

# Former et évaluer par compétences

Une proposition d'outils du groupe SESAMES pour :

- la réflexion
- la conception de séquences
- l'apprentissage des élèves...
- ...et l'évaluation

*Situations d'Enseignement Scientifique :  
Activités de Modélisation, d'Évaluation, et de Simulation*

*Julien Machet  
Anne-Marie Miguet  
Stéphane Perrey  
Jacques Vince*

[pegase@listes.ens-lyon.fr](mailto:pegase@listes.ens-lyon.fr)



UMR 5191 - CNRS / Université Lyon 2  
Interactions, Corpus, Apprentissages, Représentations

30 mars 2017  
Lycée Ampère



# Ordre du jour

- 1- Contexte actuel, vocabulaire, quelques choix
- 2- Compétences et capacités :  
    quelle utilité en classe ?
- 3- Faire émerger les capacités...
- 4- Pour évaluer



Vos niveaux  
d'enseignement

Vos attentes

Votre expérience  
des compétences,  
des capacités...

# 1

## De quoi parle-t-on ?

Compétences

Connaissances

Capacités

Savoirs

Savoir-faire



EST-CE  
UNE  
COMPÉTENCE? ...



Plus de 200  
notions et  
contenus

Environ 100  
compétences  
en 1<sup>ère</sup> S

11  
compétences  
Mesures et incert.

118  
compétences  
en TS

Des évaluations  
par  
compétences...  
ou  
pas

L'illustration de 3  
grandes phases  
de la démarche  
scientifique

Observer  
Comprendre  
Agir

Des  
orientations  
thématiques

# Pour le collège ?...

## *Compétences travaillées*

- Pratiquer des démarches scientifiques
- Concevoir, créer, réaliser
- S'approprier des outils et des méthodes
- Pratiquer des langages
- Mobiliser des outils numériques
- Adopter un comportement éthique et responsable
- Se situer dans l'espace et dans le temps

# Pour le collège ?...

Bulletin officiel spécial n° 11  
du 26 novembre 2015

## Pratiquer des démarches scientifiques

- » Identifier des questions de nature scientifique.
- » Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique.  
Concevoir une expérience pour la ou les tester.
- » Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte.
- » Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.
- » Développer des modèles simples pour expliquer des faits d'observations et mettre en œuvre des démarches propres aux sciences.

*Domaine du socle : 4*

# Pour le nouveau collège ?...

► **CYCLE 4** PHYSIQUE-CHIMIE

## L'énergie et ses conversions

Attendus de fin de cycle

- » Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie.
- » Utiliser la conservation de l'énergie.
- » Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<b>Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie</b> <b>Utiliser la conservation de l'énergie</b>	
Identifier les différentes formes d'énergie. » Cinétique (relation $E_c = \frac{1}{2} mv^2$ ), potentielle (dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse. Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie. Établir un bilan énergétique pour un système simple. » Sources. » Transferts. » Conversion d'un type d'énergie en un autre » Conservation de l'énergie. » Unités d'énergie.  Utiliser la relation liant puissance, énergie et durée. » Notion de puissance	Les supports d'enseignement gagnent à relever de systèmes ou de situations de la vie courante Les activités proposées permettent de souligner que toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes ni également utilisables. Ce thème permet d'aborder un vocabulaire scientifique visant à clarifier les termes souvent rencontrés dans la vie courante : chaleur, production, pertes, consommation, gaspillage, économie d'énergie, énergies renouvelables.

## Le contexte d'introduction des compétences

- Le socle commun de connaissances, de **compétences** et de culture
- Des préambules de programmes de lycée depuis longtemps *ornés* d'une insistance sur les compétences à développer (démarches)...
- Une volonté de *donner du sens, contextualiser, faire vivre le savoir...*
- L'expérience des sections technologiques
- Les évaluations internationales...

## Le contexte d'introduction des compétences

- La compétence comme éléments de consensus entre des groupes de pression traditionnellement en opposition...
- La compétence comme réseau de connaissances susceptibles d'être mobilisées pour accomplir des tâches (mise en relation, famille de situation, finalité)
- Tâche inédite, complexe ?
- Confusion situation d'apprentissage/situation d'évaluation ?...

# Une approche par compétences partout préconisée...

... mais des programmes encore structurés selon  
le contenu

→ « compétences » *attendues* ou *exigibles*

→ un guidage souvent moins fort en  
termes de démarches expérimentales :

*chance ou difficulté supplémentaire ?*



## S'approprier

1. Quelle inégalité doivent respecter les indices de réfraction pour qu'il y ait réflexion totale ?

## Analyser

2. Proposer un trajet pour le rayon lumineux pénétrant dans la fibre optique du **DOC 9**.

## Réaliser

3. Paramétrer l'animation hébergée à l'adresse : [http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/descartes.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/descartes.swf), afin de vous placer dans

## 37 ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES

Concentration d'un sérum physiologique

COMPÉTENCES S'approprier, réaliser, analyser, valider.

## 36 ANALYSE ET SYNTHÈSE DE DOCUMENTS

★ Course à pied

COMPÉTENCES S'approprier, analyser, communiquer.

Dans le domaine sportif, la mesure de la concentration de certaines espèces dans le sang permet d'analyser le comportement de l'organisme pendant l'effort.



des conditions similaires à celles de la fibre optique du **DOC 9**.

4. Déterminer l'angle d'incidence  $i$  à partir duquel on obtient le phénomène de réflexion totale.
5. À l'aide de l'animation, déterminer la relation liant l'angle d'incidence  $i$  et l'angle de réflexion  $i'$ .

## Valider

6. Corriger si nécessaire la proposition en réponse à la question 2.  
Représenter le trajet du rayon lumineux se propageant dans la fibre optique, en indiquant les valeurs des angles.

## COMPÉTENCES

REALISER

## Questions

- 1 Dans un ballon, introduire 2,0 mL de salicylate de méthyle. Y ajouter 20 mL d'eau aqueuse d'hydroxyde de sodium en deux fois. Introduire trois fois le volume de chloroforme. Équiper le ballon d'un réfrigérant à eau et le mettre en route sur un chauffe-ballon posé sur un support élévateur. Porter le contenu à ébullition pendant 15 minutes. Observer le réfrigérant à eau.

REALISER

- 2 Retirer le chauffe-ballon et le remplacer par un bain d'eau froide. Transvaser le contenu du ballon dans un bécher placé dans un bain de glace. Ajouter petit à petit 70 mL de la solution d'acide sulfurique. Agiter avec une spatule entre chaque ajout. Vérifier que le pH de la solution est inférieur à 2. Filtrer sur Büchner (→ **fiche méthode 6**, page 335). Laver le solide à l'eau.

REALISER

- 3 Sous hotte, réaliser une CCM (→ **fiche méthode 7**, page 336) d'une solution de méthyle, d'une solution commerciale d'acide salicylique et d'une solution de la synthèse. Le solvant de ces solutions est l'acétate d'éthyle.

ANALYSER

- 4 a. De quoi sont constituées les gouttes issues de la liquéfaction des vapeurs de méthyle, d'une solution commerciale d'acide salicylique et d'une solution de la synthèse. Le solvant de ces solutions est l'acétate d'éthyle.  
b. Émettre des hypothèses sur les rôles du montage de chauffage à reflux et du réfrigérant ?  
c. Interpréter le chromatogramme.

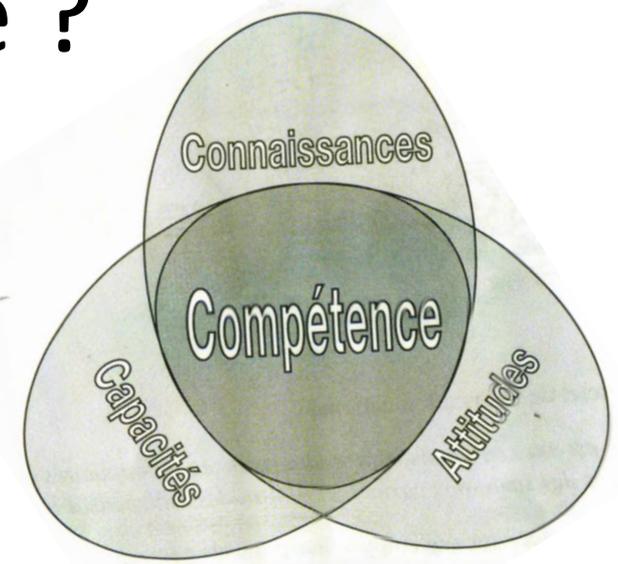
COMMUNIQUER

- 5 Conclure en justifiant les choix des techniques utilisées pour la purification et la synthèse.

