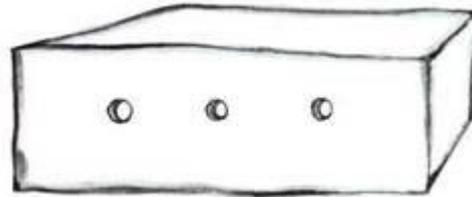


Démarche scientifique et black boxes

Une expérience utile, frustrante et passionnante pour nos étudiants



Stéphanie Bonneau
stephanie.bonneau@upmc.fr

Pistes du projet « Boîtes noires »

- Initiation à la démarche d'investigation
- Renforcer la motivation personnelle
 - » Mise en situation stimulante,
 - » Construction d'un rapport « intellectuel » à la Physique
- Développer un rapport universitaire au savoir
 - » Compréhension personnelle, en profondeur
 - » Faire des liens entre connaissances, disciplines



Le projet « Boîtes noires »

- Séance introductive / Cours d'Histoire des sciences
 - » Objectifs
 - » Représentations de la science
 - Technologique (instruments et méthodes complexes)
 - Activités intellectuelles (calculer, réfléchir, penser)
 - Grandes découvertes
 - Intuition - génie
 - » Quelques concepts épistémologiques
 - Observation/Interprétation ; Déduction/Faits
 - Inférences logiques (déduction, induction...)
 - Théories, modèles, lois, expérimentation
 - Hypothèses éclairées, tests, conclusions

Le projet « Boîtes noires »

- Les ateliers
 - » Processus d'exploration
 - Attributs caractéristiques
 - » Test des idées
 - Formulation des hypothèses et prédictions correspondantes
 - Tests et conclusions
- Trois procédures
 - » Un seul objet dans la boîte
 - » Deux objets
 - » Tous le même objet



La « vraie boîte noire »

Qu'y a-t-il dans la boîte noire ?

- Boîte scellée, contenant un seul objet « du monde réel »
- Accès au FabLab, aide du corps enseignant et des personnels de plateformes d'enseignement
- Séances de structuration/suivi régulières
- ON N'OUVRE PAS LA VRAIE BOITE NOIRE... même pour l'évaluation
- Evaluation faite par les pairs et un jury d'enseignants
- Grille dévaluation détaillée



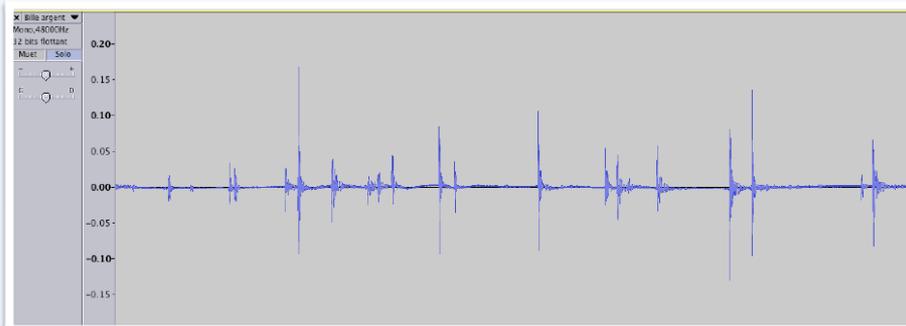
La « vraie boîte noire »

- Souvent, reprise des tests réalisés lors des ateliers
- Manque de précision
 - » Améliorations expérimentales
 - » Modèles et calculs

Représentation graphique du son émis par l'objet au cours du temps



Représentation du son émis par une perle de forme irrégulière au cours du temps



La « vraie boîte noire »

- Des expériences issues du cours

Expérience 2 : Calorimétrie



1 : On détermine la capacité calorimétrique de la boîte vide plus le calorimétrique (à partir de la capacité thermique de l'eau).

2 : On calcule la capacité thermique de la boîte avec l'objet et on lui « soustrait » celle de la boîte vide.

$$C_{\text{objet}} \approx 200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

On pourrait en déduire la nature métallique de l'objet ($C_{\text{métaux}}$ entre 150 et 1000 $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$), mais les incertitudes sont bien trop grandes pour valider quoi que ce soit.

