

# La démarche scientifique

## - *Induction versus déduction* -

Deux types de raisonnement opposent **rationalistes et empiristes** dans la recherche scientifique: le raisonnement par déduction et le raisonnement par induction

Le **rationalisme** se distingue de l'**empirisme** par une pensée et une démarche **déductive** où la vérité émane de constructions logiques et de schémas conceptuels - c'est un mode de pensée qui part du général au particulier

En revanche, l'**empirisme** soutient que l'expérience et l'observation sont à l'origine de la connaissance du monde réel se référant à une **démarche inductive**

La « Méthode scientifique »  
*Inductive*

**O. H. E. R. I. C.**

**Observation**

**Hypothèse**

**Expérience**

**Résultats**

**Interprétation**

**Conclusion**

# L'approche inductive

## L'induction :

- *consiste à partir de cas singuliers pour accéder aux énoncés universels*

## L'approche inductive :

- *consiste observer le réel pour en tirer, par induction, les lois qui le régissent*

# L'approche inductive

**L'approche inductive** : *Implique répétition d'observation, et/ou d'expérimentations*

- Démarche qui sous-entend que les lois qui régissent le réel existent a priori
- Le réel est la source du savoir

# L'approche déductive

## L'induction :

- *Application d'une règle générale, admise par tous, à un cas particulier, pour lequel on tire une conclusion*

## L'approche déductive :

- *Consiste, à partir d'un savoir déjà existant à chercher à répondre aux questions que l'un ou l'autre va susciter du fait de ses insuffisances*

## Les grandes étapes de la démarche scientifique

Formuler un PROBLEME

Emettre une ou plusieurs HYPOTHESES  
Prévoir (pour chacune) les CONSEQUENCES OBSERVABLES

TESTER chacune des hypothèses

**EXPERIMEN-  
TATION**

- 1- Conception du protocole expérimental
- 2- Réalisation pratique (manipulations)
- 3- Recueil des résultats – Mesures
- 4- Analyse et interprétation des résultats

