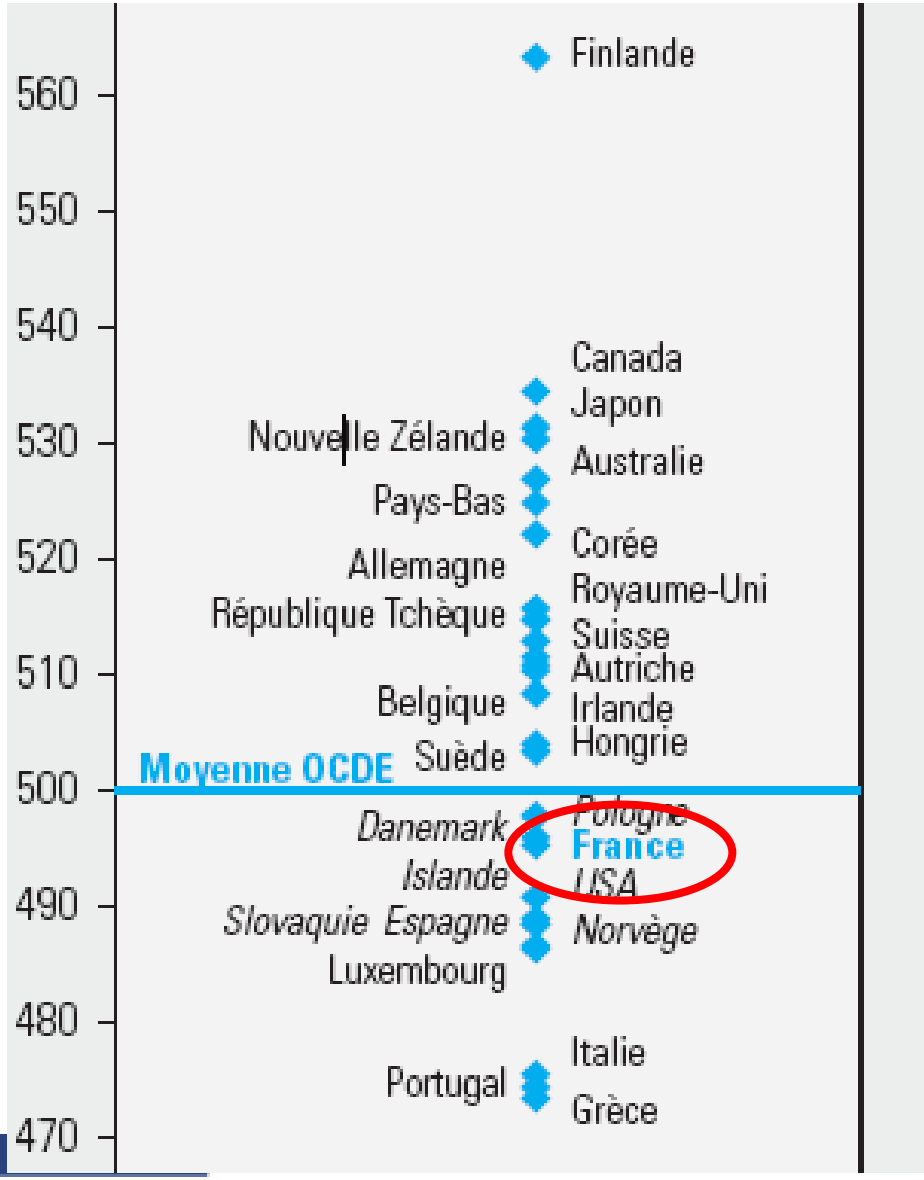
Conception de protocoles expérimentaux et démarche d'investigation