La « vraie boîte noire »

- Expériences plus personnelles

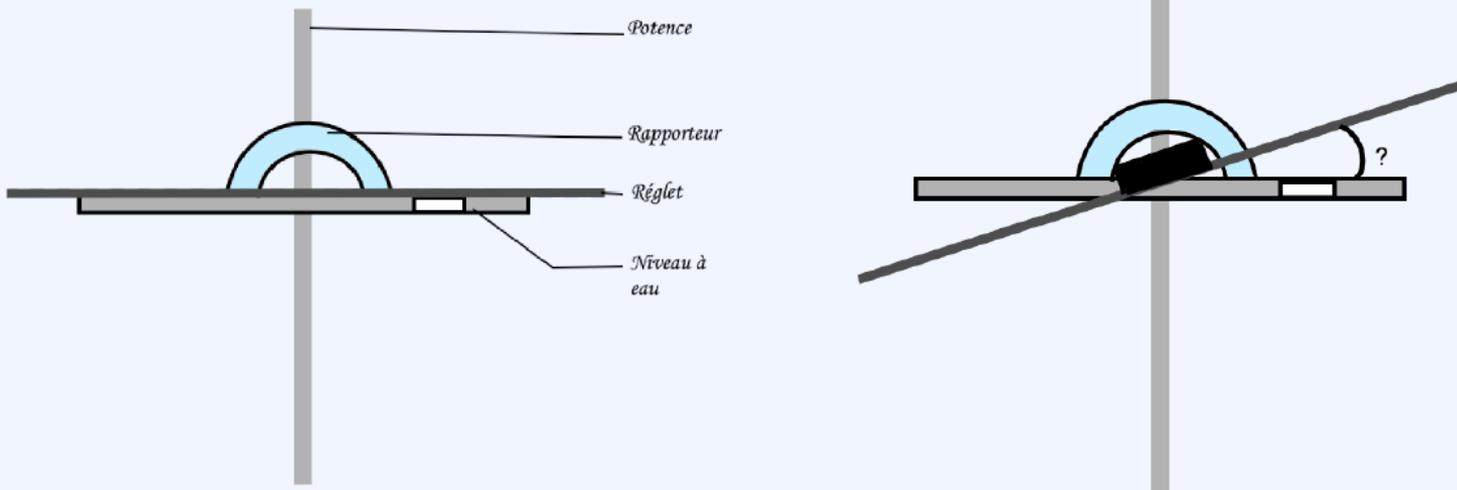


Schéma du montage permettant de déterminer l'angle pour lequel l'objet chute

La « vraie boîte noire »

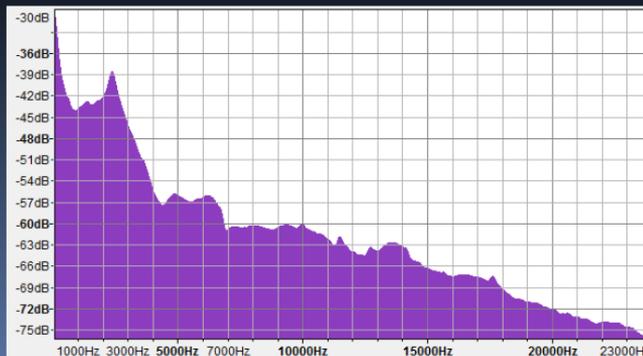
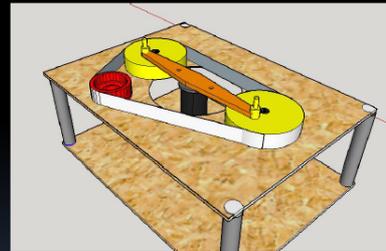
- Expériences plus personnelles

Expérience 3 : Analyse audio de la rotation de l'objet dans la boîte

On fait tourner l'objet dans la boîte pour entendre le son des faces de l'objet sur les parois de la boîte.

Il faut que le mouvement de rotation soit le plus régulier possible.

Tentative d'élaboration d'un « Agitateur vortex » sur le modèle de ceux utilisés en Biotechnologies.

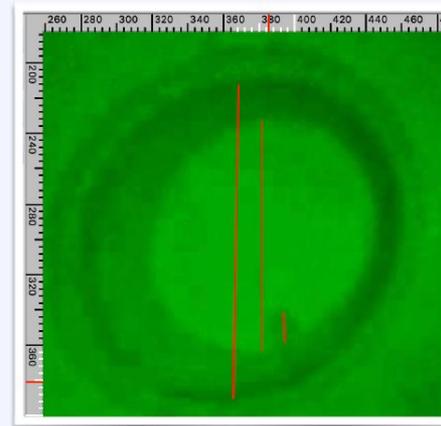


Analyse fréquentielle de la rotation de l'objet dans la boîte à la main.