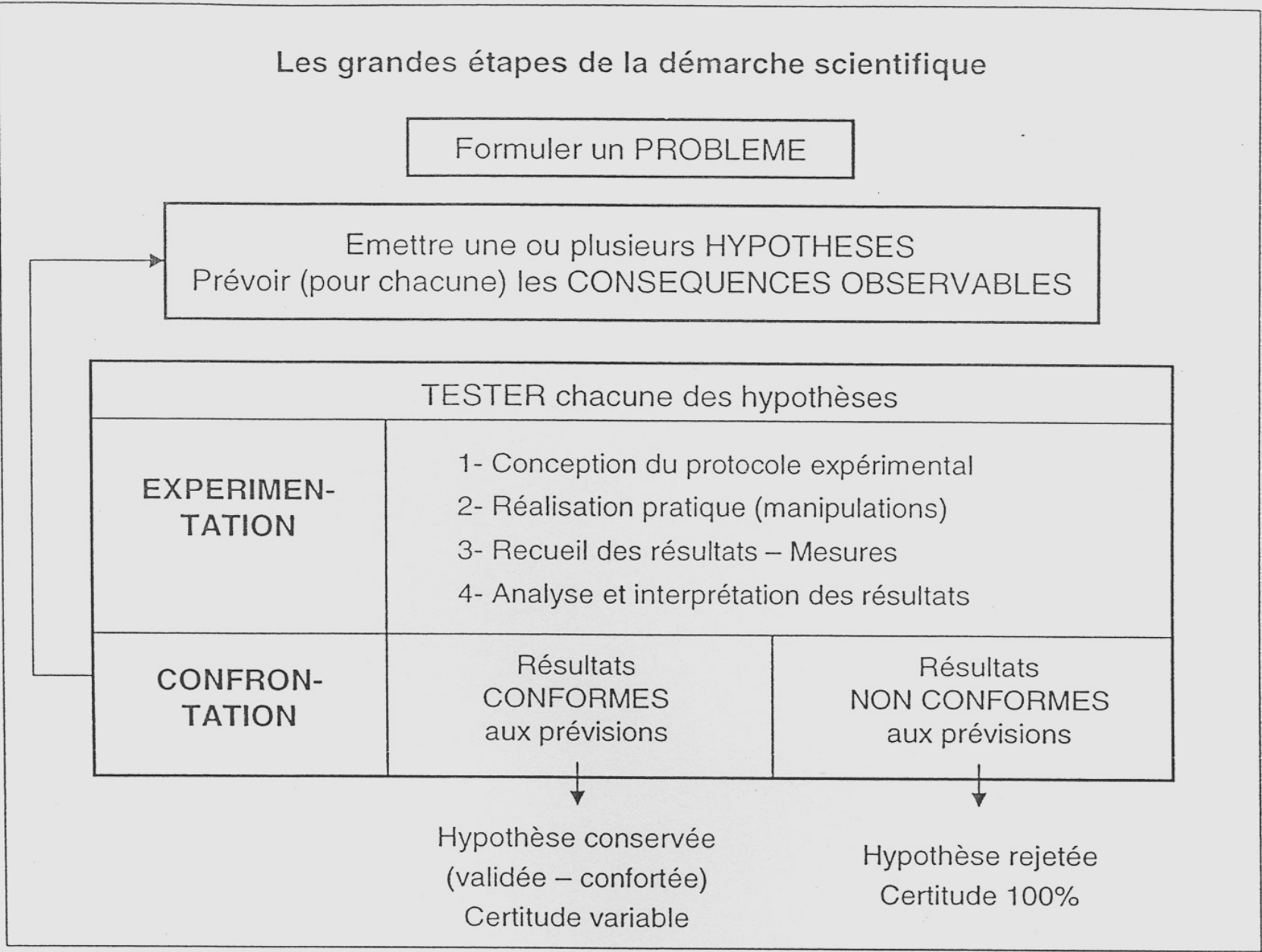
**CONFRON-  
TATION**

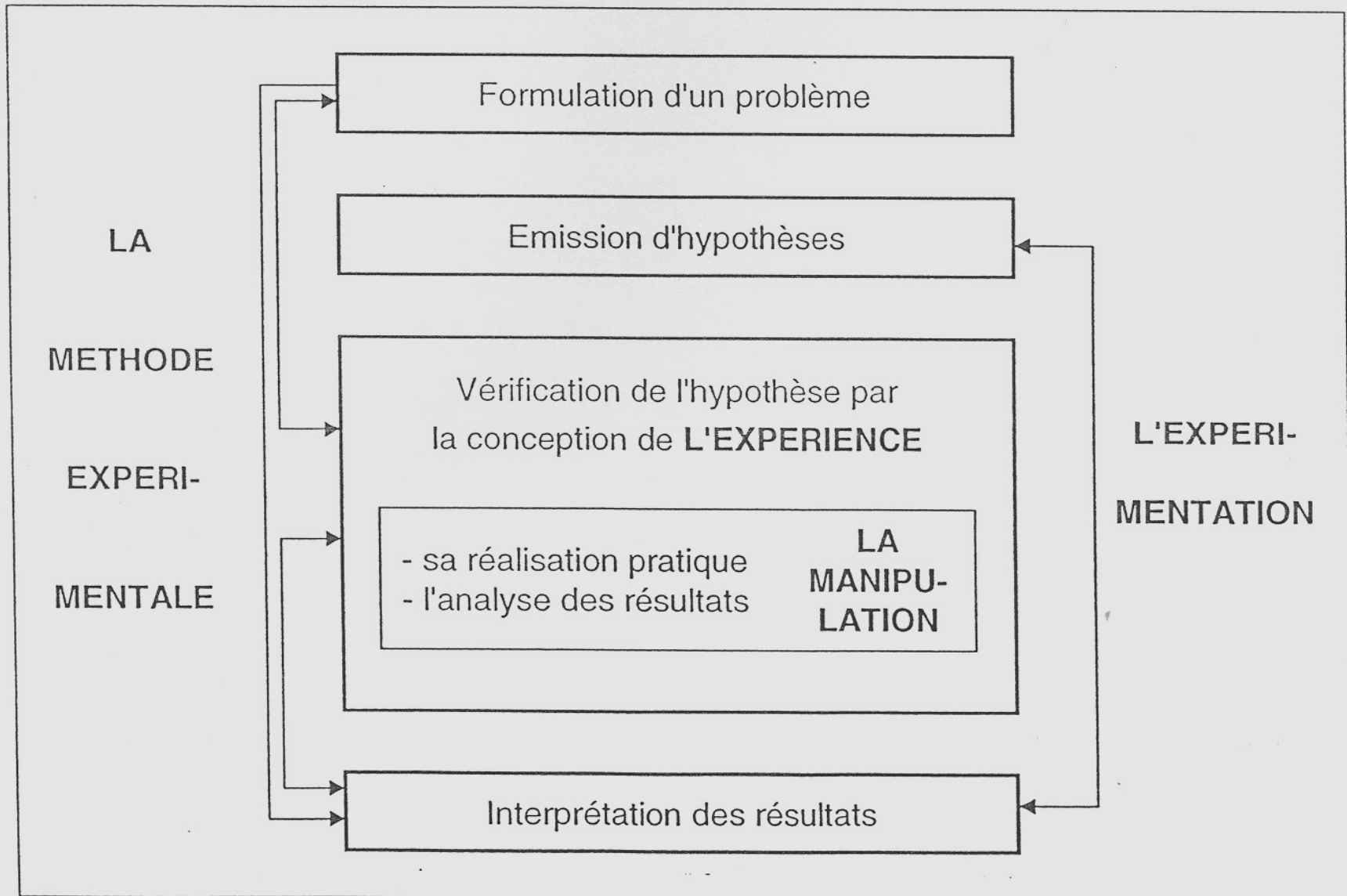
Résultats  
CONFORMES  
aux prévisions

Résultats  
NON CONFORMES  
aux prévisions

Hypothèse conservée  
(validée – confortée)  
Certitude variable

Hypothèse rejetée  
Certitude 100%





# L'approche déductive

**L'approche déductive** : *confronter, dans un cadre théorique donné, une ou deux hypothèses avec le réel*

- Le réel est objet de confrontation avec un modèle théorique et non source du savoir
- Les lois et théories sont des constructions humaines



# La « Méthode scientifique » - *L'épreuve de la réalité* -

## La méthode décrite par Claude Bernard

« La méthode expérimentale, considérée en elle-même, n'est rien d'autre qu'un raisonnement à l'aide duquel nous soumettons méthodiquement nos idées à l'expérience des faits. »

(C. Bernard, 1989, p. 26)

# La « Méthode scientifique » - L'épreuve de la réalité -

- *La primauté de l'idée sur le fait, seul moyen de construire un système explicatif rationnel.*
- *Le fait ne vaut que par l'idée qui s'y rattache, l'un comme l'autre peuvent et doivent être systématiquement remis en cause.*
- *Bien avant Karl Popper, Claude Bernard érige donc la réfutation en règle méthodologique.*

Démarche en classe (B.O. 1969)	Démarche en classe (B.O. 2010)
La démarche pédagogique (...) comporte plusieurs étapes :	Une démarche d'investigation est constituée par la succession de plusieurs étapes (ordre variable) :
- une étape d'analyse des faits et de l'environnement dans lequel ils s'insèrent	- une situation motivante suscitant la curiosité
