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *Int. J. Sc. Educ.*, 30, 1945-1969.

Etude sur 25 TP de sciences, collège & lycée, Royaume Uni.

« Notre étude suggère que les TP en sciences pourraient être significativement améliorés si les enseignants reconnaissaient que **les idées explicatives « n'émergent » pas des observations**, tant bien même ces observations sont guidées et contraintes. »

“During interpretation and explanation of facts and relationships in the laboratory, ideas and concepts do not simply emerge from the data” (Millar, 2004)



# Conception d'expériences par les élèves



Etkina, E., Karelina and Ruibal-Villasenor (2010),  
Design and Reflection Help Students Develop Scientific Abilities: Learning in  
Introductory Physics Laboratories.  
The Journal of the Learning Sciences, 19, 54-98

Etude avec 2 groupes d'élèves : ceux qui conçoivent des protocoles avec des questions de réflexions et une grille d'auto-évaluation (design labs) et ceux qui n'en conçoivent pas (TP traditionnel).

Un cycle de 8 séances de TP, à l'université.

Les enseignants ont pu progressivement diminuer leur encadrement, au fur et à mesure que les étudiants devenaient indépendants et développaient des compétences scientifiques.

# Quand les élèves conçoivent leurs expériences

Echange et argumentation



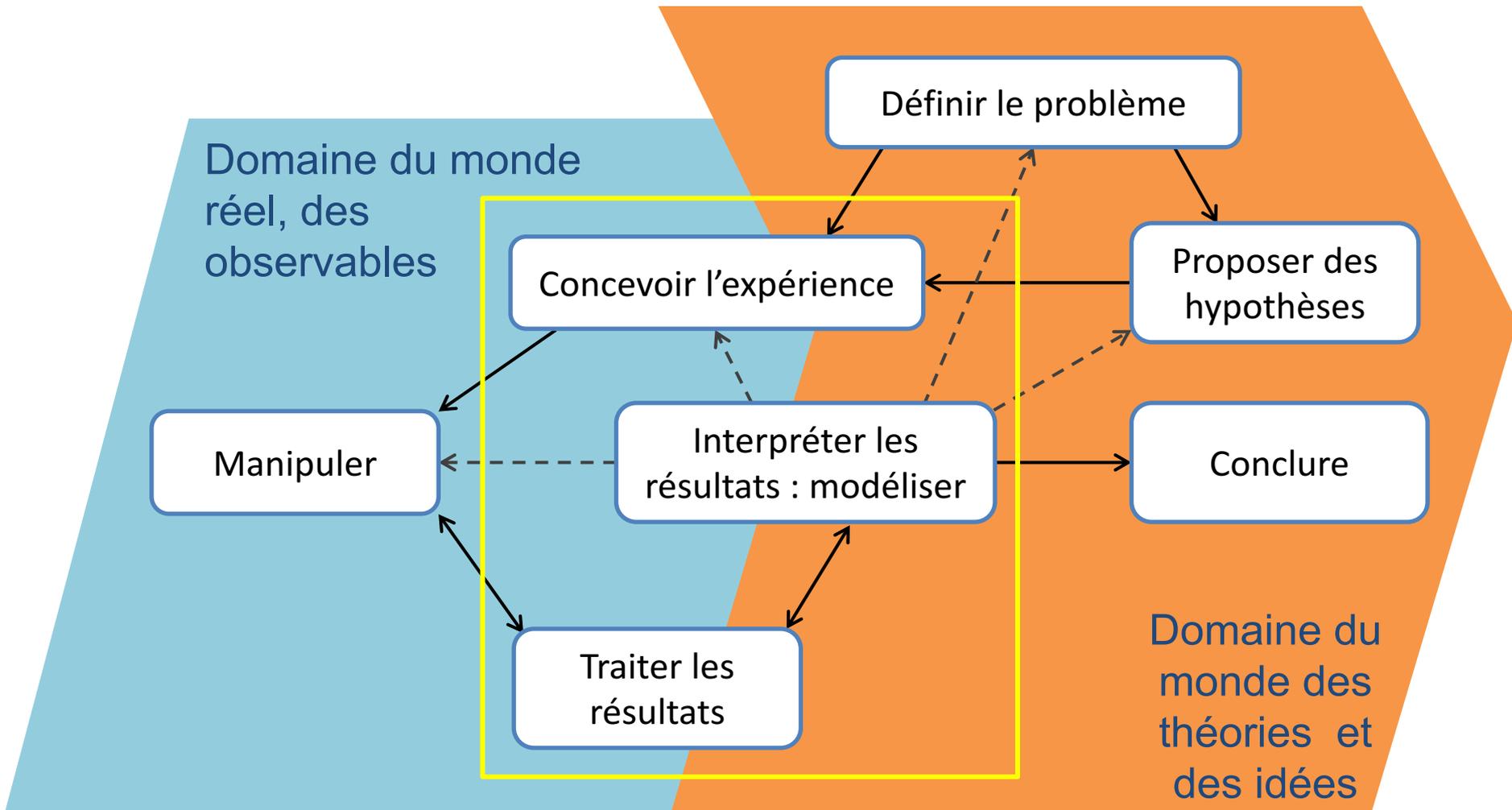
Motivation, créativité et implication

Construction de compétences expérimentales  
(Etkina, Karelina et Ruibal-Villasenor, 2010)