dans l'enseignement des sciences expérimentales

E. Sanchez, R Monod-Ansaldi, M. Biau, C. Wajeman

Contexte

- **PISA 2006**
- **La désaffection des étudiants pour les études scientifique**

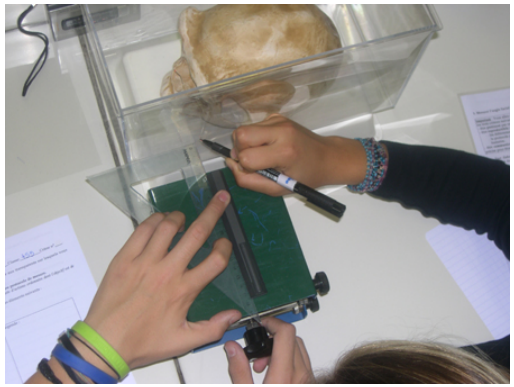


Des occasions de s'engager dans une démarche d'investigation

ACS, TPE, P2S, IDD…

… et dans les séances de travaux pratiques

COPEX



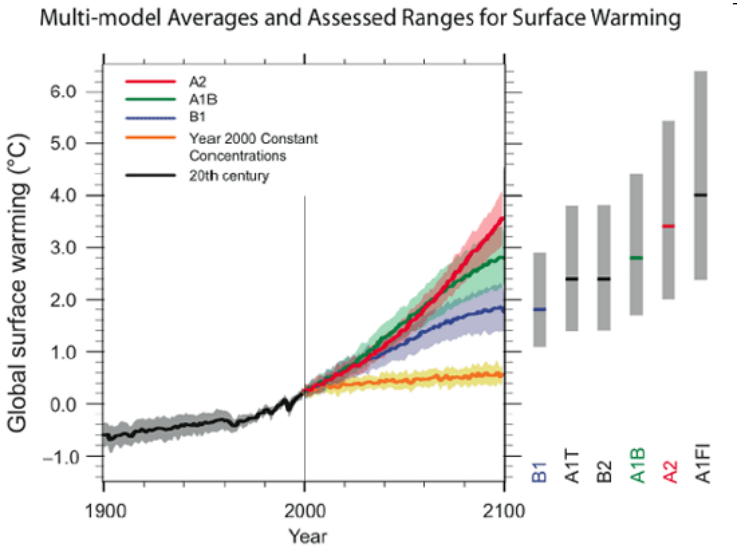
- **Un projet de recherche**

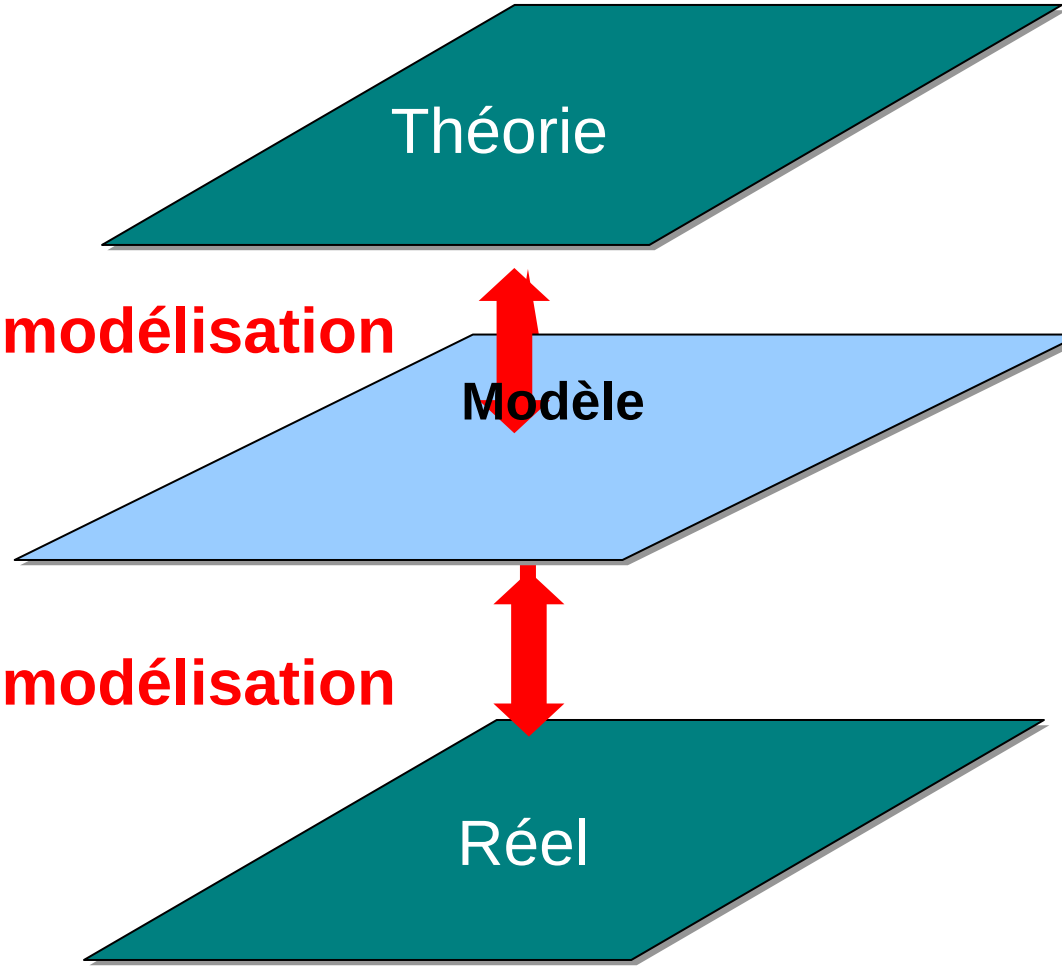
  Place de l'étape « conception de protocole » dans l'investigation scientifique