- un raisonnement qui intègre les divers paramètres fait apparaître le <b>problème</b> et permet de le poser avec précision	- la formulation d'une <b>problématique</b> précise
- un effort d'imagination dans la recherche et pour la découverte de la ou des <b>hypothèses</b> , c'est-à-dire des solutions possibles du problème	- l'énoncé d' <b>hypothèses</b> explicatives
- la <b>mise en œuvre</b> des moyens expérimentaux permettant d' <b>éprouver la valeur de ces hypothèses</b> et d'approcher ainsi la vérité	- la conception d'une stratégie pour <b>éprouver ces hypothèses</b> - la <b>mise en œuvre</b> du projet ainsi élaboré - la <b>confrontation</b> des résultats obtenus et des hypothèses
- la manifestation d'un esprit de synthèse dans la formulation et l' <b>élaboration</b> d'une conclusion, parfois d'une loi	- l' <b>élaboration</b> d'un savoir mémorisable

# Démarche scientifique / démarche d'investigation

- *Mettre en œuvre une démarche hypothético-déductive*
- *Développer des compétences liées à la mise en œuvre d'un raisonnement scientifique*

... dans le cadre de situation de classe

# Le contrat didactique

« L'ensemble des relations qui déterminent – explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement – ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'élève – a la responsabilité de gérer et dont il sera d'une manière ou d'une autre responsable devant l'autre ».

*(Brousseau G., 1986, p. 51)*

# Le contrat didactique

- Un modèle crée par le chercheur.
- Revoie à la part de contrat qui est spécifique du contenu ou plus précisément de la connaissance visée.
- Représente les droits et les devoirs implicites des élèves et de l'enseignant à propos de l'objet d'enseignement.
- Organise deux rapports à un même objet de savoir.