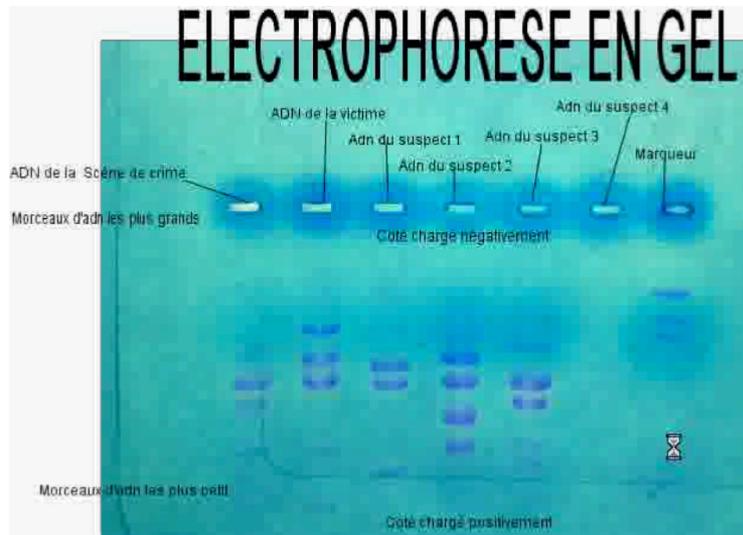
Donne du sens aux connaissances  
(Tiberghien, 2000)

# La démarche expérimentale

## Le cadre des deux mondes



# Est-ce que les élèves peuvent concevoir des expériences ? Sous quelles formes ?

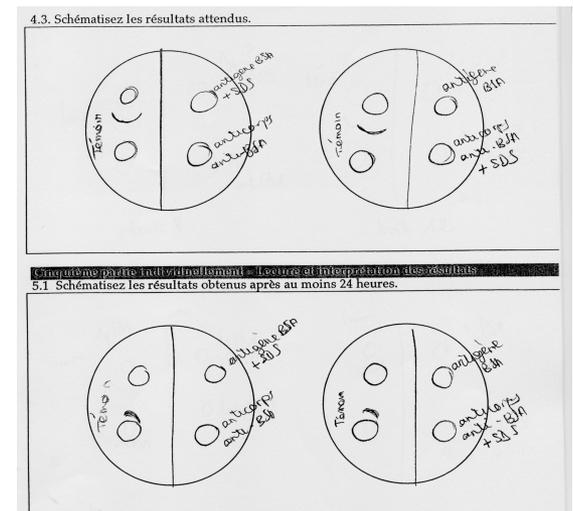


1. Les élèves conçoivent et formalisent des protocoles
2. La structuration temporelle n'est pas intuitive
3. La préstructuration induit des protocoles plus complets
4. Le destinataire est important
5. Les registres de représentation sont multiples

Des **résultats** expérimentaux annotés (Génétique, 2<sup>nd</sup>)  
Des schémas, des textes, des annotations, des photographies,  
des tableaux, des représentations hybrides (Paléontologie, TS).

## Projet COPEX (ACI)

Des **plans** d'expériences (immunologie TS)



# Les difficultés des élèves

- C'est une activité complexe qui nécessite la maîtrise de plusieurs compétences
  - Proposer une question de recherche
  - Formuler des hypothèses
  - Comparer plusieurs conditions expérimentales
  - Déterminer quelle variable doit être modifiée afin de répondre à la question de recherche
  - Définir les critères utilisés pour mesurer, quantifier et comparer les résultats
  - Inférer les résultats
  - Anticiper, planifier, contrôler et évaluer (inhérent à l'activité de conception)

*Klahr & Nigam, 2004 ; Di Mauro & Furman, 2016*

# Les difficultés des élèves

- Les élèves perdent de vue le but des expériences et la cohérence de la démarche
- Les élèves les plus performants se réfèrent au but tout au long de la mise en œuvre de la démarche
- L'activité d'analyse des données est mal maîtrisée
- Les élèves arrêtent leur recherche dès qu'ils pensent avoir trouvé le facteur qui compte
- Le rôle et le statut des expériences ne sont pas intuitifs pour les élèves
- Il y a une « résistance au réel »

*Millar, 1996 ; Cauzinille-Marmèche, Mathieu et Weil-Barais, 1983 ; Marzin-Janvier, 2013, 2015 ; Coquidé, 2000*