- **Questions de recherche**

  - Caractérisation et modélisation d'un protocole expérimental dans 4 disciplines expérimentales ;
  - Identification des guidages et aides dans une tâche de conception de protocole
  - Conception d'un environnement informatique

La modélisation comme démarche scientifique





Investigation scientifique et modélisation

M Tâches centrées sur le modèle

EM Utilisation du modèle pour établir des prévisions

RE Tâches centrées sur la maîtrise du registre empirique

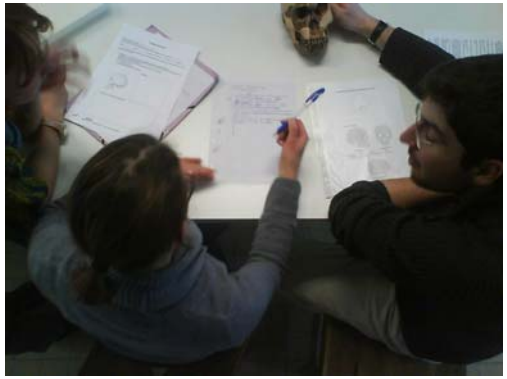
EM Confrontation des données au modèle

Conception de protocole

Un protocole comprend l'ensemble des procédures à exécuter afin de produire des observables permettant d'éprouver une hypothèse

(une étape clef de l'investigation scientifique)

Une séance de travaux pratiques consacrée à la conception d'un protocole



On souhaiterait :

- Un travail des élèves en autonomie

Ce qui implique de construire :

- Une situation (un milieu didactique)
- Qui contient des éléments qui permettent aux élèves d'éprouver leur stratégie