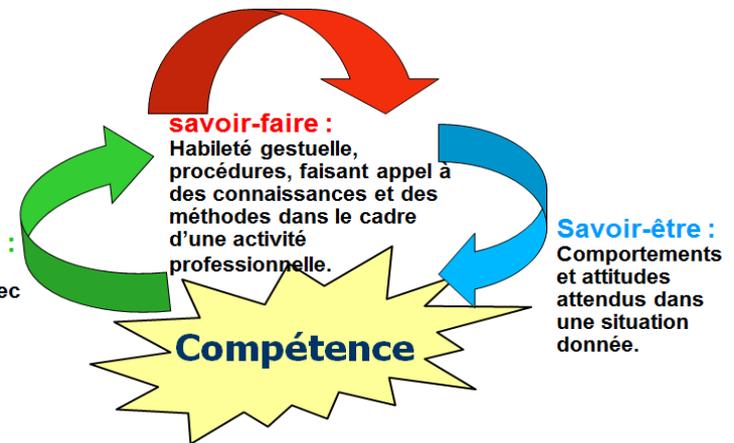
# Compétence ?

Combinaison de connaissances, de capacités à les mettre en œuvre dans des situations variées, et d'attitudes indispensables.

(BOEN 20/07/2006 – Socle)

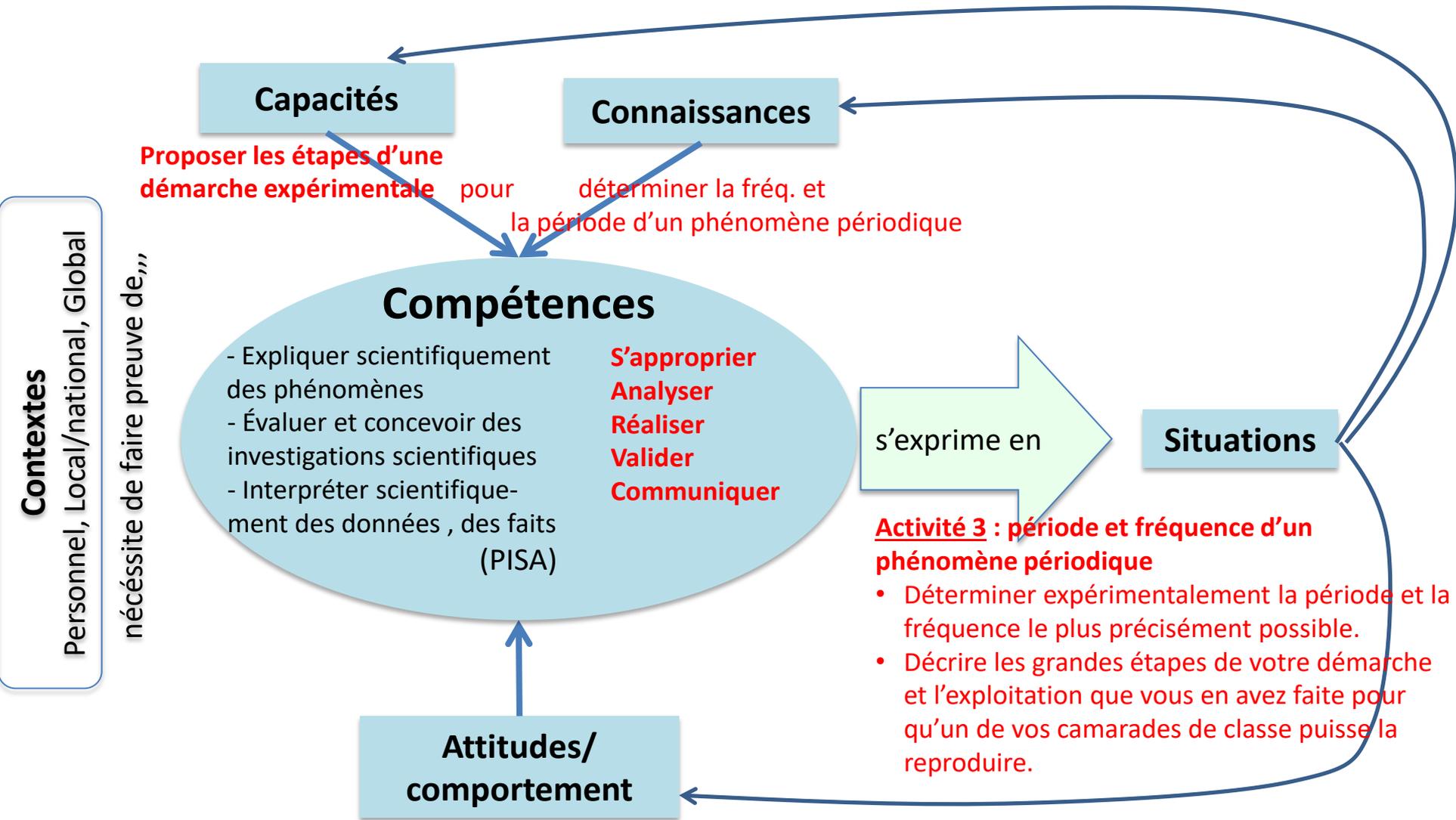


Une **compétence** est une mobilisation d'un ensemble de [savoirs – savoir-faire – savoir-être] et de ressources de l'environnement dans une situation professionnelle plus ou moins complexe.



**SITUATION PROFESSIONNELLE** : Mettre en application dans une situation professionnelle plus ou moins complexe. 14

# Compétences et connaissances ne s'opposent pas



Il y a des calculs, je ne vais pas y arriver  
Je n'aime pas quand il faut écrire la démarche

## 1<sup>ère</sup> conséquence :

compétences et connaissances ne s'opposent pas

Pas de compétences sans capacités et sans connaissances.

On est compétent si on peut planifier différentes actions face à un problème ou une question...

La connaissance ne sert à rien si elle ne peut pas être mobilisée de façon pertinente...

Réfléchir aux compétences  $\Rightarrow$  réfléchir au rôle des connaissances : pourquoi enseigner tel ou tel contenu ?

# Compétences et connaissances ne s'opposent pas

Pourtant, des détracteurs, des débats tendus...

Deux approches complémentaires, pas opposées :

➤ Approche par compétences

objectif :

réalisation de la tâche

moyen :

savoir

➤ Constructivisme

objectif :

savoir

moyen :

résolution de pbs,  
de tâches...

## 2<sup>e</sup> conséquence :

### Contextualisation / décontextualisation

La manifestation de la maîtrise d'une capacité se fait toujours *en contexte* : c'est ce qui est observable

La maîtrise est effective si elle n'est plus dépendante du contexte : l'élève doit percevoir cette démarche de décontextualisation.

⇒ veiller aux phases d'institutionnalisation qui suivent les activités/TP : un enseignement structuré par activités aide... sans être indispensable.

⇒ pas raisonnable de vouloir **évaluer** par compétences si on n'a pas **enseigné** par compétences

## 2<sup>e</sup> conséquence :

### Contextualisation / décontextualisation

Bref, pour assurer la mobilisation des connaissances en des contextes diversifiés, il faut sans doute articuler trois moments didactiques :

d'abord, une phase de construction des apprentissages en contexte ;

ensuite, une phase de décontextualisation ou de transfert (ou encore de diversification contextuelle)

enfin, une phase de retour réflexif ou métacognitif sur ces apprentissages.

(Crahay, 2006)

# Les choix de *SESAMES* sur le vocabulaire

Ou comment s'en sortir  
avec les multiples usages  
du mot « compétence »...

S'APPROPRIER

Les compétences exigibles ou attendue citées dans la 2<sup>ème</sup> colonne des programmes au BO

COMMUNIQUER

~~OBSERVER  
COMPRENDRE  
AGIR~~

Les compétences évaluées à l'ECE et dans certains exercices de l'écrit du bac

Les étapes de la démarche préconisée dans les programmes de 1<sup>ère</sup> et terminale S

Les capacités citées par le document de [l'IGEN](#)

- Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites
- Formuler une hypothèse
- Construire les étapes d'une résolution de problème
- Justifier ou proposer un protocole
- Identifier les paramètres influençant un phénomène
- Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse
- Proposer un modèle
- Évaluer des ordres de grandeurs

...ode et de  
...phénomène périodique.  
Identifier le caractère périodique d'un signal sur une durée donnée.  
Déterminer les caractéristiques d'un signal périodique.  
Extraire et exploiter des informations concernant la nature des ondes et leurs fréquences en fonction de l'application météorologique.  
...e du son  
Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air).  
Pratiquer une démarche expérimentale sur la réfraction et la réflexion totale.

## Compétences

S'APPROPRIER  
ANALYSER  
REALISER  
VALIDER  
COMMUNIQUER

## Capacités

Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites  
Formuler une hypothèse  
Construire les étapes d'une résolution de problème  
Justifier ou proposer un protocole  
Identifier les paramètres influençant un phénomène  
Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse  
Proposer un modèle  
Évaluer des ordres de grandeurs

## Capacités contextualisées

Connaître et utiliser les définitions de la période et de la fréquence d'un phénomène périodique.

*Identifier le caractère périodique d'un signal sur une durée donnée.*

*Déterminer les caractéristiques d'un signal périodique.*

Extraire et exploiter des informations concernant la nature des ondes et leurs fréquences en fonction de l'application médicale.

Connaître une valeur approchée de la vitesse du son dans l'air.

Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air).