# Protocole expérimental : critères d'évaluation

## A. Communicabilité : la description de l'expérimentation (le lecteur cible doit être précisé)

- Structure : organisation temporelle ou logique des actions du protocole / facilité de lecture
- Complétude : niveau de détail adapté à l'exécution par le lecteur cible

## B. Pertinence : la fonction de l'expérimentation

- Pertinence externe : cohérence entre les hypothèses et le choix des grandeurs mesurées
- Pertinence interne : stratégie de mesure (choix des méthodes et matériels)
- Qualité de l'acquisition des données : justesse et fidélité

## C. Exécutabilité : l'expérimentation dans les conditions du laboratoire

- Adéquation entre échantillons et domaine de validité des méthodes et matériels de mesure
- Observation des contraintes matérielles (disponibilité, coût, faisabilité, contrôle des risques)
- Observation des contraintes temporelles

## 2. Cadres de référence : la notion d'étayage

# La notion d'étayages : origines

- Vient de la psychologie : travaux de Bruner dans les années 1970, aux USA
- Etudes des interactions mère-enfant lors de situations de développement langagier.
- Il s'agit d'accompagner l'enfant dans son développement langagier pour le faire progresser par lui-même.

*Bruner, 1974*

# La notion d'étayage définition

- Pour Bruner l'étayage est la façon dont l'adulte organise le monde de l'enfant pour assurer son apprentissage : *« ce système de **support** fourni par l'adulte à travers le discours, ou la communication plus généralement, est un peu comme un « **étayage** » (scaffold) à travers lequel l'adulte restreint la complexité de la tâche permettant à l'enfant de résoudre des problèmes qu'il ne peut accomplir tout seul ».*

Bruner 1983

# Etayages proposés par Bruner

- « l'enrôlement » consiste à engager l'adhésion de l'enfant dans la tâche.
- - « la réduction des degrés de liberté » réduire la complexité de la tâche.
- - « le maintien de l'orientation ».
- - « la signalisation des caractéristiques déterminantes » validation de sous-tâches correctement effectuées.
- - « le contrôle de la frustration » maintenir la motivation de l'élève.
- - « la présentation de modèles de solutions ».

## Plusieurs catégorisations d'étayages dans les EIAH

- Etayages **implicites** (amener les élèves à prendre en compte les aspects de leur étude sans instruction explicite) ou **explicites** (permet de conduire les élèves de manière explicite vers un objectif précis (consignes et instructions)).
- Etayages **fixes** (prévus à l'avance) ou **adaptatifs** (adaptables en fonction de l'activité de l'élève).

# Une synthèse des étayages

- **Rendre la pensée et les stratégies explicites**
  - permet de rendre visible des connaissances et des stratégies par des questions, par des « prompts » (demandes) comme demander à l'élève de faire des prédictions (anticipation et planification)
- **Intégrer une orientation experte** : apporter directement des **informations** expertes, des **explications** ou des **processus**.
- **Structurer les tâches complexes**
- **Réduire la charge cognitive**
  - restreindre les options disponibles pour l'apprenant. Nécessite une hiérarchisation *a priori* des apprentissages visés.

*Hmelo-Silver et al (2007), Linn et Bat-Sheva (2011) ; De Jong et al, 2015*

### 3. LabNbook, une plateforme qui structure la démarche expérimentale

<https://labnbook.fr/>



Le Cahier Numérique pour l'Apprentissage Collaboratif

- Un EIAH qui aide les enseignants et les élèves/étudiants à structurer la démarche expérimentale
- La conception de cet EIAH se base sur l'analyse des difficultés des élèves impliqués dans une activité de conception expérimentale : projets Copex-chimie, Copex et SCY
- <https://labnbook.fr>

# LabNbook

## Rapport structuré en parties

LB DragonDemo : Etude préalable pour le projet "Dragons durables"   

### 1 - Objectifs de votre expérimentation

Consignes...

Ajouter :  

- ▶  **Débuter avec LabBook** [Visible] 

Partie 1

### 2 - Protocoles expérimentaux

Consignes...

Ajouter :  

- ▶  **Protocole vierge avec juste une liste du matériel** [Visible]  
- ▶  **Protocole de mesure utilisé par Mr Brazier le 12 septembre** [Visible]  
- ▶  **Protocole vierge avec suggestions B. Brazier (qq actions pré-structurées)** [Visible]  

← Protocole 1

← Protocole 2

← Protocole 3

Partie 2

### 3 - Résultats expérimentaux et modélisation

Consignes...

Ajouter :   

-  ▶  **Mesures du 12 septembre réalisées par Blaise Brazier, diététicien (à dupliquer)** [Visible]  

Partie 3

### 4 - Conclusion

Consignes...

Ajouter :   

Partie 4

### 5 - Bibliographie

Consignes...

Ajouter : 

-  ▶  **Références Bibliographiques** [Visible]  

Partie 5

# Les étayages proposés dans LabNbook

**rapport pré-structuré**

**LabDocs**  
textes,  
dessins,  
protocoles,  
tableaux de  
données

**Outil « COPEX »**

**Consignes**

**Mission Xeroderm : Etude du Xeroderma pigmentosum (mutations du gène Xpa)**

**1 - Formulation des hypothèses**

Suite à la lecture des documents 1 et 2, émettez une ou plusieurs hypothèses.