Des critères pour évaluer le protocole élaboré

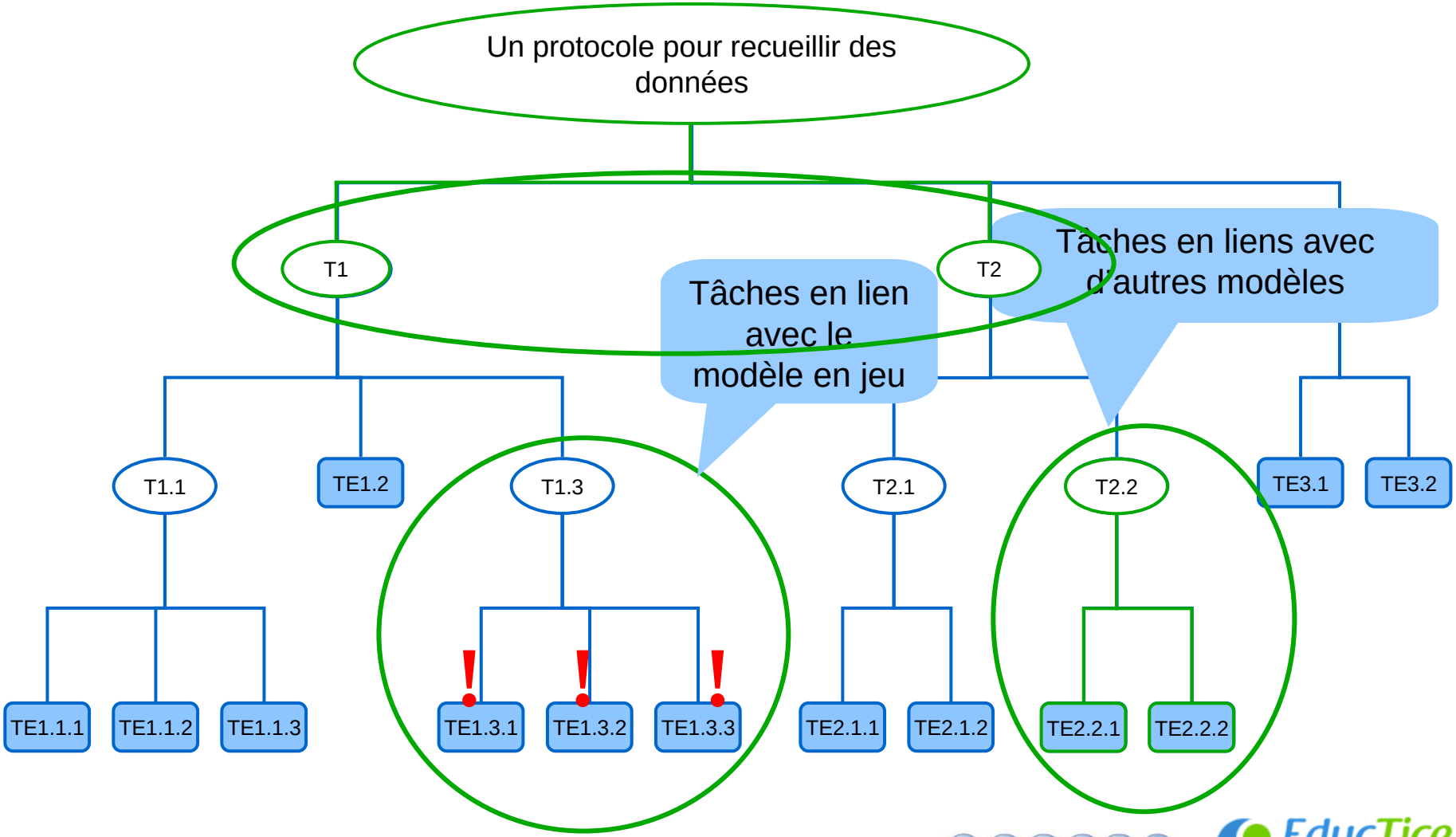
- Pertinence
- Exécutabilité
- Reproductibilité
- Communicabilité

Pertinence

- **Un protocole est pertinent s'il permet de recueillir des données utiles pour répondre à la question de départ**

- **Donner la possibilité d'évaluer la pertinence implique :**
  - d'expliciter le modèle scientifique en jeu
  - de distinguer les étapes du protocole qui relèvent du modèle scientifique en jeu de celles qui relèvent de modèles d'autres disciplines

Un arbre des tâches pour identifier ce qui sera à la charge des élèves



Exécutabilité/domaine de validité

- **Un protocole est exécutable s'il est possible de le mettre en œuvre dans différents types de situations**

- **Donner la possibilité d'évaluer l'exécutabilité implique :**
  - d'offrir la possibilité d'apprécier les situations dans lesquelles le protocole est susceptible d'être mis en oeuvre

Reproductibilité

- **Un protocole est reproductible s'il permet de recueillir des données identiques lorsque les conditions de sa mise en œuvre n'ont pas été modifiées**

- **Donner la possibilité d'évaluer la reproductibilité implique :**
  - D'offrir la possibilité de reproduire le protocole et de comparer les résultats obtenus