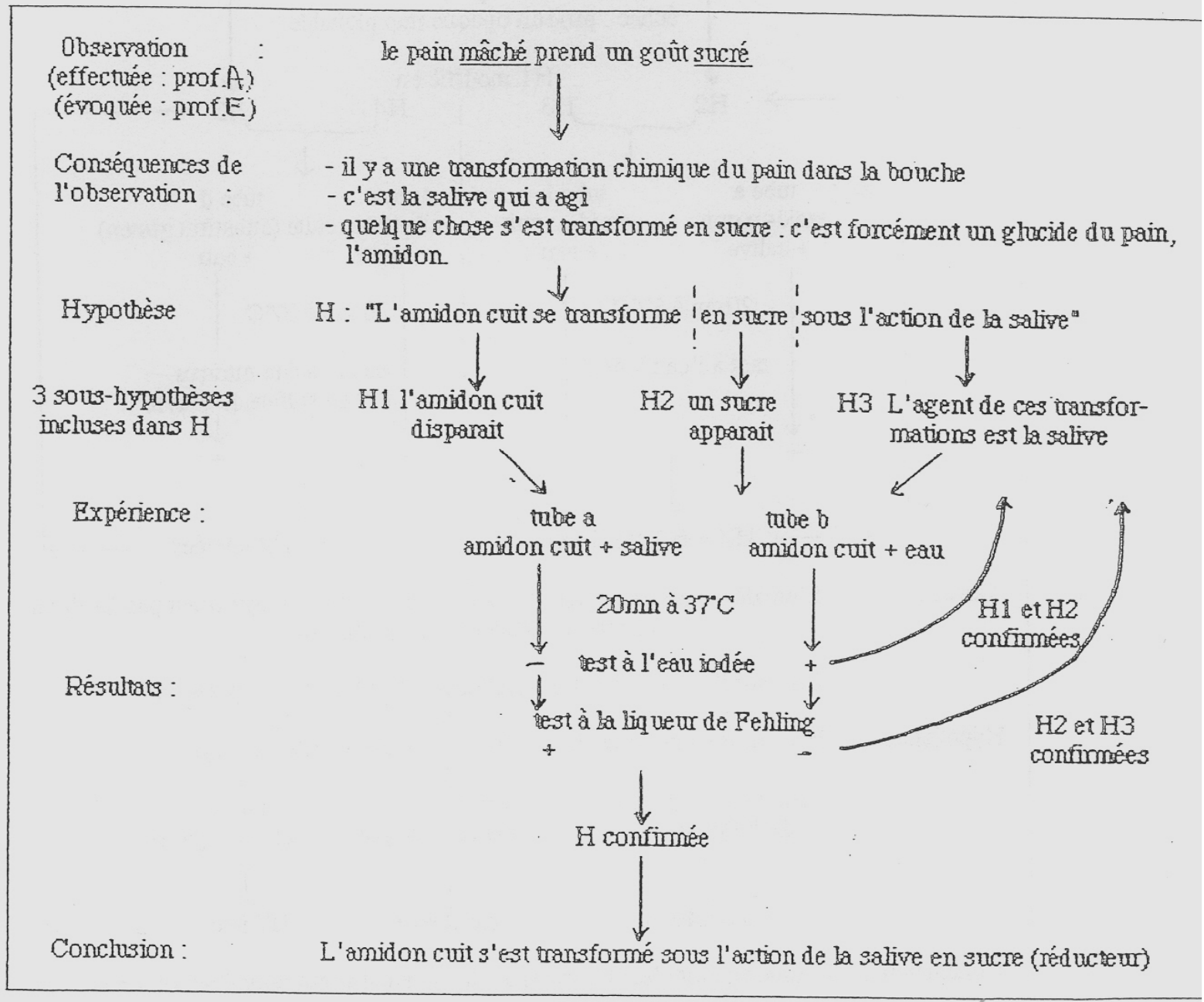
# Phénomènes analysables par le contrat didactique

- ✓ *Injonction paradoxale pour l'enseignant :*
  - Tout ce que l'enseignant entreprend pour faire produire par l'élève les comportements qu'il attend, tend à priver ce dernier des conditions nécessaires à la compréhension et à l'apprentissage de la notion visée ; si l'enseignant dit ce qu'il veut, il ne peut plus l'obtenir.

# Phénomènes analysables par le contrat didactique

- **L'effet Topaze** : « des motonsses étaie-hunet réunisses »
  - L'enseignant doit négocier les productions de la réponse de l'élève. En cas d'échec il ajoute des informations.
  
- **L'effet Jourdain** : « fait de la prose sans le savoir »
  - L'enseignant doit négocier les productions de la réponse de l'élève. En cas d'échec il ajoute des informations.