La « vraie boîte noire »

- Expériences plus personnelles... et une aide technologique

Traitement numérique d'images prises au rayon X

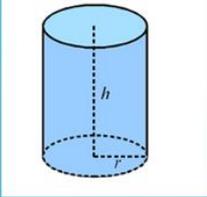


La taille de l'objet est de 3,56 mm
avec une incertitude de 1 mm.

La « vraie boîte noire »

- Explication et interprétation de résultats issus de différentes méthodes

Détermination approximative du Volume :



Méthode :

- On décompose l'objet en Plusieurs petits cylindres
- Volume d'un Cylindre : $\pi R^2 H$
- Somme des volumes.



Logiciel Mesurim

Volume approximative de l'Objet :

$V_a = 3,88 \text{ cm}^3$

	A	B	C	D
1		Hauteur(cm)	Rayon(cm)	Volume(cm ³)
2	Cylindre 1	0,54	0,415	0,29202471
3	Cylindre 2	0,4	0,525	0,69237
4	Cylindre 3	0,41	0,56	0,80745728
5	Cylindre 4	0,49	0,56	0,96500992
6	Cylindre 5	0,4	0,495	0,6155028
7	Cylindre 6	0,45	0,424	0,508046976
8	Objet		0,56	3,880411686

La « vraie boîte noire »

- Comparaison des résultats à la littérature

Matières plastiques	masse volumique
	kg/m ³
Polypropylène	850 - 920
Polypropylène basse densité	890 - 930
Polypropylène haute densité	940 - 980
ABS	1 040 - 1 060
Polystyrène	1 040 - 1 060
Nylon 6,6	1 120 - 1 160
Polyacrylate de méthyle	1 160 - 1 200
PVC + plastifiant	1 190 - 1 350
Polyéthylène/téréphtalate	1 380 - 1 410
PVC	1 380 - 1 410
Bakélite	1 350 - 1 400

Bois	masse volumique
	kg/m ³
acajou	700
buis	910 - 1 320
cèdre	490
chêne	610 - 980
chêne (cœur)	1 170
ébène	1 150
frêne	840
hêtre	800
liège	240
peuplier	390
pin	740
platane	650
sapin	450
teck	860

Masse volumique de différents matériaux

- Importance des échanges et « collaborations »

Lieux visités / Personnes rencontrées

- Banque Européenne d'Investissement (BEI)
- Hôpitaux Robert Schuman (Hôpital Kirchberg) secteur Radiologie des urgences, merci à Florent, chef du secteur
- Frédéric Daigne
- Bibliothèques de l'UPMC
- Laborantins de physique



Le retour des étudiants

- Renforcer la motivation personnelle
 - » *J'en ai parlé à tout le monde autour de moi*
- Initiation à la démarche d'investigation
 - » *Il y a une part d'inventivité dans la science ?*
 - » *Il faut se méfier de son intuition !*
- Développer un rapport universitaire au savoir
 - » *Compréhension personnelle*
 - » *Liens entre connaissances, disciplines*
- Connaissance de l'université (personnes, locaux, installations...)



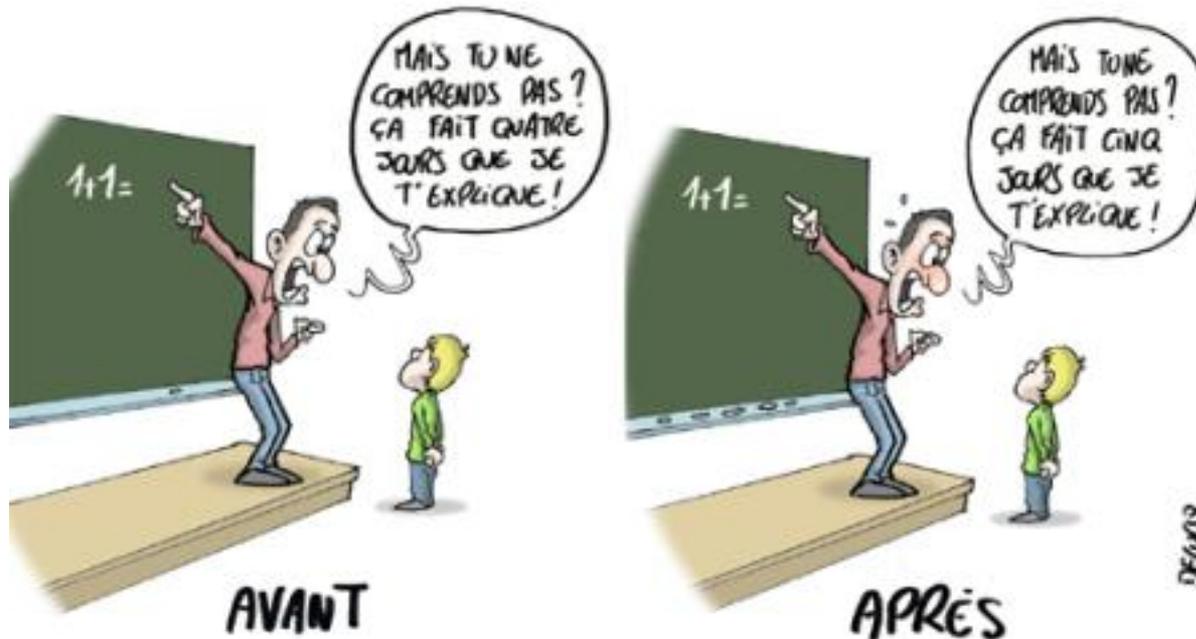
Quelques conclusions...