Communicabilité

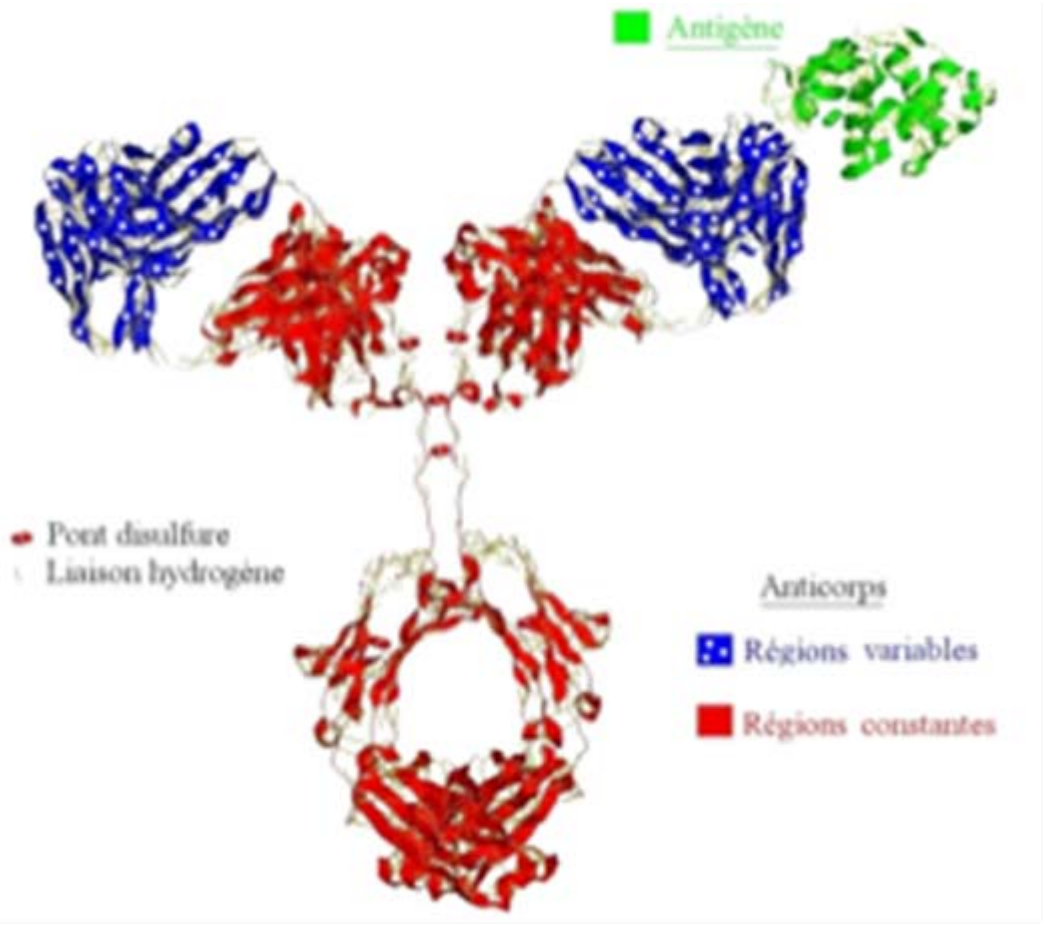
- **Un protocole est communicable si les procédures à mettre en œuvre sont décrites de manière suffisamment précise**

- **Donner la possibilité d'évaluer la communicabilité implique :**
  - d'indiquer le vocabulaire scientifique ou technique qui permettra de rédiger le protocole

