

# Journée Neuroéducation Lyon - 11 décembre 2019



Les sciences au service des apprentissages

## Collaboration enseignants-chercheurs dans la construction de ressources pour l'enseignement et la formation en physique : le cas du site PÉGASE

Andrée Tiberghien<sup>1</sup> et Jacques Vince<sup>2</sup>

UMR ICAR (CNRS, ENS-Lyon, Université Lyon2)

<sup>1</sup>Directrice de recherche émérite au CNRS

<sup>2</sup> Professeur au lycée Ampère, formateur, enseignant associé à l'Ifé,  
Thèse Didactique de la physique



# Apprentissages, Discours, Interactions, Savoirs (ADIS) de l'UMR ICAR (Interactions, Corpus, Apprentissages, Représentations)

L'équipe ADIS est composée de didacticiens des langues et des sciences (22 chercheurs permanents + 20 doctorants + 20 chercheurs associés)

Les interactions didactiques en rapport avec les savoirs dans différentes disciplines et contextes


**Objets (Exemple):** Explorer les facteurs de développement des langues chez le jeune enfant bilingue à l'oral (INEXDEB)

Ethnographie de la parole en atelier d'école professionnelle (For LAN)

Mesure de l'équité sociale dans les performances aux évaluations sur la culture scientifique (PISA)

**Méthodes :** Analyses situées de corpus d'interactions multimodales à différentes échelles temporelles

# Plan

- Introduction au site  PÉGASE
- Les bases de la conception : pratiques et recherche
- Les choix de conception : cas des choix relatifs au savoir enseigné en physique et aux savoirs des élèves et de la classe
- Forme du travail collaboratif
- Conclusion



# ENSEIGNER LA PHYSIQUE ET LA CHIMIE

Sites amis

Rechercher

ENSEIGNER SE FORMER




ENSEIGNER

SE FORMER

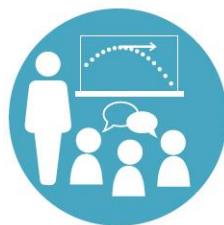


# Un site pour les enseignants et les formateurs

 **PEGASE** est le fruit d'une collaboration de plus de quinze ans entre chercheurs en didactique et enseignants de physique-chimie (groupes SESAMES/PEGASE).

L'enseignant ou le formateur y trouve :

ENSEIGNER



des séquences d'enseignement, largement commentées et adaptables

SE FORMER



des ressources plus générales sur l'apprentissage, la gestion de classe ou les savoirs

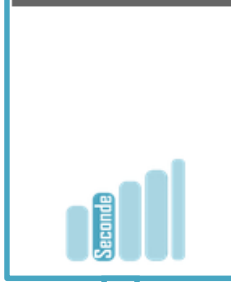
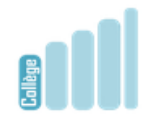


COLLÈGE

SECONDE

PREMIÈRE

TERMINALE



Séquences par niveau en accord avec les programmes officiels



**VISION ET IMAGE**

Durée →  
4 semaines  
Seconde

- Lumière
- Optique
- Modélisation



**MOUVEMENT ET INTERACTIONS**

Durée →  
6 semaines  
Seconde

- Mouvement
- Force
- Mécanique



**EMISSION ET PERCEPTION D'UN SON**

Durée →  
3/4 semaines  
Seconde

- Sons
- Signaux



# Se former



SE FORMER

Enseigner la physique et la chimie / Se former

## SE FORMER



Cette rubrique contient des ressources de formation qui permettent d'expliciter les choix de conception des séquences, indépendamment du sujet.