*Pratiquer une démarche expérimentale sur la réfraction et la réflexion totale.*

# Lexique :

- **6 compétences** : niveau le plus général, peu opératoire
  - Ce sont quelques grandes composantes des démarches scientifiques, censées pouvoir décrire/couvrir la diversité de l'activité scientifique
  - Décrire la diversité de l'activité avec quelques compétences n'est pas simple
- **Capacités** : plus précises, indépendantes du domaine d'étude mais transposables, affectée à une compétence
- **Capacités contextualisées** : colonne « compétences » du BO
- **Contenu** : notion en jeu

# Une première conséquence...

**B.O.**

Bulletin officiel spécial n° 8 du 13 octobre 2011

## Capacités contextualisées

### Caractéristiques et propriétés des ondes

#### Notions et contenus

#### Caractéristiques des ondes

Ondes progressives. Grandeurs physiques associées.  
Retard.

Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.

Ondes sonores et ultrasonores.

Analyse spectrale. Hauteur et timbre.

#### ~~Compétences exigibles~~

Définir une onde progressive à une dimension.  
Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité).  
*Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.*

Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.  
Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.  
*Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.*

*Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.*

## Un de nos documents de travail :

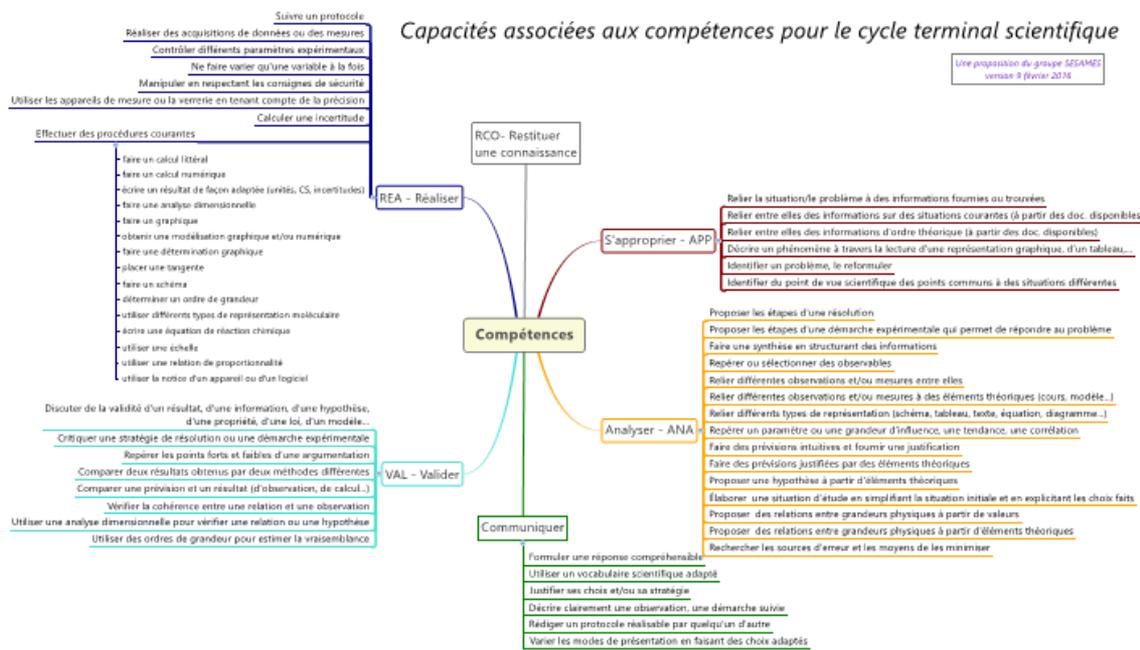
« recommandations pour l'épreuve écrite du bac S », document de l'IGEN 

## Les modifications et apports de Sesames :

- Rédiger une liste **exhaustive** de toutes capacités utilisées au lycée
- Rendre les capacités **indépendantes du type d'activité** ou d'exercice traité
- Associer une des 6 compétences à chaque capacité de manière **univoque**

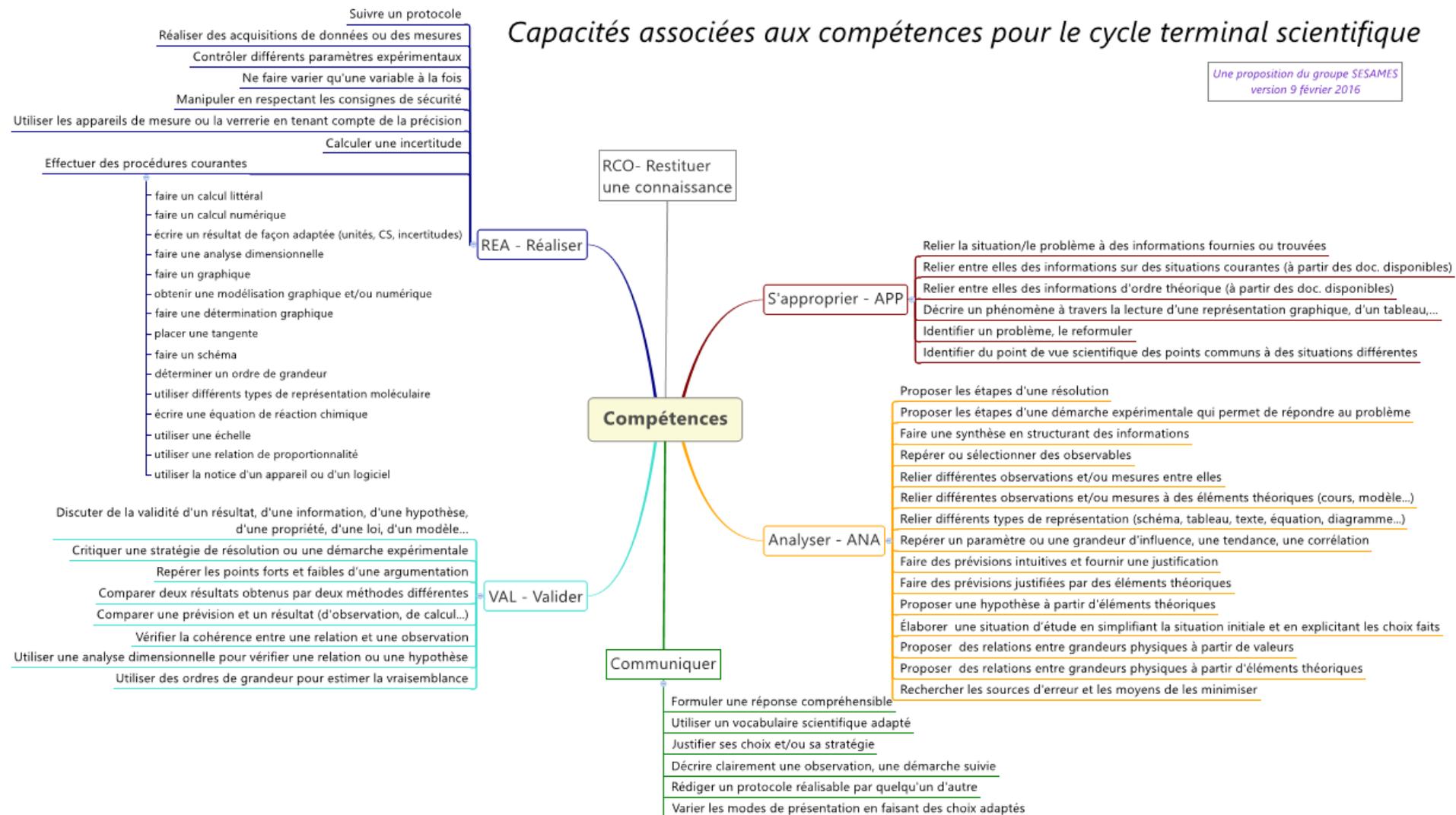
## Le résultat :