**hypothèse 1** [Visible]

Pour les allèles xpa 2-6, nous pensons...

**2 - Conception des protocoles**

Concevez un (ou des) protocole(s) qui...

Protocole 1 [En modification]

**Question de recherche ou objectif**  
Décrivez l'objectif de votre expérimentation : la question à laquelle vous voulez répondre.

**Hypothèses ou résultats attendus**  
Listez les hypothèses que vous souhaitez tester au cours de votre expérimentation.

**Principe de la manipulation**  
Décrivez rapidement la stratégie, les moyens que vous allez mettre en place. Le principe de manipulation ressemble à un mode opératoire succinct ne contenant pas les paramètres de la manipulation.

**Liste du matériel**

**Mode opératoire**

Comparer séquences

Ouvrir anagène

Sélectionner les séquences à comparer

**Ressources**

**Xeroderm - Etude du Xeroderma pigmentosum (mutations du gène Xpa)**

- Ouvrir la consigne détaillée

Le Xeroderma pigmentosum est une maladie génétique qui s'exprime lorsque certaines protéines responsables de la réparation de l'ADN sont défectueuses (protéine Xpa par exemple).

En suivant une démarche expérimentale, vous devez résoudre le problème suivant :

**Comment expliquer que des mutations du gène Xpa aient des conséquences sur la taille et la fonctionnalité des différentes protéines synthétisées ?**

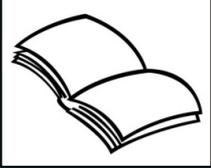
**Consignes de travail (à suivre dans l'ordre) :**

- Lisez d'abord le document 1 pour avoir des informations générales sur la maladie.
- Lisez ensuite le document 2 qui présente les éléments à prendre en compte pour résoudre le problème.
- Lisez enfin le document 3 pour formuler vos hypothèses et sur le document 4 pour concevoir vos protocoles.

- Structuration de la DI et du protocole : réduction de la complexité
- Représentations produites par les élèves (LabDocs) ; justifications : explicitation de sa pensée
- Ressources et consignes : intégration d'une orientation experte

## 4. Résultats issus des tests de la plateforme

# Questions de recherche



Saavedra, R. (2015). Étayer le travail des élèves avec la plateforme LabBook pour donner davantage de sens aux activités expérimentales réalisées par des élèves de première S. Thèse de doctorat. UJF-Grenoble.

Marzin-Janvier, P. (2015). Étayer la conception expérimentale par des environnements informatiques : études en génétique. *RDST* 12, 87-112.

- Est-ce que les étayages proposés aident les élèves à faire évoluer leurs connaissances avant et après leur travail au cours des situations implémentées dans l'EIAH ?
- Est-ce que les étayages proposés aident les élèves à mettre en œuvre une démarche d'investigation cohérente ?

# Synthèse des résultats

- Ingénierie didactique et tests en classe
  - en biologie (notion d'ADN en seconde ; notion de métabolisme cellulaire en terminale S)
  - En chimie : dosage conductimétrique par étalonnage (terminale S)
  - En physique : balance dynamométrique (terminale S)
- La plateforme est utile et utilisable
- La structuration des protocoles en étape et en action favorise l'écriture de « meilleurs » protocoles en terme de complétude, d'exécutabilité et de pertinence
- Les choix de contenu pour les consignes et les ressources ont une influence sur les résultats des élèves
- Le fait de formaliser leur protocole *a priori* permet de faire évoluer leur raisonnement pendant ou après la réalisation de l'expérience (selon les élèves).

*Saavedra, 2015 ; Saavedra, Marzin & Girault, 2013 ; Marzin-Janvier, 2015, Wajeman et al ESERA ; Manzoni-de-Almeida, D., Marzin-Janvier, P. & Frateschi Trivelato, S., L, 2016.*

# Test d'étayages fixes du protocole

- Analyse didactique du savoir en jeu
- Analyse a priori d'erreurs d'élèves
- Choix des éléments prédéfinis (étapes) et pré-structurés (actions et paramètres) à partir d'une analyse didactique
- Vers la possibilité de faire du diagnostic automatique épistémique avec Copex dans LabNbook



Thèse C. BONNAT, 2017, Etayage de l'activité de conception expérimentale par un EIAH pour apprendre la notion de métabolismes cellulaire en terminale scientifique. UGA  
BONNAT C., MARZIN P. & GIRAULT, I. (2015). Modélisation praxéologique des connaissances en biologie, pour réaliser un diagnostic automatique, de la conception de protocoles par les élèves, avec la plate-forme LabBook. *9e rencontres scientifiques de l'ARDiST- 30, 31 mars et 1 avril 2016, LENS*, p. 19-24.