4 TP expérimentés

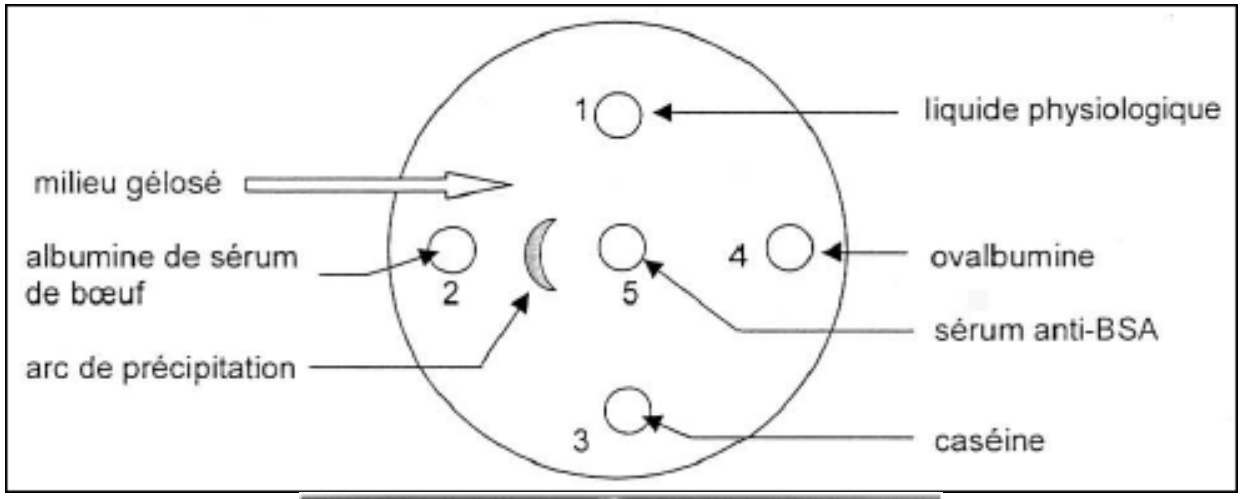
- **Sciences Physiques**: Identifier et caractériser un dipôle inconnu
- **Chimie**: Indicateur coloré
- **Géologie**: mesure de l'angle facial de crânes de la lignée humaine
- **Biologie**: liaison antigène/anticorps

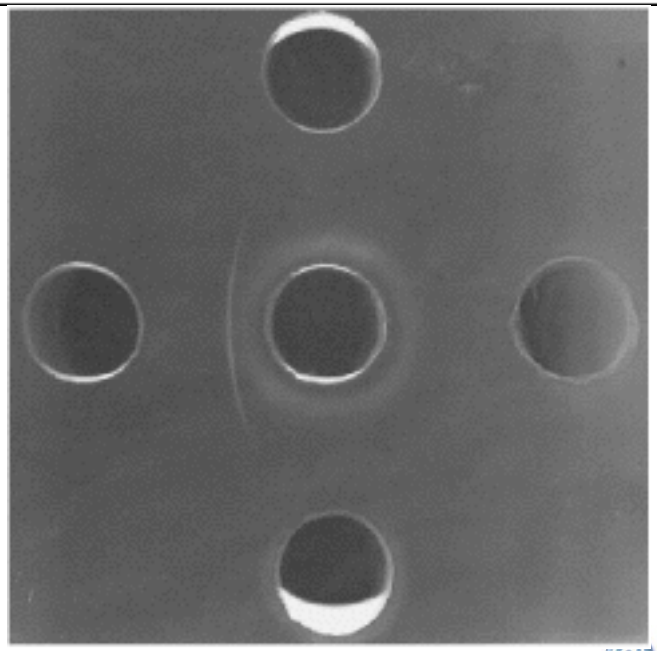
TP liaison antigène-anticorps



Comment montrer que les structures tridimensionnelles de l'anticorps et de l'antigène correspondant sont importantes pour leur liaison ?

Technique d'immunodiffusion





TP "Identifier et caractériser un dipôle inconnu"

Construire un protocole expérimental qui permette de déterminer la **nature de dipôles inconnus**, et d'en donner les caractéristiques physiques

Identifier et caractériser un dipôle inconnu

- Connaissances **: Electricité**

  Courant continu - Régimes transitoires - Condensateurs et Bobines - Circuits RC, RL...