FICHES FORMATION

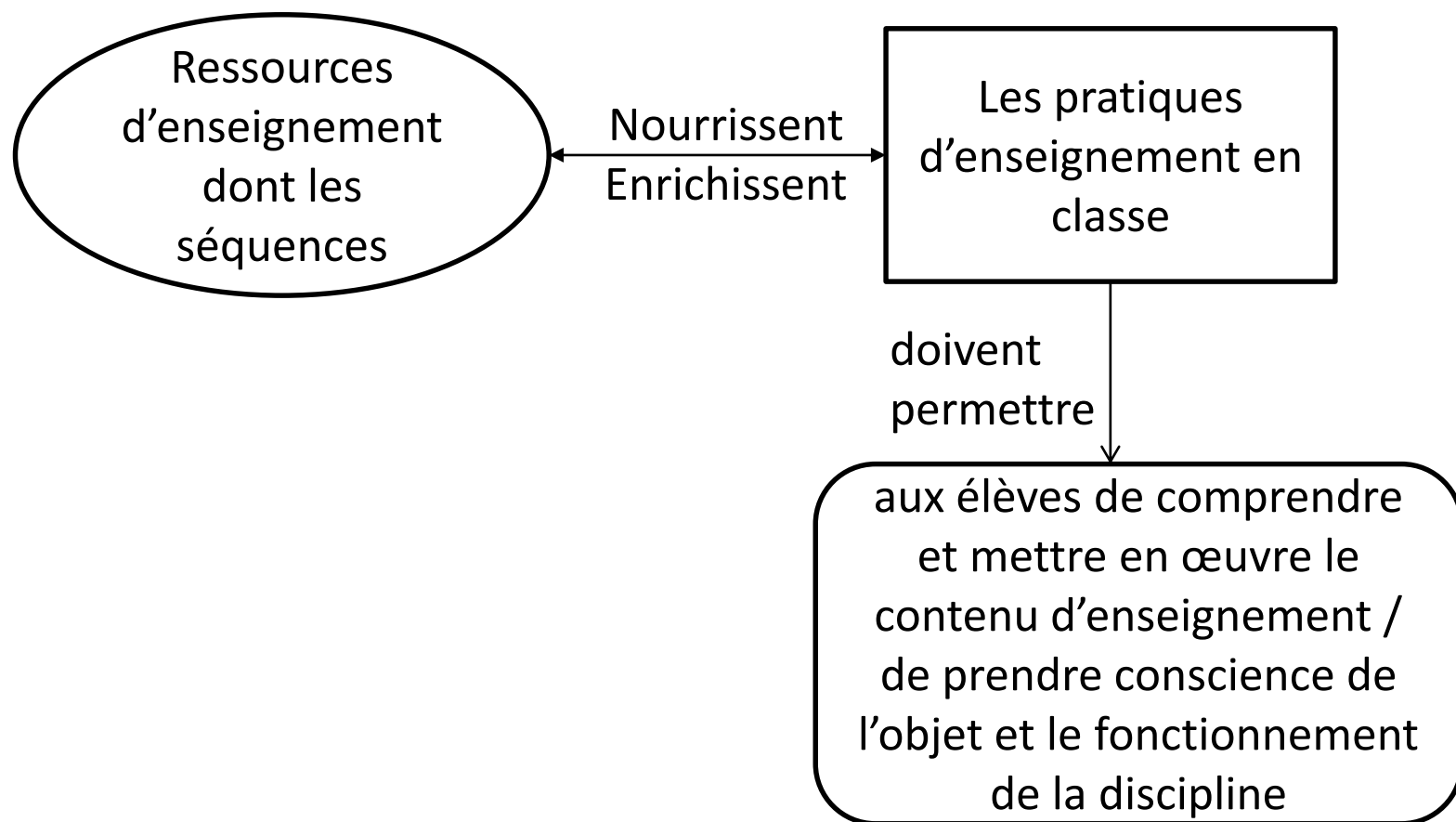
FORMATIONS EN  
PRÉSENTIEL

PUBLICATIONS

CÔTÉ RECHERCHE

# But de la conception de ressources