# Logiciel Copex

## actions préstructurées



### Question de recherche ou objectif

Décrivez l'objectif de votre expérimentation : la question à laquelle vous voulez répondre et/ou les objets que vous voulez produire.



### Hypothèses ou résultats attendus

Lister les hypothèses que vous souhaitez tester au cours de votre expérimentation et/ou les résultats que vous pensez obtenir.



### Principe de la manipulation

Décrivez rapidement la stratégie, les moyens que vous allez mettre en place. Le principe de manipulation ressemble à un mode opératoire succinct ne contenant pas les paramètres de la manipulation.



### Liste du matériel

- Aliments pour dragons
- after-shave
- gants
- Dragons
- cagoule ignifugée
- pyjama en pilou
- Rhum agricole 70°
- combinaison ignifugée
- vinaigre
- Sonde thermique
- eau



### Mode opératoire

- Ajouter une étape
- Ajouter une action »
- Coller

Produire la boisson pour un dragon

Préparation de la nourriture pour un dragon

Fabriquer des leurres pour détourner l'attention des dragons

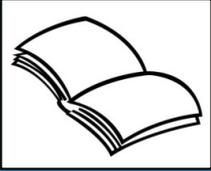
Consignes...

Ajouter :   

Mesures

éticien (à dupliquer) [Visible]

# Questions de recherche



Bonnat, C., Marzin, P., Girault, I. (2016). Modélisation praxéologique des connaissances en biologie, pour réaliser un diagnostic automatique, de la conception de protocoles par les élèves, avec la plateforme LabBook. Actes des 9<sup>ème</sup> Rencontres scientifiques de l'ARDIST. 30 mars- 1<sup>er</sup> avril 2016. Lens (France).

- La pré-structuration permet-elle de prendre en compte les difficultés des élèves identifiées *a priori* ?
- Existe-t-il différents niveaux de pré-structuration, et peuvent-ils être implémentés dans la plate-forme LabNbook ?

# Résultats

- La pré-structuration n'entrave pas l'écriture d'un protocole par les élèves
- Le pré-structuration N3 permet un protocole plus complet et plus pertinent
- Le choix des valeurs de paramètres par les élèves améliore la pertinence des actions
- Des rétroactions sont nécessaires car des erreurs subsistent
- Les concepts d'anaérobie et de diffusion des gaz en solution font obstacles



Thèse C. BONNAT, 2017, Etayage de l'activité de conception expérimentale par un EIAH pour apprendre la notion de métabolismes cellulaire en terminale scientifique. UGA  
BONNAT C., MARZIN P. & GIRAULT, I. (2015). Modélisation praxéologique des connaissances en biologie, pour réaliser un diagnostic automatique, de la conception de protocoles par les élèves, avec la plate-forme LabBook. *9e rencontres scientifiques de l'ARDiST- 30, 31 mars et 1 avril 2016, LENS*, p. 19-24.  
BONNAT, C., MARZIN, P., GIRAULT, I., 2018. RDST

# Travaux en cours : SIMDIABOLO

- DIABOLO : **DI**Agnostic des connaissances en **B**iologie fondé sur une **mO**délisation didactique et **infO**rmatique <http://diabolo.imag.fr/connection>
- Une simulation visant l'apprentissage de la conception d'un protocole expérimental sur **le métabolisme fermentaire** au lycée.
- Mise en place **d'un diagnostic de l'activité de l'élève**, en temps réel, assorti **des rétroactions adaptées** à ses erreurs.
- Ce diagnostic et les rétroactions associées sont fondés sur une **modélisation didactique des connaissances**

# 5 : Innovations pédagogiques à l'université

# Innovation pédagogique avec la plateforme LabNbook

- Projet **Idex LabBook** et projet **AMI-LabNbook**
- Proposer et évaluer des situations de pédagogie active à l'université (COMUE UGA)
- 30 formations, 200 enseignants, 7000 étudiants
- Centré sur une approche student-centered learning (Hannafin & Hannafin, 2010)
- Evaluation pédagogique de l'enseignement (qualitative et quantitative)
- Evaluation de la satisfaction

# Budget 200 k€ Idex-UGA 2017-2019

## 40 000 k€ AMI-DGSIP 2018

- 13 mois temps plein ingénieur informatique
- 14 mois temps plein ingénieur pédagogique
- 7 portables en prêt au DLST (5000 €)
- 416 HTD pour les formations primo-engagées (15 HTD en moyenne)
- 200 HTD pour l'équipe support (8000€)
- Fonctionnement pour l'équipe support

# Hypothèses

- l'utilisation de LabNbook est un vecteur de transformation des pédagogies :
  - inciter les enseignants à faire évoluer les activités pédagogiques
  - favoriser l'autonomie et une posture active des étudiants.
  - faciliter l'introduction de nouvelles activités aux étudiants en amont du travail de laboratoire (proposition et discussion d'hypothèses, conception d'expérimentations...) ou en aval (modélisation, discussion des résultats...).