- Dipôles possibles **= R, C, RL**
- Identifier **= Déterminer la nature des dipôles X**

  X=R ou X=C ou X=RL
- Caractériser **= Trouver les valeurs de R, L, C des dipôles**

  exemple : R= 100Ω et L= 0,1 H pour un dipôle RL

choisir les étapes qui seront laissées à la charge de l'élève

	Antigène/anticorps	Dipôle inconnu
À la charge des élèves	choix des molécules et des traitements Positionnement des puits sur la boîte	Mesures – interprétation des mesures – traitements des données – réglages
À la charge du professeur	protocole d'immuno-diffusion - contrôle du protocole avant sa réalisation	Mode d'emploi des appareils et extraits de protocoles Aide sur points spécifiques (ex : tau)

Donner des contraintes pour atteindre un objectif

- TP dipôle inconnu : TP de révision Bac
- Objectif du TP : faire mobiliser l'ensemble des connaissances théoriques et expérimentales sur les Régimes Transitoires (RT)
- Moyen : faire différentier les 2 types de dipôles étudiés (RL, C) par rapport à un dipôle sans RT (R)
- Contrainte : concevoir un protocole générique → valide pour les 3 types de dipôles

Fournir aux élèves la liste des contraintes matérielles à prendre en compte

(durée, quantité de produits disponibles, économie et sécurité)

Dipôle inconnu	**Antigène/Anticorps**
consignes – fiches – et intervalles de définition des grandeurs recherchées	molécules disponibles - quantité maximum d'anticorps – durée des traitements – volumes

Organiser des confrontations de groupes d'élèves pour tester le critère de communicabilité

TP antigène/anticorps:

- le protocole est adressé à des élèves de TS d'un autre lycée
- travail par groupe de 3 (répartition des tâches)
- analyse des résultats attendus d'un groupe par un autre
- collaboration de 2 petits groupes pour la rédaction et la réalisation du protocole

Travail en groupe disciplinaire SVT

Notions abordées dans la séance précédente

- **Liaison anticorps-antigène :** un anticorps peut fixer deux molécules d'antigène et ainsi provoquer la précipitation
- **Structure de l'anticorps :** les anticorps sont des protéines constituées de 4 chaînes polypeptidiques présentant une région constante et une région variable et reliées par des ponts disulfures
- **Structure du site de fixation:** les régions variables de deux chaînes s'associent pour former 2 sites de fixation dont la forme est maintenue par des liaisons hydrogène.

Travail sur le principe de l'expérience par petit groupes (6x3)

Mise en commun classe entière:

agir sur la structure tridimensionelle de l'AC et/ou de l'Ag et mettre en évidence les conséquences sur la précipitation (liaison AC/Ag)

Travail en petit groupe pour l'élaboration d'un protocole et l'anticipation des résultats:

Choix des molécules, des agents, rédaction d'un protocole, schéma des boites et des résultats attendus

Echange des résultats anticipés et interprétation

Association des groupes ayant échangé leurs résultats

Élaboration, rédaction et réalisation d'un protocole commun

3 ateliers

http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/corise/copex/formation-de-formateurs/consignesSVT1

Deuxième demi-journée SVT

- Concevoir une séance de TP niveau seconde, dont le but sera l'élaboration par les élèves d'un protocole permettant de déterminer les conditions nécessaires à la croissance d'algues vertes microscopiques.

  Un exemple de protocole expert vous est fourni.

  La liste du matériel nécessaire, le scénario de la séance, ainsi que la fiche de consigne élèves et d'éventuelles fiches d'aides devront être rédigés.

Deuxième demi-journée SVT

Hypothèses souvent proposées par les élèves : (en bleu, hypothèses qu'on se propose de tester durant le TP)

- Les algues vertes ont besoin de lumière pour se multiplier.
- Les algues vertes ont besoin d'eau pour se multiplier.
- Les algues vertes ont besoin de sels minéraux pour se multiplier.
- Les algues vertes ont besoin de CO2 pour se multiplier.
- Les algues vertes ont besoin d'O2 pour se multiplier.
- Les algues vertes ont besoin de glucose pour se multiplier.
- Les algues vertes ont besoin de chaleur pour se multiplier.

Au travail…

http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/corise/copex/formation-de-formateurs/consignesSVT1