- S'APPROPRIER une information ou un document (APP)**
- Relier la situation/le problème à des informations fournies ou trouvées
  - Relier entre elles des informations sur des situations courantes (à partir des doc. disponibles)
  - Relier entre elles des informations d'ordre théorique (à partir des doc. disponibles)
  - Décrire un phénomène à travers la lecture d'une représentation graphique, d'un tableau...
  - Identifier un problème, le reformuler
  - Identifier du point de vue scientifique des points communs à des situations différentes
- ANALYSER (ANA)**
- Proposer les étapes d'une résolution
  - Proposer les étapes d'une démarche expérimentale qui permet de répondre au problème
  - Faire une synthèse en structurant des informations
  - Repérer ou sélectionner des observables
  - Relier différentes observations et/ou mesures entre elles
  - Relier différentes observations et/ou mesures à des éléments théoriques (cours, modèle...)
  - Relier différents types de représentation (schéma, tableau, texte, équation, diagramme...)
  - Repérer un paramètre ou une grandeur d'influence, une tendance, une corrélation
  - Faire des prévisions intuitives et fournir une justification
  - Faire des prévisions justifiées par des éléments théoriques
  - Proposer une hypothèse à partir d'éléments théoriques
  - Élaborer une situation d'étude en simplifiant la situation initiale et en explicitant les choix faits
  - Proposer des relations entre grandeurs physiques à partir de valeurs
  - Proposer des relations entre grandeurs physiques à partir d'éléments théoriques
  - Rechercher les sources d'erreur et les moyens de les minimiser
- REALISER/UTILISER des outils (REA)**
- Suivre un protocole
  - Réaliser des acquisitions de données ou des mesures
  - Contrôler différents paramètres expérimentaux
  - Ne faire varier qu'une variable à la fois
  - Manipuler en respectant les consignes de sécurité
  - Utiliser les appareils de mesure ou la verrerie en tenant compte de la précision
  - Calculer une incertitude
  - Effectuer des procédures courantes
- VALIDER (VAL)**
- Discuter de la validité d'un résultat, d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle...
  - Critiquer une stratégie de résolution ou une démarche expérimentale
  - Repérer les points forts et faibles d'une argumentation
  - Comparer deux résultats obtenus par deux méthodes différentes
  - Comparer une prévision et un résultat (d'observation, de calcul...)
  - Vérifier la cohérence entre une relation et une observation
  - Utiliser une analyse dimensionnelle pour vérifier une relation ou une hypothèse
  - Utiliser des ordres de grandeur pour estimer la vraisemblance
- COMMUNIQUER (COM)**
- Formuler une réponse compréhensible
  - Utiliser un vocabulaire scientifique adapté
  - Justifier ses choix et/ou sa stratégie
  - Décrire clairement une observation, une démarche suivie
  - Rédiger un protocole réalisable par quelqu'un d'autre
  - Varier les modes de présentation en faisant des choix adaptés
- RESTITUER UNE CONNAISSANCE (RCO)**
- Restituer une connaissance, éventuellement en la reformulant au regard de la situation étudiée.



## Capacités associées aux compétences pour le cycle terminal scientifique

Une proposition du groupe SESAMES  
version 9 février 2016



## 2<sup>ème</sup> partie

En pratique, compétences et capacités :  
quelle utilité dans nos classes ?

## Compétences ou capacités ?

- Les compétences : très larges et peu ciblées  
→ on ne s'en servira pas ou très peu.
- Les **capacités** : plus précises et adaptées pour décrire le champ des activités possibles d'un élève de physique au lycée  
→ **c'est elles qui vont nous servir**

QUESTION : comment mettre les capacités

« au service » du savoir et de l'apprentissage des élèves :

- sans déstructurer tous nos chapitres
- et en s'appuyant sur les pratiques déjà existantes en classe ?

## Des attendus du BO aux **capacités** ...

- Comment faire émerger les capacités mises en œuvre à partir de programmes non conçus pour cela ?
- Comment les communiquer aux élèves ?
- Comment leur donner les moyens de les travailler sur d'autres situations que celles vues en classe ?

# Un outil : la fiche CCM ...

- Les programmes sont structurés par des savoirs disciplinaires **et par des capacités contextualisées**.
- A partir du BO et de la carte des capacités, on peut donc repérer :
  - les connaissances
  - les capacités contextualisées« attendues » pour chacun des chapitres

Remarque : attendues = sujettes à évaluation ...

□ C'est cela que nous allons communiquer à nos élèves sous la forme d'une fiche de **C**onnaissances et **C**apacités à **M**aîtriser

# Fiche CCM : Connaissances et Capacités à Maîtriser dans le chapitre

**Notions et contenus du BO :**  
zoom sur le vocabulaire, les grandeurs, les relations ...

**Capacités contextualisées du BO,**  
parfois reformulées à l'aide des capacités décontextualisées sesames

## Connaissances

### Le vocabulaire à savoir utiliser

- Diffraction
- Tache centrale, extinction, tache secondaire
- Interférences, interférences constructives, interférences destructives
- Franges d'interférences, interfrange
- Effet Doppler, décalage Doppler

### Les grandeurs (et leurs unités) à savoir définir et utiliser

- Période, fréquence, longueur d'onde
- Ecart angulaire, largeur de la fente, distance fente écran, largeur de la tache centrale
- Interfrange
- Décalage Doppler

### Les relations et propriétés à connaître

- Relation entre écart angulaire  $\theta$  du faisceau, largeur de la fente  $a$  et longueur d'onde  $\lambda$ .

Capacités	Activité, exercices ... commentaire personnel ...
Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle.	
Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction.	
Faire un calcul littéral puis numérique en exploitant la relation $\theta = \lambda/a$ , en particulier lorsque $\theta < 10^\circ$ .	
<i>Proposer les étapes d'une expérience utilisant le phénomène de diffraction pour déterminer la longueur d'onde d'un laser (ou la largeur d'une fente ou d'un obstacle si la longueur d'onde est connue). Décrire clairement la démarche suivie pour la mesure effectuée. Identifier les sources d'erreur et les limites à la précision de la mesure. Calculer l'incertitude sur la longueur d'onde mesurée.</i>	
Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.	
<i>Proposer les étapes d'un protocole visant à étudier quantitativement (= en utilisant une relation donnant l'interfrange) le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses. Décrire clairement la démarche suivie pour la mesure effectuée. Identifier les sources d'erreur et les limites à la précision de la mesure. Calculer l'incertitude sur l'interfrange mesuré.</i>	
<i>Établir les étapes d'une démarche pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler à partir d'un enregistrement sonore.</i>	
Faire un calcul littéral puis numérique en exploitant l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.	
A partir de documents, relier des informations sur des données spectrales au modèle (effet Doppler) pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.	

# Structure (initiale) de la partie « Connaissances »

*n'est ni un résumé de cours  
ni un essentiel*

## **Connaissances**

### **Le vocabulaire à savoir utiliser**

- Diffraction
- Tache centrale, extinction, tache secondaire
- Interférences, interférences constructives, interférences destructives
- Franges d'interférences, interfrange
- Effet Doppler, décalage Doppler

### **Les grandeurs (et leurs unités) à savoir définir et utiliser**

- Période, fréquence, longueur d'onde
- Ecart angulaire, largeur de la fente, distance fente écran, largeur de la tache centrale
- Interfrange
- Décalage Doppler

### **Les relations et propriétés à connaître**

- Relation entre écart angulaire  $\theta$  du faisceau, largeur de la fente  $a$  et longueur d'onde  $\lambda$

# Nouvelle structure en phase de test ...

## Prérequis

### Connaissances

- Le vocabulaire (les grandeurs sont soulignées)
  - A savoir définir et utiliser
  - A savoir utiliser correctement
- Les relations à connaître
- Les propriétés à connaître

# Un exemple ...

**Prérequis** – Réaction chimique, réactifs, produits, avancement, quantité de matière, concentration, bilan de matière lors d'une réaction chimique.

## Connaissances

### Le vocabulaire

Remarque : les grandeurs sont en **gras souligné** ; il faut aussi connaître leurs unités

### A savoir définir et utiliser :

#### Temps de demi- réaction

Catalyseur

Catalyse homogène, hétérogène, enzymatique

#### Concentration initiale dans un mélange

### A savoir utiliser correctement :

Transformation chimique lente

Transformation chimique rapide

Facteur cinétique

### Les propriétés à connaître :

Action des facteurs cinétiques (température et concentration) et interprétation microscopique de leur action.

Rôle et propriétés d'un catalyseur.

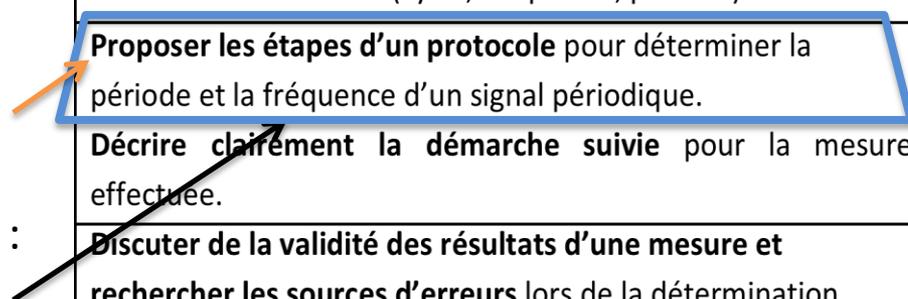
# Partie « Capacités »

Capacités	Où dans ce chapitre ?	Autoévaluation		
		☹	☺	😊
<b>Relier des observations aux définitions du modèle</b> (cycle, période, fréquence) pour identifier le caractère périodique ou non d'un mouvement ou d'un événement pendant une durée donnée.	Activités 1 et 2 Capexos			
<b>Relier des informations de situations courantes aux définitions du modèle</b> (cycle, fréquence, période).	Activités 2 et 4 Capexos			
<b>Proposer les étapes d'un protocole</b> pour déterminer la période et la fréquence d'un signal périodique.	Activité 3 Capexos			
<b>Décrire clairement la démarche suivie</b> pour la mesure effectuée.				
<b>Discuter de la validité des résultats d'une mesure et rechercher les sources d'erreurs</b> lors de la détermination d'une fréquence ou d'une période.	Activité 3 Capexos			

Pour chaque capacité :

En gras : **capacité décontextualisée**

Reste de la phrase : le contexte



**Chapitre 1 - Phénomènes périodiques**  
**CCM – Connaissances et Capacités à Maîtriser**

Pour chaque chapitre :  
la même structure ...