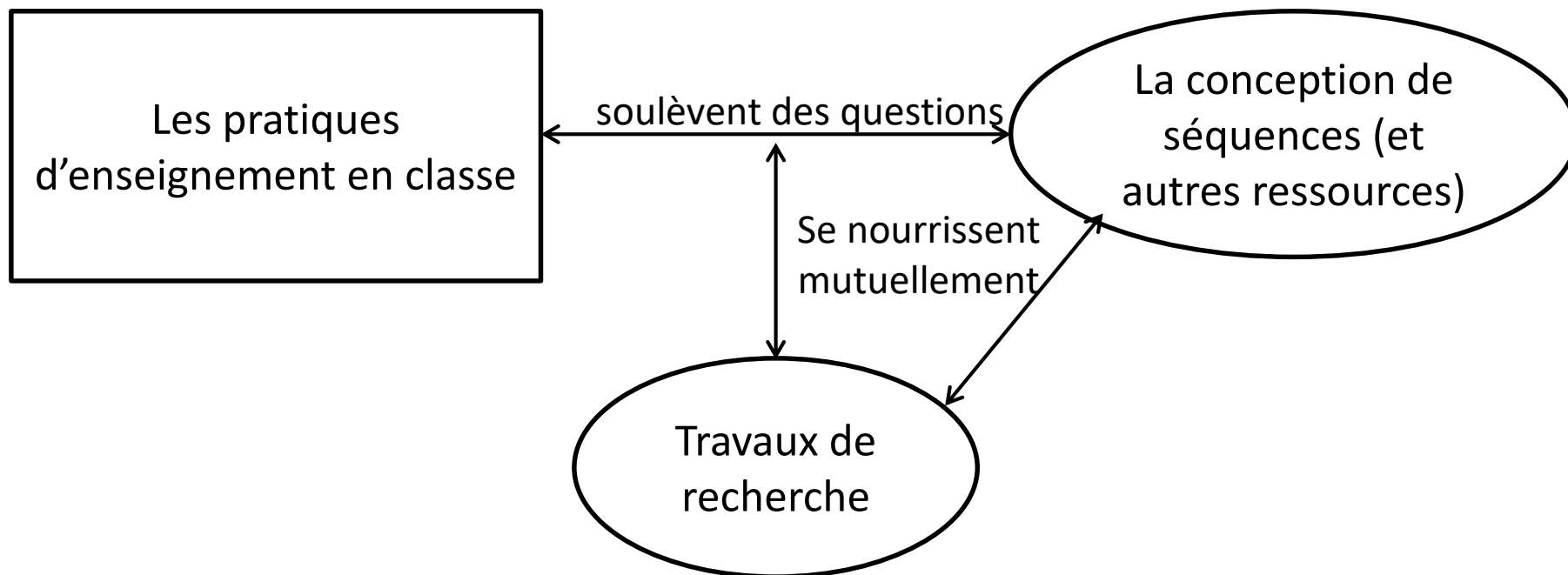
## Améliorer la compréhension des élèves





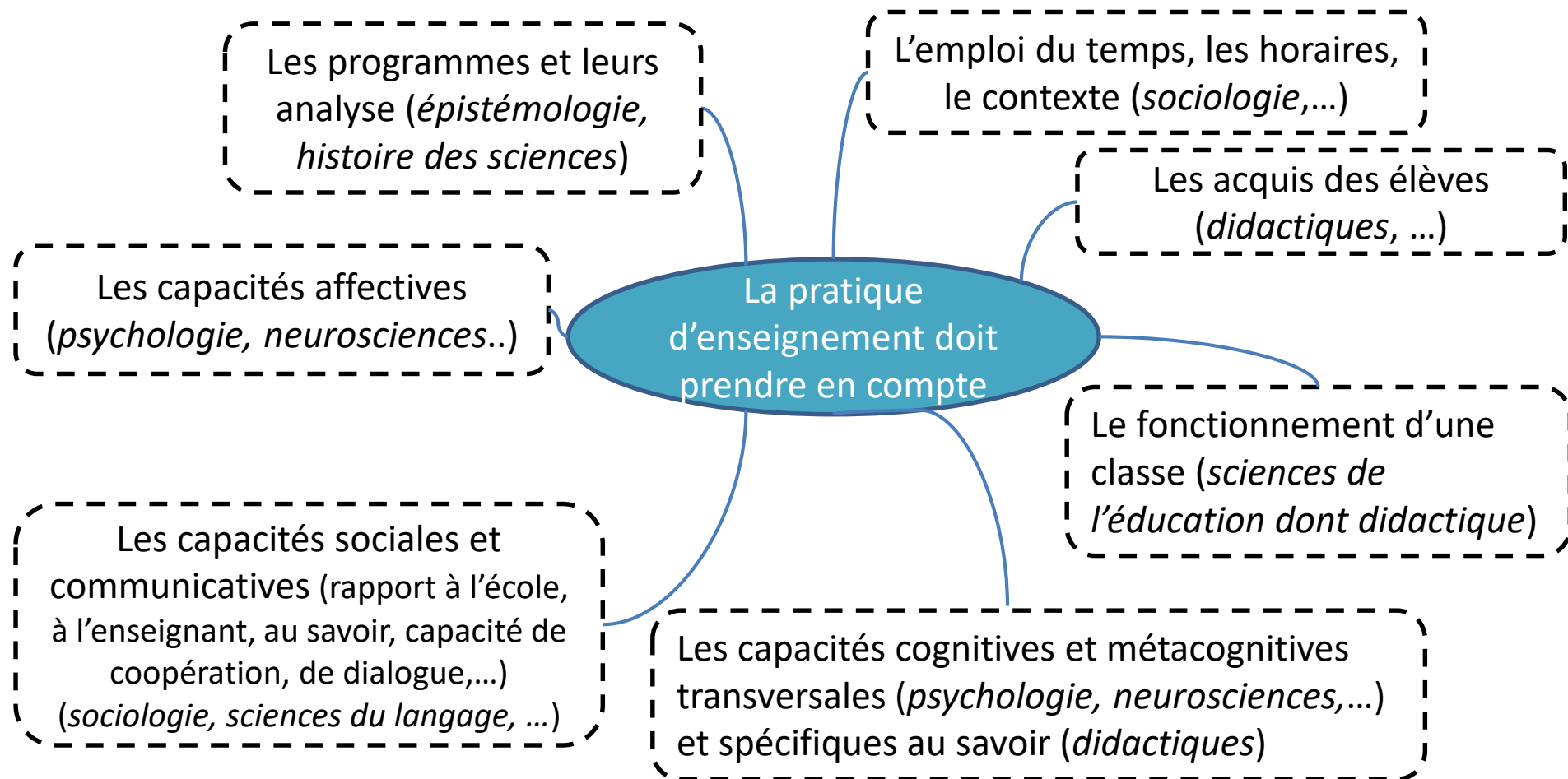
# Principe de Conception :