# Démarche professeur A

**Problème** : formulé par l'enseignant

- *La salive transforme-t-elle l'amidon cuit en sucre ?*

**Démarche** : linéaire, définie par l'enseignant

- *Une seule direction est privilégiée, conclusion définitive*

**Expérience** : vérification, illustration

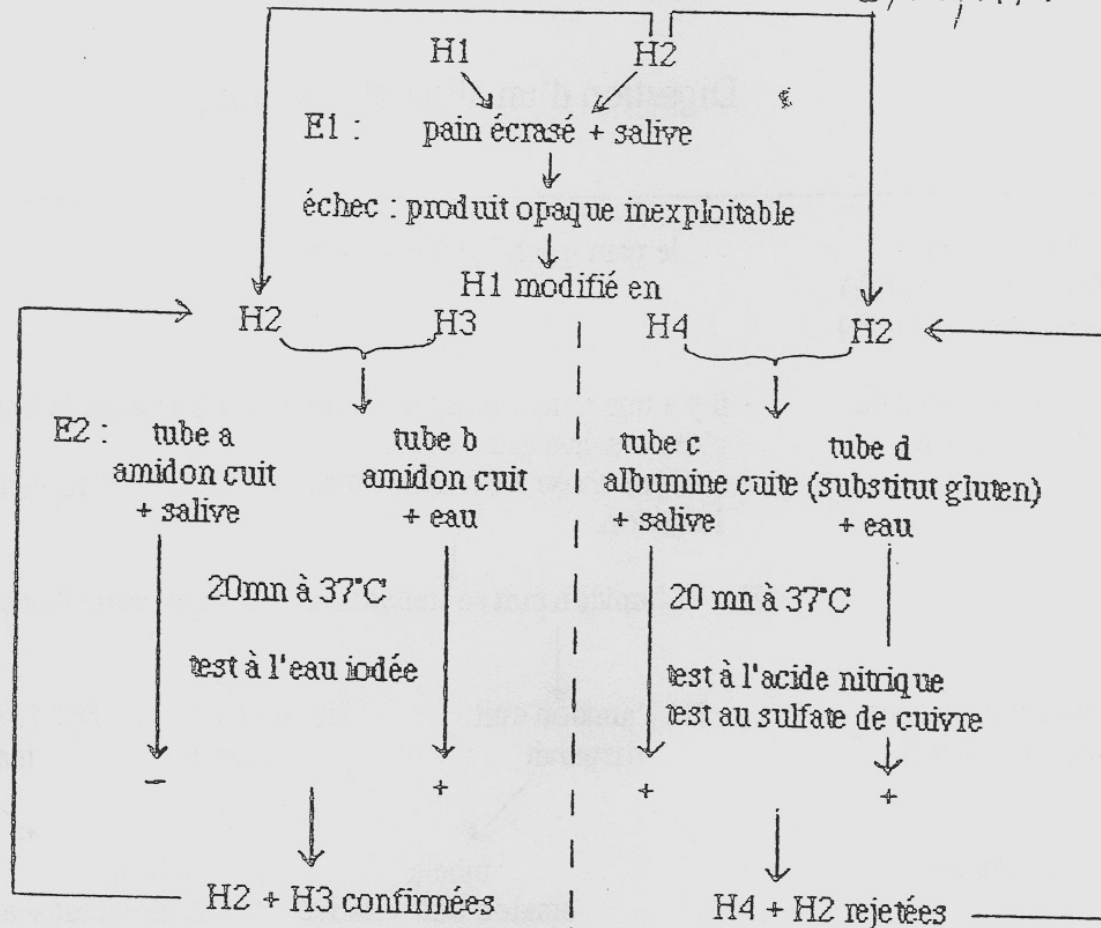
- *L'enseignant donne le protocole*

**Activité des élèves** : manipulatoire

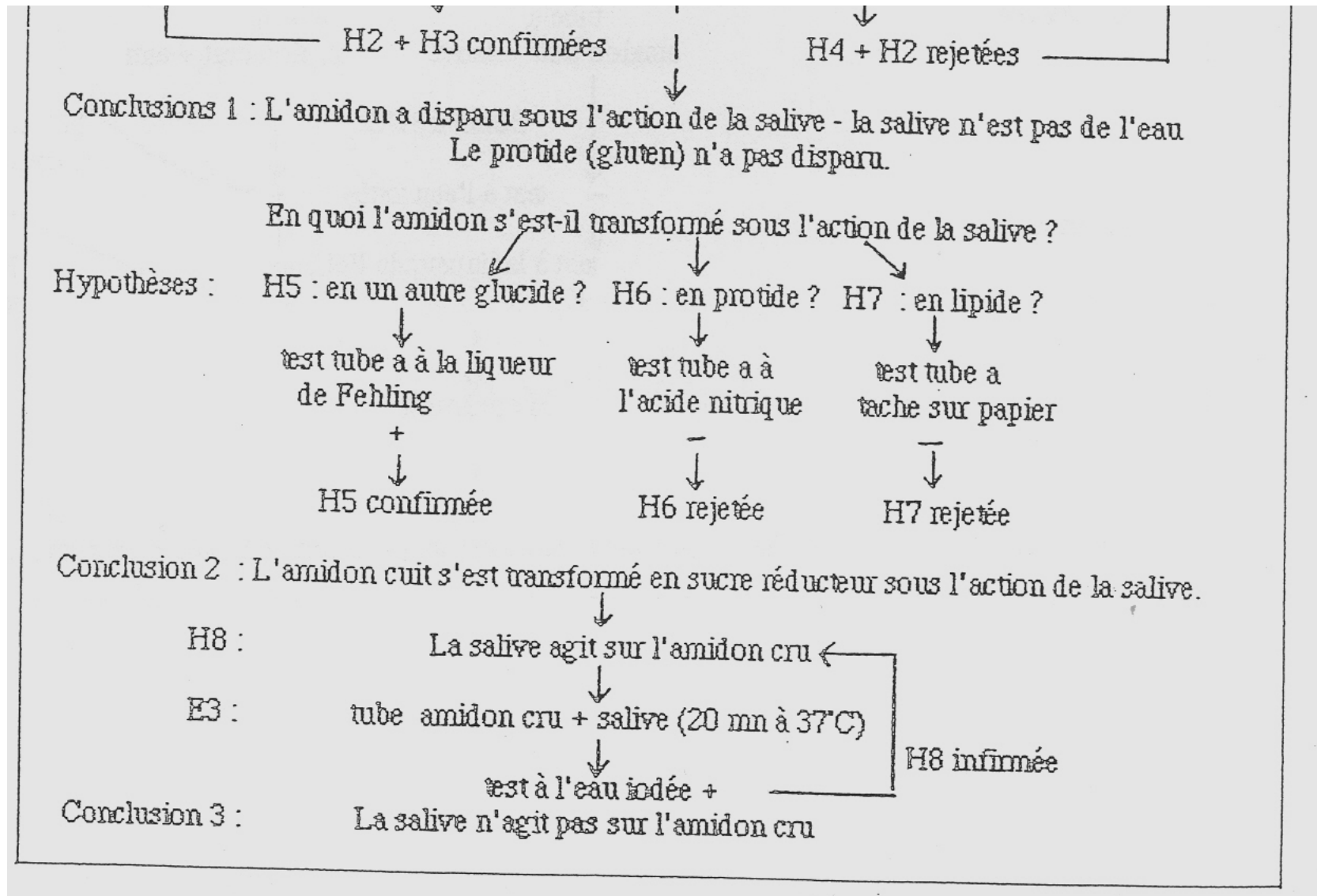
- *Les élèves réalisent le protocole de l'enseignant*

Questions à résoudre ---> Hypothèses à tester :  
(donne lieu)

- Y a-t-il transformation chimique du pain dans la bouche ? ---> H1
- Est-ce la salive qui agit ? (conception des élèves : salive = eau) ---> H2
- Y a-t-il transformation de l'amidon du pain ? du gluten ? ---> H3 H4
- Le résultat de la transformation, c'est un autre produit, lequel ? / un glucide ? un protide ? un lipide ? ---> H5, H6, H7.



# Professeur B (suite)



# Démarche professeur B

**Problème** : co-construit par l'enseignant et les élèves

- *La salive peut-elle être à l'origine d'une transformation chimique des constituants du pain ?*

**Démarche** : Multidirectionnelle, par les élèves

- *Plusieurs directions étudiées parallèlement*

**Expérience** : « Test », mise à l'épreuve des hypothèses

- *Les élèves construisent les protocoles*