Notions et contenus du BO

**Connaissances**

- Définir le vocabulaire :
  - Phénomène périodique
  - Cycle
- Définir les grandeurs physiques :
  - Période
  - Fréquence
- Connaître et utiliser les relations entre grandeurs et les unités adaptées :
  - Relation entre période et fréquence

**Capacités**

	Où dans ce chapitre ?	Autoévaluation		
		☹	☺	😊
Relier des observations aux définitions du modèle (cycle, période, fréquence) pour identifier le caractère périodique ou non d'un mouvement ou d'un événement pendant une durée donnée.	Activités 1 et 2 Capexos			
Relier des informations de situations courantes aux définitions du modèle (cycle, fréquence, période).	Activité 4 Capexos			
Proposer les étapes d'un protocole pour déterminer la période et la fréquence d'un signal périodique. Décrire clairement la démarche suivie pour la mesure effectuée.	Activité 3 Capexos			
Discuter de la validité des résultats d'une mesure et rechercher les sources d'erreurs lors de la détermination d'une fréquence ou d'une période.	Activité 3 Capexos			
Relier des observations aux définitions du modèle pour déterminer les caractéristiques (cycle, période, fréquence) d'un phénomène périodique.	Activité 3 Exercice (feuille) Capexos			
Utiliser la relation entre période et fréquence pour faire un calcul numérique. Utiliser les unités adaptées lors de ce calcul.	Activités 3 et 4 Exercice (feuille) Capexos			
Extraire une information dans un texte ou un graphique en lien avec les phénomènes périodiques. Faire une détermination graphique d'une période sur un enregistrement d'un signal périodique.	Activité 4 Capexos			

Capacités contextualisées du BO

□ lien avec le cours  
(le modèle pour nous)  
et les activités faites

Travail sur un exemple concret de fiche CCM,  
au choix :

- les phénomènes périodiques en seconde
  - les propriétés des ondes en TS
- 
- Confronter la fiche CCM et la partie correspondante du B.O : points communs ? Différences ?
  - Quels aménagements (ajouts, suppression, réécriture) de la fiche CCM feriez-vous si vous deviez utiliser la fiche à la fin de **votre** chapitre ?

## Mise en commun du travail par groupe

- Fiche CCM et B.O ?
- Transférabilité de la fiche ?

Capacités	Où dans ce chapitre ?	Autoévaluation		
		☹	☺	😊
<b>Relier des observations aux définitions du modèle</b> (cycle, période, fréquence) pour identifier le caractère périodique ou non d'un mouvement ou d'un événement pendant une durée donnée.	Activités 1 et 2 Capexos			
<b>Relier des informations de situations courantes aux définitions du modèle</b> (cycle, fréquence, période).	Activité 4 Capexos			
<b>Proposer les étapes d'un protocole</b> pour déterminer la période et la fréquence d'un signal périodique. <b>Décrire clairement la démarche suivie</b> pour la mesure effectuée.	Activité 3 Capexos			
<b>Discuter de la validité des résultats d'une mesure et rechercher les sources d'erreurs</b> lors de la détermination d'une fréquence ou d'une période.	Activité 3 Capexos			
<b>Relier des observations aux définitions du modèle</b> pour déterminer les caractéristiques (cycle, période, fréquence) d'un phénomène périodique.	Activité 3 Exercice (feuille) Capexos			
<b>Utiliser la relation</b> entre période et fréquence <b>pour faire un calcul numérique</b> . <b>Utiliser les unités adaptées</b> lors de ce calcul.	Activités 3 et 4 Exercice (feuille) Capexos			
<b>Extraire une information dans un texte ou un graphique</b> en lien avec les phénomènes périodiques. <b>Faire une détermination graphique</b> d'une période sur un enregistrement d'un signal périodique.	Activité 4 Capexos			

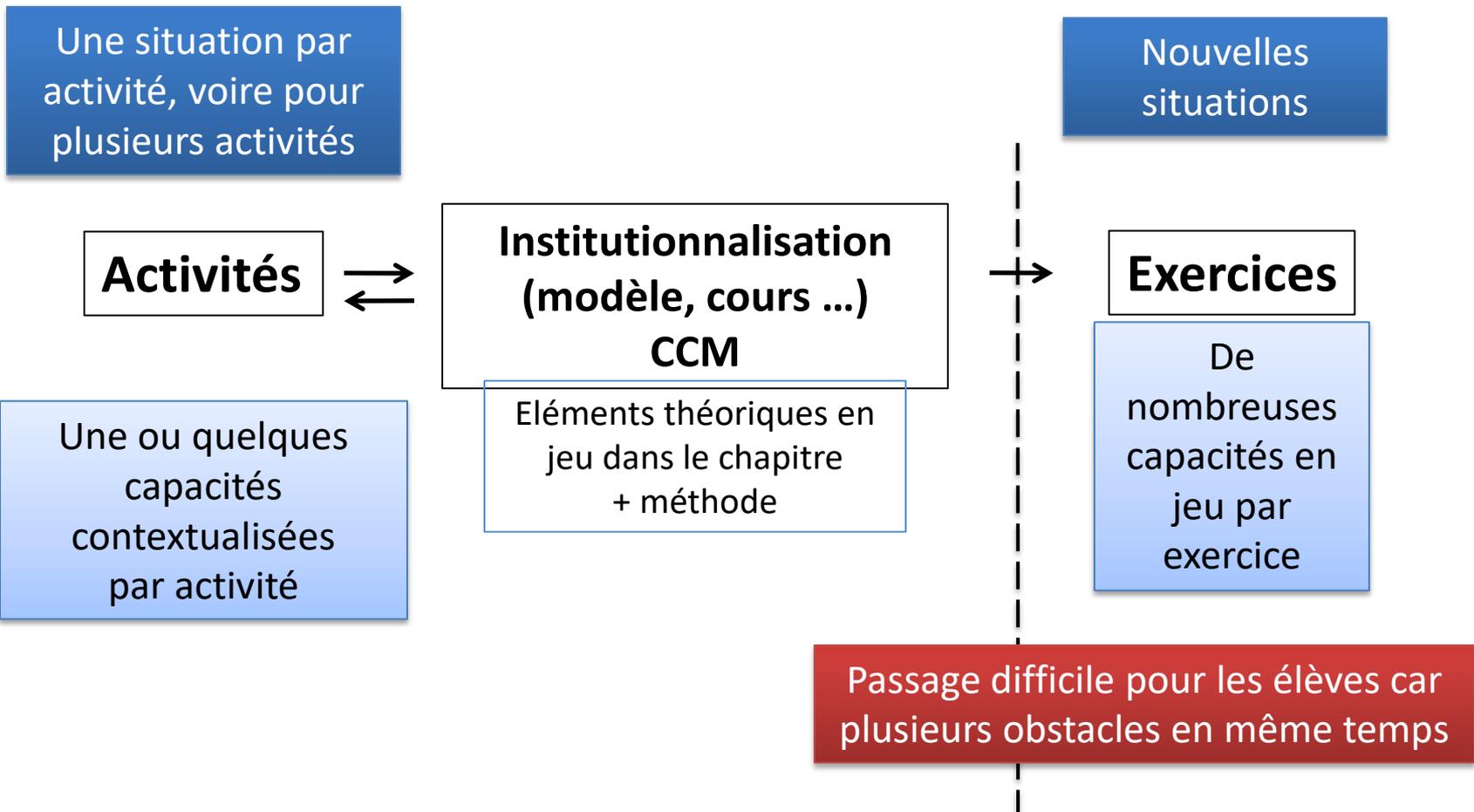
# Que sont les Capexos ?