- L'exercice est riche et stimulant et aide à prendre du recul.
- Il constitue un réel apprentissage, y compris sur le plan disciplinaire
- Interrogations :
 - » Il nécessite:
 - Que les étudiants jouent le jeu
 - Que le niveau des étudiants soit suffisant ?
 - » Questions relatives aux études concernant les pédagogies « innovantes » problèmes/projets dans le secondaire
 - Favorise les favorisés...
 - Entrée dans les apprentissages par des objectifs « de haut niveau »
 - Aspects constructif des interactions dans les apprentissages en groupes
 - Mettre d'autres choses en place
 - Et filles/garçons ?



Enseigner à l'université

- Qu'est-ce que je peux faire pour influencer positivement sur la réussite des étudiants à l'Université ?



Réussir à l'université

- Quel est le profil d'un étudiant qui réussit à l'université ?

Facteur	Profil adapté
Choix d'orientation	Adéquation des pré-acquis et pré-requis
Transition secondaire/universitaire	Connait le « métier d'étudiant » <ul style="list-style-type: none">- gère ses échéances intermédiaires- se met au travail alors que rien ne l'y oblige
Contrat didactique à l'université	Connait les règles tacites <ul style="list-style-type: none">- comment travailler ?- que cherche-t-on à évaluer en examen ?
Motivation personnelle	Intérêt intellectuel pour la discipline
Rapport au savoir	Recherche de compréhension personnelle <ul style="list-style-type: none">- apprentissage en profondeur- faire évoluer ses connaissances « naïves »- sans oublier la mémorisation et les indications « stratégiques »

L'évaluation

- Grille d'évaluation

Projet "Boîtes noires" – Oraux

Compétences	Capacités attendues	A	B	C	D
S'approprier	Comprendre la démarche scientifique (hypothèses éclairées, test...)	5	3	1	0
	Identifier les Paramètres importants du (des) problème(s) traité(s)				
	Identifier les points de cours connus				
	Termes clefs – grandeurs, concepts et liens				
Analyser	Identification des grandeurs expérimentales	4	3	1	0
	Attribuer la signification physique de chacune de ces grandeurs				
	Objectif(s) pausé suivant démarche scientifique choisie				
	Traitement de chaque expérience conduit à une conclusion rigoureuse, robuste				
Réaliser	Cohérence de la démarche proposée	5	3	1	0
	Qualité des montages expérimentaux réalisés				
	Qualité des mesures réalisées				
	Prise en compte des incertitudes				
	Suivi des consignes, recommandations et conseils				

L'évaluation

- Grille d'évaluation

Valider	Qualité des calculs réalisés	5	3	1	0
	Adaptation des différent exercices et démonstrations de cours (connus ou classiques) au problème traité				
	Suivi des consignes, recommandations et conseils				
Communiquer	Structuration de la présentation (introduction, annonce du sujet et conclusion...)	4	2	1	0
	Qualité expression orale - Élocution / articulation, Débit / tonalité / Volume				
	Attitude générale - calme / stressé, investi / inerte / trop décontracté, Sourire				
	Répartition équitable de la parole dans le groupe				
	Gestion du temps				
Autonomie	Approche personnelle / pertinente	2	1	0	0
	Implication et motivation				
Autres remarques					Note finale