**Activité des élèves** : Intellectuelle et manipulatoire

- *Les élèves réfléchissent à la problématique, participent à l'élaboration du protocole, interprètent les résultats*

# Les contraintes de l'enseignant

<p><b>C1 : L'expérience personnelle : pas d'expérience de la recherche</b></p> <p>⇒ <i>expérience de TP universitaire</i></p>	<p><b>C5 : Les destinataires : en situation de construction des savoirs</b></p> <p>⇒ <i>implicites non partagés</i></p> <p>⇒ <i>l'enseignant en position d'autorité</i></p>
<p><b>C2 : les contraintes institutionnelles : respect des I.O.</b></p> <p>⇒ <i>empirisme comme pratique heuristique</i></p> <p>⇒ <i>le respects ds programmes</i></p>	<p><b>C6 : Le statut des sciences expérimentales :</b></p> <p>⇒ <i>sciences du concret : empirisme</i></p> <p>⇒ <i>sciences "dures" : dogmatisme</i></p>
<p><b>C3 : Le contexte scientifique :</b></p> <p>⇒ <i>problématique à élaborer à partir de l'énoncé du savoir</i></p>	<p><b>C7 : L'évaluation des élèves</b></p> <p>⇒ <i>focalisation sur les tâches opératoires</i></p> <p>⇒ <i>standardisation des écrits</i></p>
<p><b>C4 : Le temps : court</b></p> <p>⇒ <i>une séance de TP ; 1h30</i></p>	<p><b>C8 : Les contraintes matérielles : faible coût pour un gain maximal</b></p> <p>⇒ <i>centration sur le résultat</i></p> <p>⇒ <i>expérience non renouvelée</i></p>