- En classe, les notions et les capacités contextualisées sont introduites via les activités, par le biais d'une situation.
  - A l'issue d'une activité, la phase d'institutionnalisation (cours ou modèle) met en évidence les éléments théoriques et les éléments de méthodes éventuels
- ➔ L'élève a donc « fait fonctionner » les notions et les capacités contextualisées pour une ou quelques situations seulement (celles des activités)

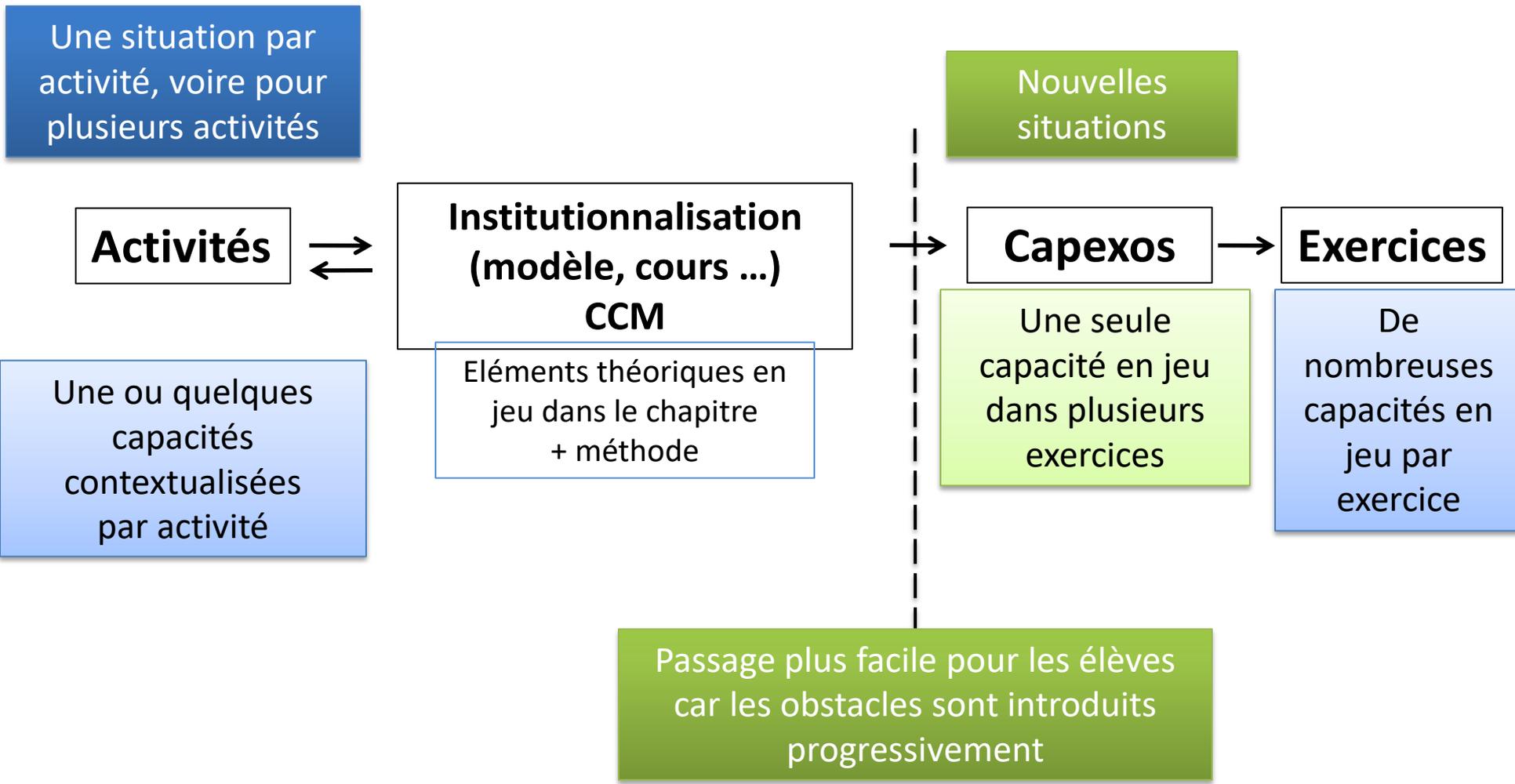
# Que sont les Capexos ?

- A la fin du chapitre, l'élève dispose :
  - des activités réalisées (et de leur correction)
  - des éléments théoriques et de méthode (cours, modèle)
  - et de la fiche CCM
  
- ➔ Comment peut-il travailler les capacités de la fiche sur de nouvelles situations ?

# Traditionnellement, dans un chapitre ...



# Avec les Capexos ...



## Exemple en classe de terminale : Propriétés des ondes périodiques

Faire un calcul littéral puis numérique en exploitant la relation  $\theta = \lambda/a$ , en particulier lorsque  $\theta < 10^\circ$ .

1. Une onde lumineuse monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 445 \text{ nm}$  est diffractée par une fente de largeur  $a = 60 \text{ }\mu\text{m}$ . Déterminer l'écart angulaire du faisceau diffracté.
2. Une onde lumineuse monochromatique est diffractée par un fil de largeur  $a = 100 \text{ }\mu\text{m}$ . L'écart angulaire du faisceau diffracté est  $\theta = 0,39^\circ$ . Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde.
3. Une onde lumineuse monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 445 \text{ nm}$  est diffractée par une fente. L'écart angulaire du faisceau diffracté est  $\theta = 0,51^\circ$ . Déterminer la largeur  $a$  de la fente.
4. Une onde lumineuse monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 532 \text{ nm}$  est diffractée par un trou de largeur  $a = 100 \text{ }\mu\text{m}$ .
  - a. Déterminer l'écart angulaire du faisceau diffracté.
  - b. Déterminer la largeur de la tache centrale de la figure de diffraction observée sur un écran placé à une distance  $D = 1,25 \text{ m}$  de la source.
5. Une onde lumineuse monochromatique est diffractée par un fil de largeur  $a = 70 \text{ }\mu\text{m}$ . L'écart angulaire du faisceau diffracté est  $\theta = 0,47^\circ$ .
  - a. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde.
  - b. A quelle distance du fil doit être placé un écran pour obtenir une tache centrale de largeur  $14,5 \text{ mm}$  ?
6. Une onde lumineuse monochromatique est diffractée par une fente de largeur  $a = 60 \text{ }\mu\text{m}$ . On observe la figure de diffraction sur un écran situé à une distance  $D = 97 \text{ cm}$  de la fente. La largeur de la tache centrale est  $L = 2,2 \text{ cm}$ . Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde.

# Plus-value ... pour les élèves

## Fiches CCM :

- Explicitation du savoir à connaître dans un chapitre donné
- Explicitation des capacités contextualisées en **faisant apparaître les capacités décontextualisées**
- Explicitation du lien entre les capacités (contextualisées) et les activités

## Capexos :

- Possibilité de travailler capacité par capacité (contextualisée), en variant les situations
- Cohérence entre l'enseignement et le travail à la maison
- Libre gestion progressive des exercices : l'élève devient acteur de son apprentissage

# ... pour les enseignants

## Fiches CCM :

- Constituent un contrat clarifié de l'objet d'évaluation
- Servent lors de la construction des évaluations : adéquation des capacités (contextualisées) évaluées et travaillées

## Capexos :

- Possibilité de faire travailler les élèves capacité par capacité, en variant les situations
- Un outil pour TOUS les élèves
- Servent lors de la construction des évaluations
- Constituent un outil de différenciation des types de questions possibles :  
connaissance stricte, technique donnée, démarche plus générale

# 3<sup>ème</sup> partie

Le savoir

au service des capacités

(et des compétences) :

Comment « faire émerger » du BO et de l'activité des élèves **les capacités visées par notre enseignement ?**

... celles qui seront sur la fiche CCM

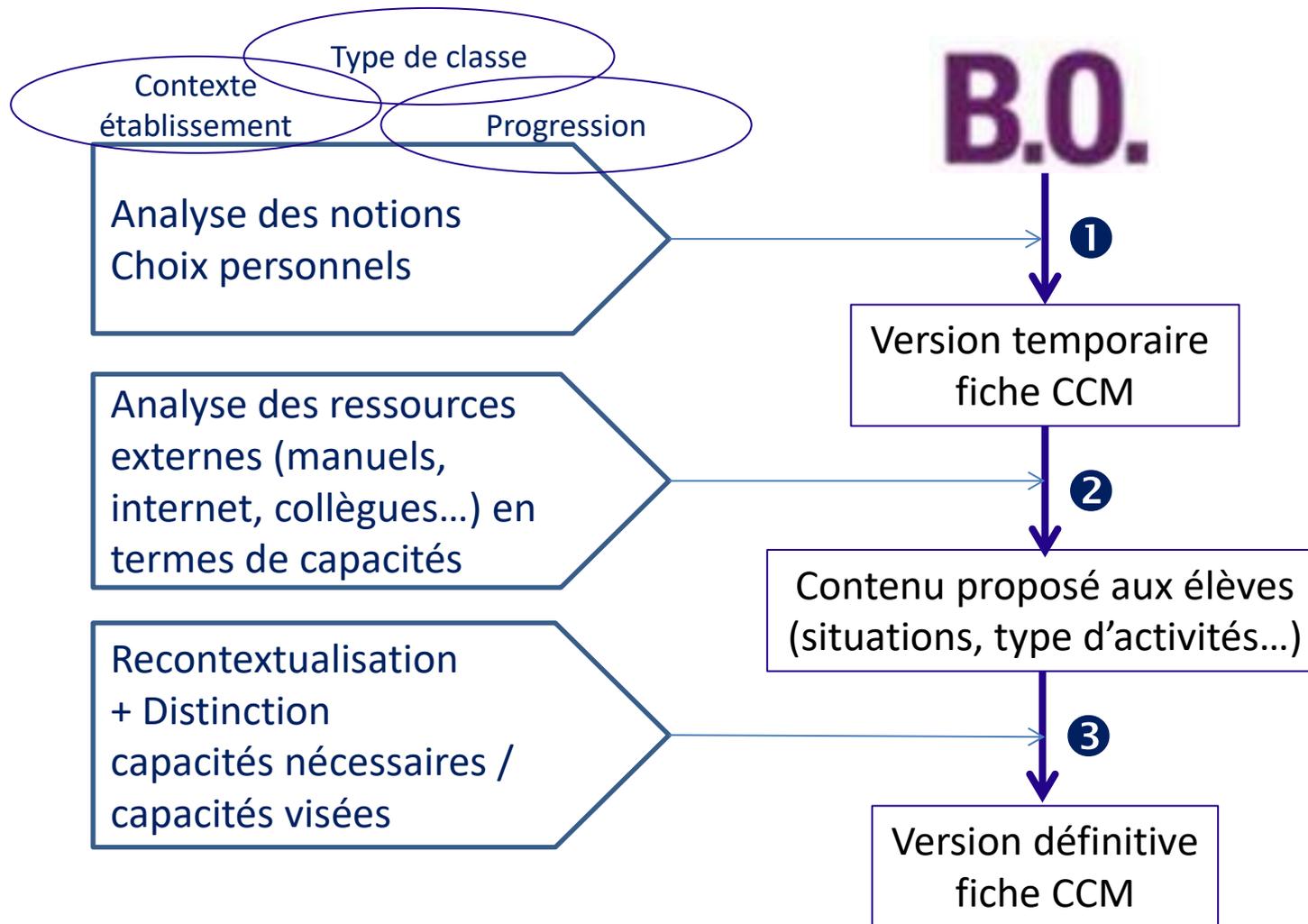
## Des attendus du BO ... à l'activité en classe ...en se servant des capacités...