## Partir des pratiques et s'appuyer sur la recherche



Sur quels travaux s'appuyer ?  
Comment réaliser en collaboration la  
conception de ressources ?

# La variété des composantes de la pratique



La pratique ne peut pas prendre en compte spécifiquement chacune des composantes : **des choix de conception sont nécessaires**

# Choix

## Modélisation, base du fonctionnement de la physique

### Travaux de recherche

En *épistémologie* : Hacking, Giere, S. Bachelard, ...

En *didactique* : Lemeignan, Méheut, Tiberghien, Sensevy, Vince, Gilbert, Justi, Tytler,

Publication du groupe collaboratif : Gaidioz et al. (2003)

*« nous avons tellement l'habitude de combiner certains concepts et leurs relations (proposition) avec notre expérience sensorielle que nous ne prenons pas conscience du golfe, du fossé - logiquement infranchissable - qui sépare le monde des expériences sensorielles du monde des concepts et des propositions. »*  
(Einstein, 1944)

### Choix

L'analyse du savoir à enseigner et enseigné est fondée sur les distinctions entre le monde matériel et le monde théorique et leurs relations via des modèles

Une difficulté majeure des élèves est la mise en relation monde matériel-monde théorique

# Choix : Rôle déterminant des connaissances des élèves

## Travaux de recherche

En *psychologie* : Piaget, Dewey, Vygotski, ...

En *didactique des sciences* : Driver, McDermott, Tiberghien, Viennot, ...

En *sciences du langage* : Rémi-Giraud,  
En *sociologie* (Bonnéry, Lahire, ...)

## Pratiques des professeurs

## Choix

Les connaissances initiales des élèves (de la vie quotidienne et disciplinaire) jouent un rôle essentiel dans l'apprentissage aussi bien dans le contenu, que dans leur fonctionnement

Choix des situations matérielles, de la causalité explicative, du lexique de description adaptés

# Choix : Rôle déterminant de la situation

## types de situations interactionnelles

### Travaux de recherche

#### *Bibliographique, empirique*

- Travaux sur l'apprentissage coopératif (Ex: Slavin et al., 2003, Handbook of Psychology)
- Approches théoriques sur le fonctionnement des classes en didactique (Ex: Brousseau)
- Importance de l'argumentation (Erduran, Jimenez Aleixandre, Osborne, ...)
- Observation des classes, données vidéo sur travail en petits groupes,..., analyses, ... (Tiberghien, Cross, Sensevy, ...)

### Pratiques des professeurs

### Choix

- Introduction et mise en œuvre des nouveaux savoirs pendant le travail en *petits groupes* en autonomie grâce à des ressources matérielles adaptées (questions, doc, expérience, ...) et à l'aide du professeur
- Débats sur les productions en petits groupes (ou autres idées), argumentation, et institutionnalisation en *classe entière*

# Choix pour chaque séquence : Un noyau conceptuel réduit associé à un champ expérimental varié

## Travaux de recherche

*Bibliographique, Empirique*

- Séquences d'enseignements testés, (Malkoun, ...)
- Importance de la continuité /cohérence du savoir enseigné, temps didactique (Timss Video sciences 1999, Mercier, Chopin,...)
- Observation des classes, données vidéo ..., analyses, ...