# La phase de formation du problème

**LE PROBLEME** : « Explique le goût sucré pris par le pain à la suite d'une mastication prolongée ».

- *compatible avec les IO : la digestion comme transformation chimique et la digestion liée à la présence d'enzyme (C2)*
- *intégré à une situation concrète (C6)*
- *introduit par un paradoxe ... mais l'enseignant use de son autorité pour le repérage du goût sucré (C4 et C6)*
- *formulé par l'enseignant (C5)*

# La phase de formation des hypothèses

**HYPOTHESE FORMULÉE :** « La salive, à 37°C transforme l'amidon en sucre ».

- *Hypothèse testable expérimentalement*
- *Hypothèse devant être formulée dans le cadre du problème :*

*« Le sucre apparu dans la bouche après une mastication prolongée du pain provient d'une transformation de l'amidon du pain sous l'action de la salive ».*



# La phase de formation des hypothèses

## ➤ *L'enseignant introduit des indices*

PHRASES DE L'ENSEIGNANT	INDICES INTRODUICTS
<p>« Quel glucide le pain contient-il en plus grande proportion ? »</p> <p><i>Titre : Digestion in-vitro de l'amidon cuit par la salive</i></p>	<p>➤ Le constituant à considérer dans l'hypothèse est <u>l'amidon</u>.</p>

# La phase de formation des hypothèses

## ... les indices

PHRASES DE L'ENSEIGNANT	INDICES INTRODUITS
<p>« Quel glucide le pain contient-il en plus grande proportion ? »</p> <p><i>Titre : Digestion in-vitro de l'amidon cuit par la salive</i></p>	<p>➤ <b>Le constituant à considérer dans l'hypothèse est l'amidon.</b></p>
<p>« Sur quel constituant du pain agissent-ils ? »</p> <p>« J'avais mis le pluriel dans ma question ... ... ça veut dire qu'il y a ? »</p> <p>« Qu'est-ce qui peut bien agir en plus de la salive ... ? »</p> <p>« Quelles sont les conditions qui règnent à l'intérieur du corps ? »</p> <p>« La salive et la ... ? »</p> <p>« La température de ... ? »</p>	<p>➤ Plusieurs facteurs <b>agissent sur le pain</b></p> <p>➤ La température</p> <p>➤ 37°C</p>

# La phase de formation des hypothèses

## ... la sélection des réponses

QUESTIONS DE L'ENSEIGNANT	REPONSES SELECTIONNEES	REPONSES IGNOREES
« Quelle hypothèse avez-vous mise ? »	« La réaction de la salive avec l'amidon qui pourrait provoquer le goût sucré »	<p>« Le pain pouvait contenir un peu de saccharose »</p> <p>« Le glucose doit être un des derniers éléments du pain digéré par la salive »</p>
<p>« La salive pourrait agir sur l'amidon du pain en le ... ? »</p> <p>Quelle pourrait être cette action de la salive ? »</p>	« En le transformant »	<p>« En le dissolvant »</p> <p>« En le cuisant »</p> <p>« En le décomposant »</p>

# **CONTRAINTES DE L'ENSEIGNANT DANS LA TRANSITION DE LA DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE**

*D'après Simone Bomchil, Bernard Darley*

**C1 : L'expérience personnelle : pas d'expérience de la recherche**  
expérience de TP universitaire

**C2 : les contraintes institutionnelles : respect des I.O.**  
empirisme comme pratique heuristique  
le respects des programmes

**C3 : Le contexte scientifique : uniquement les concepts scientifiques**  
problématique à élaborer à partir de l'énoncé du savoir

**C4 : Le temps : court**  
une séance de TP ; 1h30

**C5 : Les destinataires : en situation de construction des savoirs**  
implicites non partagés  
l'enseignant en position d'autorité

**C6 : Le statut des sciences expérimentales :**  
sciences du concret : empirisme  
sciences "dures" : dogmatisme

**C7 : L'évaluation des élèves**  
focalisation sur les tâches opératoires  
standardisation des écrits

**C8 : Les contraintes matérielles : faible coût pour un gain maximal**  
centration sur le résultat  
expérience non renouvelée

# La phase de formation des hypothèses

- *Une seule hypothèse retenue (C2) + coutume*
- *Questions choisies de telle manière que leur contenu et leurs réponses introduisent les mots attendus dans la bonne hypothèse (C2 + C4)*
- *Succession de questions organisée pour que chaque question permette par sa réponse de relier dans une même phrase, les réponses précédemment obtenues*
- *Sélection des hypothèses par un argument d'autorité ((C5)*