# Objectifs de l'évaluation du projet

Etude des pratiques pédagogiques médiées par l'utilisation de LabNbook

- Connaître **les projets d'enseignement** avec LabNbook
- Connaître **les attentes en terme d'accompagnement**
  - pédagogique
  - technique
- Connaître **les évolutions pédagogiques** des formations au cours du projet
- Evaluer **la satisfaction** des enseignants & étudiants

# Evaluation du Projet Idex-LabNbook

Phases du projet	Données recueillies	Après de ...	
Avant utilisation de LabNbook	  	Enseignants Responsables d'UE	Avril 2017
Après utilisation de LabNbook	  	Enseignants	Sept/Jan 2017-2018 2018-2019
Pendant enseignement	 	Enseignants et étudiants	
Après enseignement avec LabNbook	   	Enseignants et étudiants	Décembre/mai 2017-2018 2018-2019

# Dispositif d'accompagnement des enseignants

- Création d'une communauté de pratique au sein des établissements
- Définition des séquences d'enseignement (pédagogique)
- Instanciation dans LB (pédagogique et technique)
- Suivi des étudiants (pédagogique et technique)

# Dispositif d'accompagnement des enseignants

- Personnes référentes : interlocutrice et tutrice des missions (resp. d'UE)
- Ressources
  - Autoformation (ppt, vidéo)
  - Listes de diffusion LabNbook-help et LabNbook-info
  - Site web : <https://labnbook.fr>
- Formations pédagogiques et techniques par équipe pédagogique
- Ateliers thématiques pour tous
- Séminaires du projet : début, milieu, fin de projet
- Séminaires d'analyse de pratiques
- Carnet de bord : trace du suivi

# Déploiement de LabNbook hors UGA

- A l'ESPE de Brest
  - En M1 MEEF PE : TER [« education scientifique et numérique »](#)
  - En M2 MEEF PE : avec les stagiaires « [profils 3](#) ».  
Monographie.
  - 34 étudiants, 4 enseignants
- A l'Université Pierre et Marie Curie-Sorbonne
- Au Brésil (Uni Sao Paulo)

# 6 : Demo de LabNbook

# Espace de travail pour la mission de chaque équipe

**Retourner à la page d'accueil** → [Home icon]

**Menu principal** → [Hamburger menu icon]

**Ressources** → [Folder icon]

**Messages** → [Envelope icon]

**Déplier / replier le LabDoc** → [Dropdown arrow]

**Menu du LabDoc : éditer, dupliquer, supprimer...** → [More options icon]

**Afficher / cacher la consigne** → [Consignes... button]

**Un coéquipier est en train de modifier ce LabDoc qui reste visible mais non éditable** → [Lock icon]

**Commenter ce LabDoc (pour l'équipe)** → [Comment icon]

**Attention !! Un LabDoc en mode brouillon n'est pas visible pour l'enseignant** → [Draft icon]

**Ce LabDoc a été modifié par un coéquipier** → [Star icon]

**Ajouter un LabDoc : texte, dessin, protocole, données** → [Add LabDoc icons]

**Importer un LabDoc d'une autre mission (optionnel)** → [Import icon]

**1 - Lire et écrire** Consignes... Ajouter : [List icon] [Download icon]

**2 - Annoter une photo collaborativement et travailler avec des documents** Consignes...

**3 - Concevoir une expérience : ma tarte aux pommes préférée** Consignes...

**4 - Modéliser les données expérimentales** Consignes...

**5 - Terrain de jeu** Consignes... Ajouter : [List icon] [Image icon] [Text icon] [Table icon] [Download icon]

**essai** [Visible] [Comment icon] [More icon]

J'écris dans mon premier Labdoc.

**Equipe LabNbook** [Visible] [Comment icon]

**Tarte aux pommes préférée d'Isabelle** [Brouillon] [Comment icon] [More icon]

**Données de la tarte aux pommes** [Visible] [Comment icon] [More icon]

**Hello** [Visible] [Comment icon] [More icon]

Je suis en train de modifier ce Labdoc...

# LABDOC TEXTE

Présentation [En modification]

Formats | Arial | 10pt | | | | | | | | | | |

Style  
Décoration  
Alignement

**B** Gras  
*I* Italique  
U Souligné  
~~S~~ Barré  
 $x^2$  Exposant  
 $x_2$  Indice

Mon nom est **Isabelle**.

Ski de fond

Mon passe temps favori est le ski de fond.

Année	2017	2018
Nombre de courses dans la saison	5	7

Une petite formule en passant pour vous montrer que je m'intéresse aussi aux maths !  
$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0$$

Insérer une équation

Insérer un tableau

Insérer une image

Insérer un lien

Valider le labdoc et le fermer

# LABDOC DESSIN

Démonstration dessin [En modification]

Colorier, grouper/dissocier, premier plan/arrière plan, ...