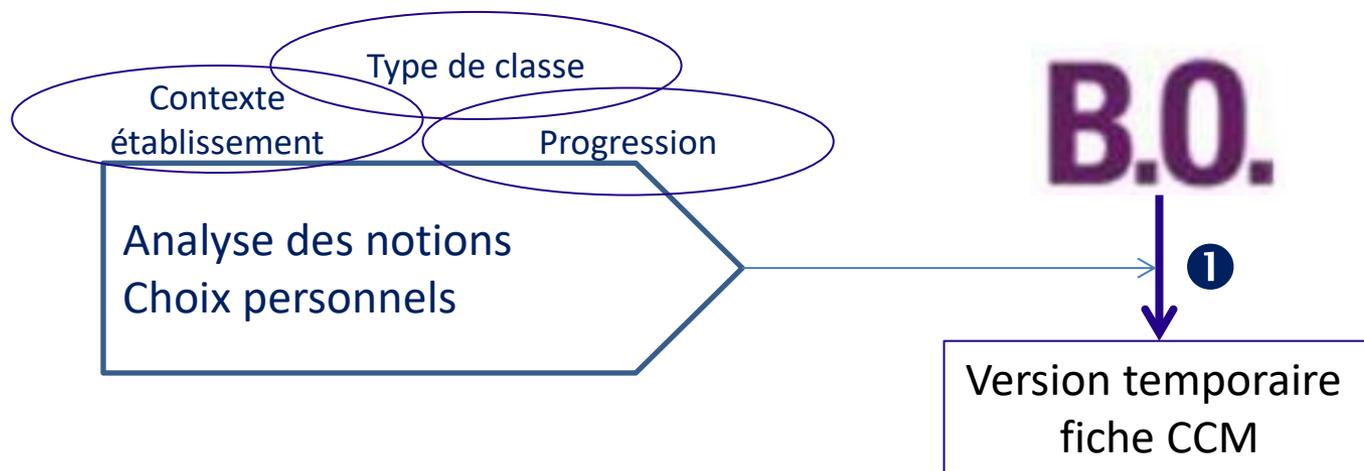
- Comment faire émerger les capacités mises en œuvre à partir de programmes structurés par contenus et qui laissent une grande liberté en termes de capacités ?
- Comment gérer ces contenus, leur diversité, leur usage, les contextes d'utilisation, sans perdre de vue les démarches que l'on cherche à faire acquérir ?
- Comment rendre explicite les processus de décontextualisation / recontextualisation ?

Mais sans tomber dans une surenchère inutile :

- qui affiche des compétences sans rien en faire
- dont l'évaluation est difficile et parfois peu significative ?

# Un modèle de processus d'élaboration de la fiche CCM





- Analyser les notions que l'on a à faire travailler au regard des fonctionnements et hypothèses d'apprentissage propres à chaque enseignant
- Repérer les notions implicites
- Préciser les capacités floues
  - Par exemple, sur ce sujet, qu'ai-je envie de mettre derrière « Pratiquer une démarche expérimentale » ?

## Exemple de choix personnels : nos choix communs au sein du groupe

Mettre en œuvre un enseignement :

- favorisant l'implication de l'élève dans la construction de son savoir (choix de situations, choix de modalité de travail, choix de laisser la place à la réflexivité ...)
  - limitant l'arbitraire (choix d'explicitations)
- ➔ Dans le but de favoriser la compréhension de l'élève

## Exemple de choix : nos hypothèses d'apprentissage en 5 points

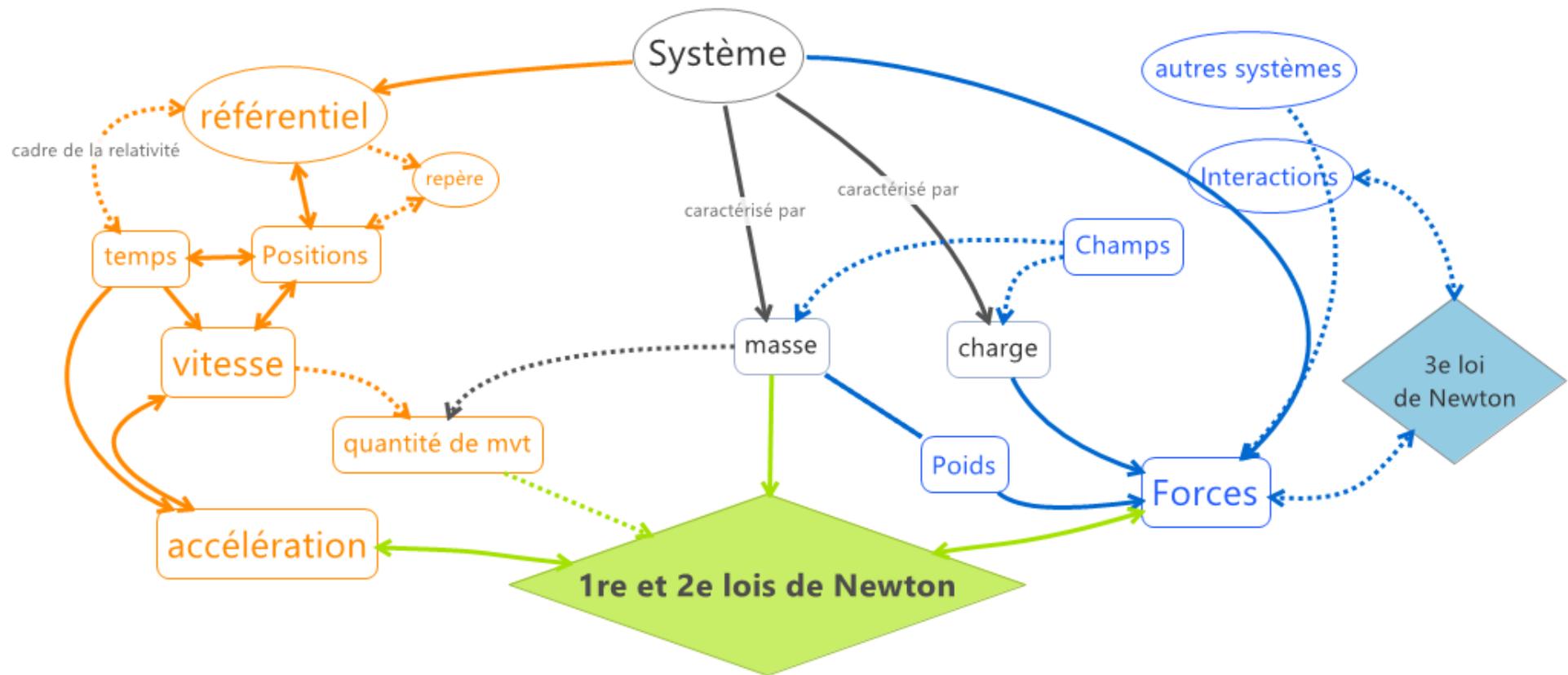
1. On apprend à partir de ce qu'on sait déjà. Cela concerne aussi bien les connaissances quotidiennes que scientifiques.
2. Faire de la physique c'est Analyser et interpréter les objets et les événements du monde matériel, faire des prévisions sur ce monde, bref modéliser. Expliciter cette activité de modélisation est une aide à la fois pour concevoir son enseignement (prof) et pour apprendre (élève)
3. On s'approprie le savoir par petits bouts dans un ordre qui, en général, n'est pas forcément l'ordre d'introduction du savoir.
4. On apprend en communiquant avec les autres, y compris dans le débat.
5. On apprend quand on a un regard réflexif sur l'activité que l'on vient de faire.