## Phase de lacement des expériences

*« Alors notre TP d'aujourd'hui va essayer de prouver ...  
enfin de démontrer si notre hypothèse est juste ou si  
notre hypothèse est fausse. Voilà pourquoi on va essayer  
de réaliser cette digestion de l'amidon cuit par la salive.  
Vous allez voir que dans deux de ces tubes vous avez au  
fond ce qu'on appelle de l'empois d'amidon ... »*

## Phase de lacement des expériences

*« au fond ce qu'on appelle de l'empois d'amidon ... donc qu'est-ce qui va falloir mettre dans l'un de ces tubes ? ben voilà dans l'un de ces tubes on va ajouter de la salive. On essaie de voir la digestion de l'amidon cuit par la salive. D'accord ? Donc dans l'un des 2 tubes, on va mettre de la salive ».*

# La phase d'expérimentation

- *Le professeur donne la procédure à suivre (C4+ C5)*
- *Le professeur contrôle la bonne exécution de chaque étape (C7 + C8)*
- *Le professeur contrôle la chronologie et la durée (C4)*
- *Pas d'anticipation des résultats attendus (C1 + C2)*
- *Les conditions d'expérience ne sont pas discutées : temps, amidon cuit ... (C1 + C4)*



# La phase d'expérimentation

## EXPÉRIMENTER :

- *C'est appliquer scrupuleusement des consignes données par l'enseignant...*
- *C'est suivre et mettre en œuvre un protocole*

# La phase d'interprétation

**LES DONNÉES : les couleurs prises par les réactifs**

**LES RÉSULTATS : les déductions faites à partir de ces informations :**

- *présence ou absence d'amidon et sucres réducteurs dans les différents tubes*
- *disparition ou non d'amidon et formation ou non de sucres dans les différents tubes*

**Il s'agit ensuite de confronter ces résultats aux énoncés déduits de l'hypothèse**

# La phase d'interprétation

Énoncés déduits de l'hypothèse :

*« in vitro, on doit obtenir une digestion d'amidon en présence de salive et aucune digestion en l'absence de salive »*

**SI OUI, on pourra déduire - au maximum - :**

*« l'hypothèse d'un lien *in vivo* entre la présence de salive et la digestion de l'empois d'amidon en sucre est à considérer ».*

# La phase d'interprétation

Énoncés déduits de l'hypothèse :

*« in vitro, on doit obtenir une digestion d'amidon en présence de salive et aucune digestion en l'absence de salive ».*

**SI NON** : avant de rejeter l'hypothèse, se demander si :

les conditions expérimentales étaient telles que toutes les conditions qui, in vivo, étaient susceptibles d'intervenir, ont bien été reproduites in vitro.

# Raisonnement

<p><b>Je vois que (majeure)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• En présence de salive l'amidon disparaît et il y a apparition de sucre</li><li>2) En l'absence de salive : pas de disparition d'amidon et pas formation de sucre</li></ul>
<p><b>Or je sais que (mineure)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La disparition de x et la formation de y implique la transformation chimique de x en y</li><li>2) La production d'un phénomène en présence d'un facteur F et sa non production en l'absence de ce même facteur implique que F est responsable du phénomène</li></ul>
<p><b>Donc je peux en conclure que</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il y a transformation chimique de l'amidon en sucre</li><li>2) La salive est responsable de la transformation chimique de l'amidon en sucre</li></ul>

# La phase d'interprétation

Procédure de démonstration :

... **Logique de présentation empiriste**

- *Le fait joue le rôle de majeur (C6)*
- *L'hypothèse est la conséquence des résultats expérimentaux (C4)*

Démarche pédagogique qui permet de passer le vite possible des faits à la loi en faisant mine de s'appuyer sur la démarche expérimentale

# Raisonnement EXPERIMENTAL

<b>Si mon hypothèse est vraie</b>	Si la salive est responsable de la transformation chimique de l'amidon en sucre
<b>Sachant que</b>	La transformation chimique de x en y implique la disparition de x et la formation de y
<b>Alors je devrais obtenir que</b>	En présence de salive, disparition de l'amidon et formation de sucre En l'absence de salive : non disparition de l'amidon et non formation de sucre

# Interprétation-conclusion

**Les résultats obtenus sont en accord avec les résultats attendus :**

- *l'hypothèse est plausible, elle est validée*

**Les résultats obtenus sont en désaccord avec les résultats attendus :**

- *l'hypothèse est rejetée ... ou les conditions expérimentales sont à revoir*