Dessiner une forme point à point : 1 clic = 1 point

Modifier une forme  
flèche verte = pivoter  
carrés bleus = modifier point à point  
carrés noirs = agrandir/rétrécir

Il s'agit de ski de fond classique

annoter une image

Insérer une image

Matériel de laboratoire ou d'électricité

The image shows a drawing application interface with a grid background. On the left is a vertical toolbar with icons for drawing shapes (square, circle, line, arc, arrow), text (A), image insertion, and a laboratory/electricity symbol. On the right is a floating toolbar with icons for coloring, grouping, and zooming. The main workspace contains a blue wavy line, two green trees, a skier image labeled 'Ski de fond', and a text box 'Il s'agit de ski de fond classique'. Various annotations with arrows point to specific elements, explaining drawing and editing techniques like '1 clic = 1 point' and 'flèche verte = pivoter'.

- Question de recherche ou objectif**  
Faire une tarte aux pommes  
La tarte préférée de la grand-mère d'Isabelle
- Hypothèses ou résultats attendus**  
Tarte aux pommes  
6-8 parts
- Principe de la manipulation**  
Une recette traditionnelle : juste des pommes et une pâte  
préparation 45 min - cuisson 30 min
- Liste du matériel**
  - Farine - farine de blé type 65
  - oeufs
  - beurre
  - pommes - pas tr

Cliquer ici pour éditer une des rubriques

Pour éditer la liste, cliquer ici : ajouter, modifier et supprimer du matériel expérimental (détail de la fenêtre d'édition)

Rechercher ou ajouter un matériel

- Farine - farine de blé type 65
- beurre
- oeufs
- pommes - pas trop douces
- sucre brun - en poudre
- canelle - poudre

Matériel : pommes

Quantité sélectionnée : 1

Description :

Commentaire : pas trop douces

Menu du mode opératoire

- Ajouter une action
- Ajouter une sous-étape
- Ajouter une étape (après)
- Modifier
- Supprimer
- Copier
- Coller

- Mode opératoire**
  - Préparer la pâte** Une étape
    - verser la farine (250g) dans le bol mélangeur
    - ajouter le beurre coupé (125g) dans la farine
    - additionner le sucre (1 cuillère) Une action
    - ajouter le jaune d'oeufs avec 4 cuillères d'eau

- Préparer les fruits**
  - Choisir le nombre de pommes en fonction de la taille du moule**  
Cette étape sera réalisée 4 fois :

	1	2	3	4
Nombre de pommes	1	3	5	7
Taille du moule (diamètre en cm)	5	10	20	30

    - peler et épépiner les pommes
    - émincer finement les pommes.

Une sous-étape qui comporte un tableau

Possibilité d'insérer une image dans un protocole

Le protocole comporte :

- des actions expérimentales à mettre en œuvre
- des étapes et sous-étapes qui structurent le protocole pour le rendre plus lisible.

# LABDOC DONNEES

Données de la tarte aux pomr [En modification]

Menu du tableau de données

- Importer des données CSV...
- Définir des constantes...
- Afficher la ligne des formules
- Afficher des indicateurs statistiques >
- Afficher le graphe

	farine [g]	pommes [g]	U_pommes [g]
f()	=	=	= 0.08*pommes+7
1	50	110	16
2	100	205	23
3	125	255	27
4	180	350	35
5	240	600	55
6	300	605	55
7	400	850	75
8	500	1025	89
9	600	1202	103
10	700	1454	123