# Un exemple d'outils d'analyse des notions mises en jeu dans une partie du programme de TS:

→ Carte conceptuelle de la mécanique de terminale S

Modélisation du mouvement

Modélisation des actions



# Si on confronte l'analyse des notions mises en jeu en mécanique de terminale et le BO:

## Temps, mouvement et évolution

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Temps, cinématique et dynamique newtoniennes</b> Description du mouvement d'un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération.</p> <p>Référentiel galiléen.</p> <p>Lois de Newton : principe d'inertie, <math>\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}</math> et principe des actions réciproques.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations relatives à la mesure du temps pour justifier l'évolution de la définition de la seconde.</p> <p>Choisir un référentiel d'étude. Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération.</p> <p>Définir la quantité de mouvement <math>\vec{p}</math> d'un point matériel. Connaître et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes. <i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.</i></p>

→ Une grande absente du programme de terminale S :  
la notion de **force**  
qui pourra se retrouver dans différentes rubriques de la  
fiche CCM en fonction de l'analyse de chaque enseignant

Avec plutôt un grand consensus pour la partie :

## Connaissances

### Vocabulaire

### A savoir utiliser

Référentiel terrestre, référentiel géocentrique, référentiel héliocentrique, référentiel galiléen, système isolé ou pseudo-isolé

Système, interaction, action, **force**, caractéristiques d'un vecteur

### A savoir définir

Vecteur position

Vecteur vitesse

Poids, **force** d'interaction gravitationnelle, **force** électrique

Et plus de disparité entre enseignants pour la partie :

## Capacités

**Utiliser le modèle** pour décrire les forces en jeu dans une situation

ou

**Faire l'inventaire des forces** exercées sur un système et en faire la représentation vectorielle

**Déduire de la somme vectorielle** des forces, les caractéristiques d'une force, dans le cas d'un système pseudo-isolé

ou

**Présenter les éléments de modélisation** de la situation (système étudié, référentiel, repère, inventaire et schéma ou bilan des forces)

# Testons nos outils sur un exemple de capacité floue...

→ La diffraction en classe de terminale S :

*Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses*

<p><b>Propriétés des ondes</b></p> <p>Diffraction. Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.</p> <p>Interférences.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.</p> <p>Effet Doppler.</p>	<p>Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle.</p> <p>Connaître et exploiter la relation <math>\theta = \lambda/a</math>.</p> <p>Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p>Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i></p> <p>Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.</p> <p>Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.</p>
--	--

# Exemple de la diffraction en TS :

*Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses*

<b>Propriétés des ondes</b>	
Diffraction. Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.	Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle. Connaître et exploiter la relation $\theta = \lambda/a$ . Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction.
Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.	<i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i>
Interférences.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.
Cas des ondes lumineuses monochromatiques, lumière blanche. Couleurs interférentielles.	
Effet Doppler.	fréquence dans le cas des faibles vitesses. Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.

Cette formulation a peu de chances d'être très utile aux élèves et recouvre bien plus que ce qu'ils vont faire !

On choisit par exemple une activité qui demande de :  
« Proposer un protocole expérimental pour déterminer la longueur d'onde d'un faisceau laser »

Analyse des ressources externes (manuels, internet, collègues...) en termes de capacités

### Activité 3 – À la recherche de la longueur d'onde...

Comment exploiter le phénomène de diffraction pour déterminer expérimentalement la longueur d'onde de la lumière émise par une diode laser?

#### I. Première mesure

1. Avec le matériel disponible, réaliser une expérience utilisant la diffraction pour déterminer la longueur d'onde de la lumière émise par le laser.
2. Noter brièvement par quelques phrases le protocole suivi, les valeurs des mesures effectuées et le résultat obtenu pour la longueur d'onde.

#### II. Travail sur la précision de la mesure

1. Identifier les sources d'erreurs possibles et les limites à la précision de la mesure de longueur d'onde.
2. Évaluer l'incertitude associée à chaque grandeur intervenant dans la détermination de  $\lambda$ .
3. Réécrire si besoin, les valeurs des distances mesurées avec un nombre de chiffres significatifs adapté à l'incertitude qui leur est associée.
4. La longueur d'onde  $\lambda$  est une grandeur calculée. On montre que son incertitude relative est donnée par la formule :

$$\frac{u(\lambda)}{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(d)}{d}\right)^2}$$

- Calculer l'incertitude relative sur la longueur d'onde.
  - Calculer l'incertitude absolue sur la longueur d'onde.
  - Finalement, donner l'encadrement de la longueur d'onde sous la forme  $\lambda = \dots \pm \dots \text{ nm}$ .
5. Sur le laser, lire la valeur de la longueur d'onde indiquée par le fabricant. Votre encadrement est-il acceptable ?

#### III. Détermination de la largeur d'un cheveu

Utiliser la diffraction pour déterminer le diamètre de l'un de vos cheveux.

Donnée « constructeur » :

Largeurs « a » des fentes :

0,04 mm    0,05 mm    0,10 mm    0,12 mm    0,28 mm    0,40 mm

Version temporaire  
fiche CCM

2

## CAPACITÉS DECONTEXTUALISEES (reformulées par Sesames)

- Proposer les étapes d'une démarche expérimentale
- Décrire clairement la démarche suivie
- Rechercher les sources d'erreur et les moyens de les minimiser
- Calculer une incertitude

Contenu proposé aux élèves  
(situations, type d'activités...)

Recontextualisation  
+ Distinction  
capacités **en jeu**/  
capacités **enjeu**

Contenu proposé aux élèves  
(situations, type d'activités...)

3

Version définitive  
fiche CCM

**CAPACITÉS**  
(reformulées par Sesames)

**Re-contextualisation**

- Proposer les étapes d'une démarche expérimentale
- Décrire clairement la démarche suivie
- Rechercher les sources d'erreur et les moyens de les minimiser
- Calculer une incertitude

**Proposer les étapes d'une démarche expérimentale** utilisant le phénomène de diffraction pour déterminer la longueur d'onde d'un laser.

**Décrire clairement la démarche suivie** pour la détermination de la longueur d'onde.

**Rechercher les sources d'erreur** de la détermination de la longueur d'onde **et les moyens de les minimiser**.

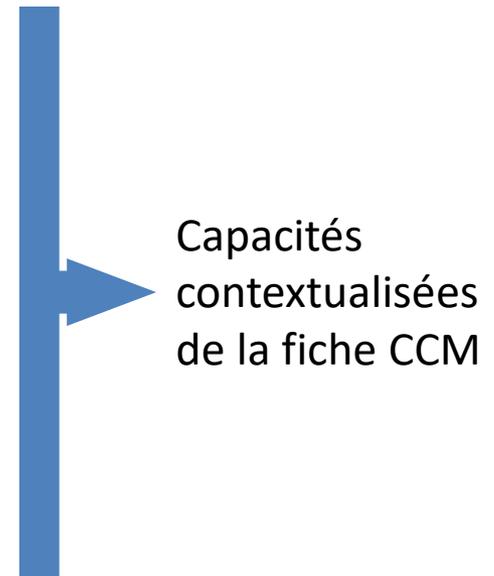
**Calculer l'incertitude** sur la longueur d'onde mesurée.

Parmi toutes les capacités mobilisées, lesquelles feront l'objet d'évaluation, lesquelles sont enjeu d'apprentissage ?

Version définitive  
fiche CCM

# Enfin : éléments influençant la conception d'une fiche CCM

- Découpage en chapitres, choix personnels
- BO : capacités contextualisées + notions implicites
- Capacités contextualisées des activités (formulées à partir de l'analyse des questions et de la carte)
- Distinction capacités en jeu et capacités enjeu



Hypothèse : une CCM trop dense est peu utile aux élèves

Comment limiter le nombre de capacités contextualisées de la fiche ?

# Faire des choix lors de la conception d'une fiche CCM : un algorithme qui marche ... à peu près !

BO			CCM
• Capacité contextualisée précise et compréhensible par les élèves			➤ Inchangée
• Capacité contextualisée floue	➤ Analyse de <b><u>l'activité</u></b> correspondante	➤ Reformulation en plusieurs capa contex + tri ...	➤ Capacités contex reformulées
• Notion et capacité implicite	➤ Analyse de la ou des <b><u>activité(s)</u></b> correspondante(s)	➤ Formulation en une ou quelques capa contex	➤ Nouvelles capacités contextualisées

**TOTAL** : nombre de capa contex  $\geq$  celles du BO

 Nous percevons les programmes comme trop denses car même si nous n'explicitons pas toutes ces capacités, nous cherchons à les faire maîtriser par les élèves !

# Construire un chapitre ...

- Analyser et hiérarchiser le savoir
- Faire des choix en terme de capacités
- Construire la fiche CCM
- Ecrire des capexos

→ Travail très lourd :

→ le travail en équipe essentiel : il faut se le répartir, niveau par niveau, chapitre par chapitre ...

**Et l'évaluation dans tout cela ?**