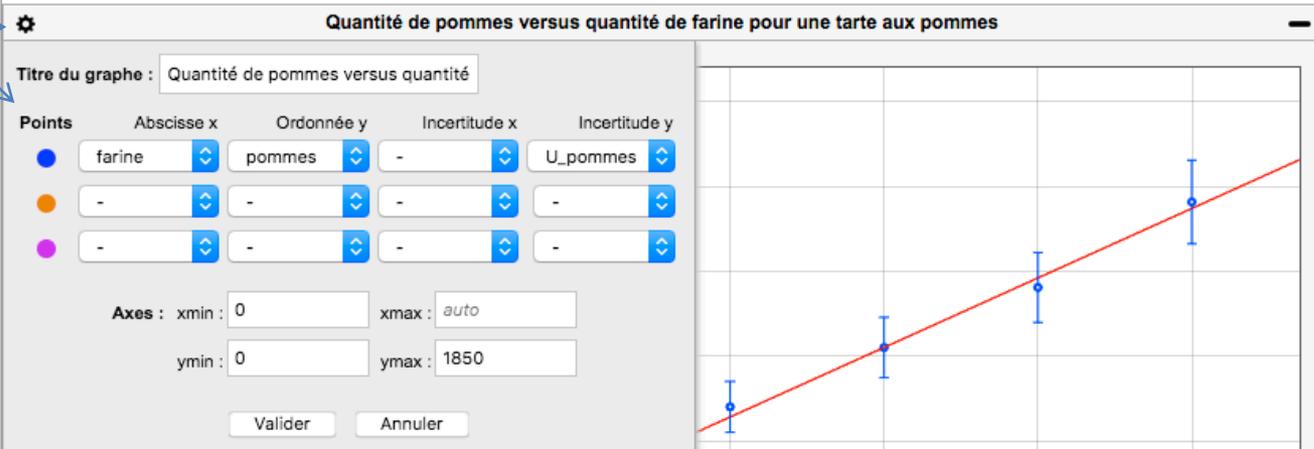
Cliquer pour le menu de la colonne

Taper la formule ici, (ligne des formules), le calcul est automatique

Cocher la cellule pour indiquer qu'une donnée est aberrante

Menu du graphe

Plusieurs jeux de données possibles sur le même graphe



Fonction de modélisation du graphe : choisir une fonction ou taper directement la formule

Donnée aberrante

Ecart quadratique moyen calculé automatiquement (points aberrants non pris en compte)

Ajuster la valeur du paramètre

f(x) ▶ a\*x+b    a = 2.05    b = 0    1.68780E+1

# Bibliographie

- Bonnat, C., Marzin-Janvier, P., Girault, I. (2018). Analyse des conceptions d'élèves sur le vivant, dans une situation de conception expérimentale avec un environnement informatique. *Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies*, 18.
- Bruner, J. S. (1974). From communication to language -a psychological perspective. *Cognition*, 3(3), 255-287.
- Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant : Savoir-faire, savoir dire*. Paris : PUF.
- Cauzinille-Marmeche, E., Mathieu, J., & Weil-Barais, A. (1983). *Les savants en herbe*. Berne : Peter Lang.
- Coquidé, M., Bourgeois-Victor, P., & Desbeaux-Salviat, B. (1999). "Résistances du réel" dans les pratiques expérimentales. *Aster*(28), 57-77.
- Coquidé, M. (2000). *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'HDR. Université Paris-Sud. Orsay.
- Davis, E. A. (2000). Scaffolding students' knowledge integration: prompts for reflection in KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 819-837. <http://doi.org/10.1080/095006900412293>
- de Jong, T., & Lazonder, A. W. (2014). The guided discovery principle in multimedia learning. In *The Cambridge handbook of multimedia learning* (Cambridge: Cambridge University Press, p. 371-390). Cambridge: Cambridge University Press.
- Di Mauro, M., F. & Furman, M. (2016). Impact of inquiry unit on grade 4 students' science learning. *IJSE*, 38:14, 2239-2258.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to Learn About Complex Systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Linn, M. C., & Bat-Sheva, E. (2011). *Science Learning and Instruction: Taking Advantage of Technology to Promote Knowledge Integration*. Routledge.
- Marzin, P. & De Vries, E. (2013). Students' design of biometric procedures in biology in upper secondary school. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2):361-376.
- Marzin-Janvier, P. (2013). *Comment donner du sens aux activités expérimentales ?* (Note de synthèse pour l'HDR). Université Joseph-Fourier - Grenoble 1. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00966001/document>
- Marzin, P., D'Ham, C., & Sanchez, E. (2007). How to scaffold the students to design experimental procedures? A situation experienced by 108 high-school students (p. 203). Présenté à ESERA 2007. <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190036/document>
- Manzoni-de-Almeida, d., Marzin-Janvier, P., Fratreschi Trivelato, S., L. (2016). Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. *Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, v21(2)-105-120. ISSN : 1518-8795.
- Millar, R. (1996). Investigations des élèves en science : une approche fondée sur la connaissance. *Didaskalia*, 9, 9-30.
- Pea, R. D. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *The journal of the learning sciences*, 13(3), 423-451.
- Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185-217.
- Puntambekar, S., Nagel, K., Hübscher, R., Guzdial, M., & Kolodner, J. L. (1997). Intra-group and intergroup: an exploration of learning with complementary collaboration tools. In *CSCL* (p. 217). Consulté à l'adresse <http://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/htmlpubs/intergroup.html>
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., ... Soloway, E. (2004). A Scaffolding Design Framework for Software to Support Science Inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 337-386.
- Saavedra, R., Marzin, P., Girault, I. (2013). Etude de l'évolution des conceptions sur la génétique et analyse de la problématisation chez des élèves de troisième impliqués dans une situation d'investigation policière. *Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies* N°7, 77-106.
- Sanchez, E., Monod-Ansaldi, R., Devallois, D., Marzin, P. (2010). Concevoir des protocoles expérimentaux en sciences de la vie et de la terre. Deux expérimentations en classe de terminale, *Biologie-Géologie* N°1-2010. (135-147).
- Schneeberger, P. & Rodriguez, (1999), Des lycéens face à une investigation à caractère expérimental : un exemple en première S. *Aster* 28, 79-105.
- Stone, C. A. (1998). The Metaphor of Scaffolding Its Utility for the Field of Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 31(4), 344-364.
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271-296.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving\*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.

Merci pour votre attention !