## Travail du groupe collaboratif

- *Procédure itérative* : proposition n, mise en débat, proposition n+1, ...
- *Mise à l'épreuve dans la classe*, compte rendu, confrontation, débat, proposition n+i

## Choix pour la séquence

- Noyau conceptuel à partir du programme et le champ d'application

## Choix de la progression

- Ordre des nouveaux éléments

## Choix pour chaque activité

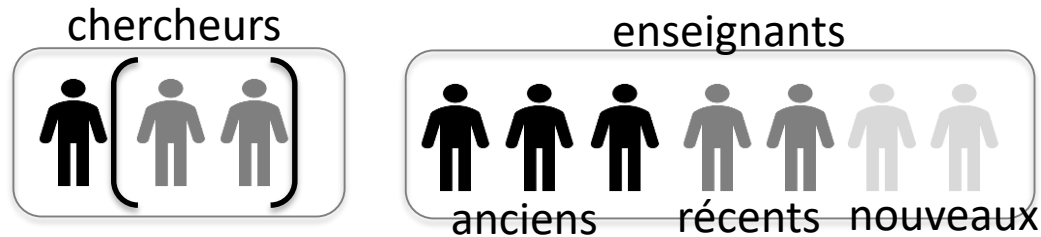
- Choix du matériel (dont dispositif expérimental)
- Choix des documents, ...

Constitution d'un savoir commun de la classe lié au noyau conceptuel (mémoire de la classe, ...)

# Forme de travail du groupe collaboratif chercheurs-enseignants

*But commun* : conception de ressources d'enseignement et de formation fondées sur la recherche et leur essaimage

Groupes successifs avec renouvellement (Temps long : plus de 15 ans)



Travail régulier en présentiel : rencontre tous les quinze jours et échanges écrits de commentaires sur les documents de conception

*Mise à l'épreuve dans la classe*, compte rendu, confrontation, débat en réunion puis proposition n+i

*Procédure itérative*: proposition n, mise en débat, proposition n+1, ...

Vie quotidienne

Physique

Physique

Vie quotidienne

Théories /  
modèles

- Le son est un objet qui se déplace
- Le son se faufile
- Le son monte
- Le son ne se propage que dans l'air
- Plus le son est fort, plus il va vite.
- Plus le son avance, moins il va vite

# Théories / modèles

- Le son se propage avec une certaine vitesse
- Le son ne se propage pas dans le vide
- Conditions de propagation
- Notion de vitesse de propagation
- Fréquence (domaine audible, ultrasons, infrasons).

- Émission (vibration, caisse de résonance).
- Milieu de propagation.
- Distinction entre période et fréquence
- Relation entre période et fréquence.
- Intensité sonore, niveau sonore.

- Hauteur d'un son
- Timbre du son

Théories /  
modèles

Relations

- Le son est de moins en moins fort si on s'éloigne de la source
- Le son va moins vite dans l'eau que dans l'air
- Plus le milieu est dur, moins le son va vite
- Si un objet vibre vite, le son va vite.

- Lien entre distance parcourue, durée, vitesse.
- Il existe des sons audibles, non audibles en lien avec la fréquence
- Le son se propage dans tous les milieux
- Vitesse de propagation dépend du milieu

- Lien vibration source / vibration milieu.
- Nécessité d'un milieu pour propager la vibration
- Un son = phénomène périodique
- Lien qualitatif entre intensité sonore et niveau sonore.
- Lien niveau sonore et dangers
- Lien amplitude-intensité
- Lien fréquence-hauteur
- Indépendance fréquence-amplitude
- Lien timbre-forme du signal

- Un son fort peut être dangereux
- Est douloureux à partir de 120 dB
- Timbre caractéristique d'un instrument de musique

Relations

Objets /  
événements

- En hauteur, j'entends mieux.
- Plus aigu => plus fort
- Film : on entend les lasers.
- On entend mieux les aigus.
- On voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre
- Mur du son
- Écho : ça résonne
- Instruments de musique
- Micro, smartphone, enceintes, casque...

# Objets et événements

- Il y a des vibrations qu'on n'entend pas.
- sonar
- HP + GBF ?
- Risques auditifs

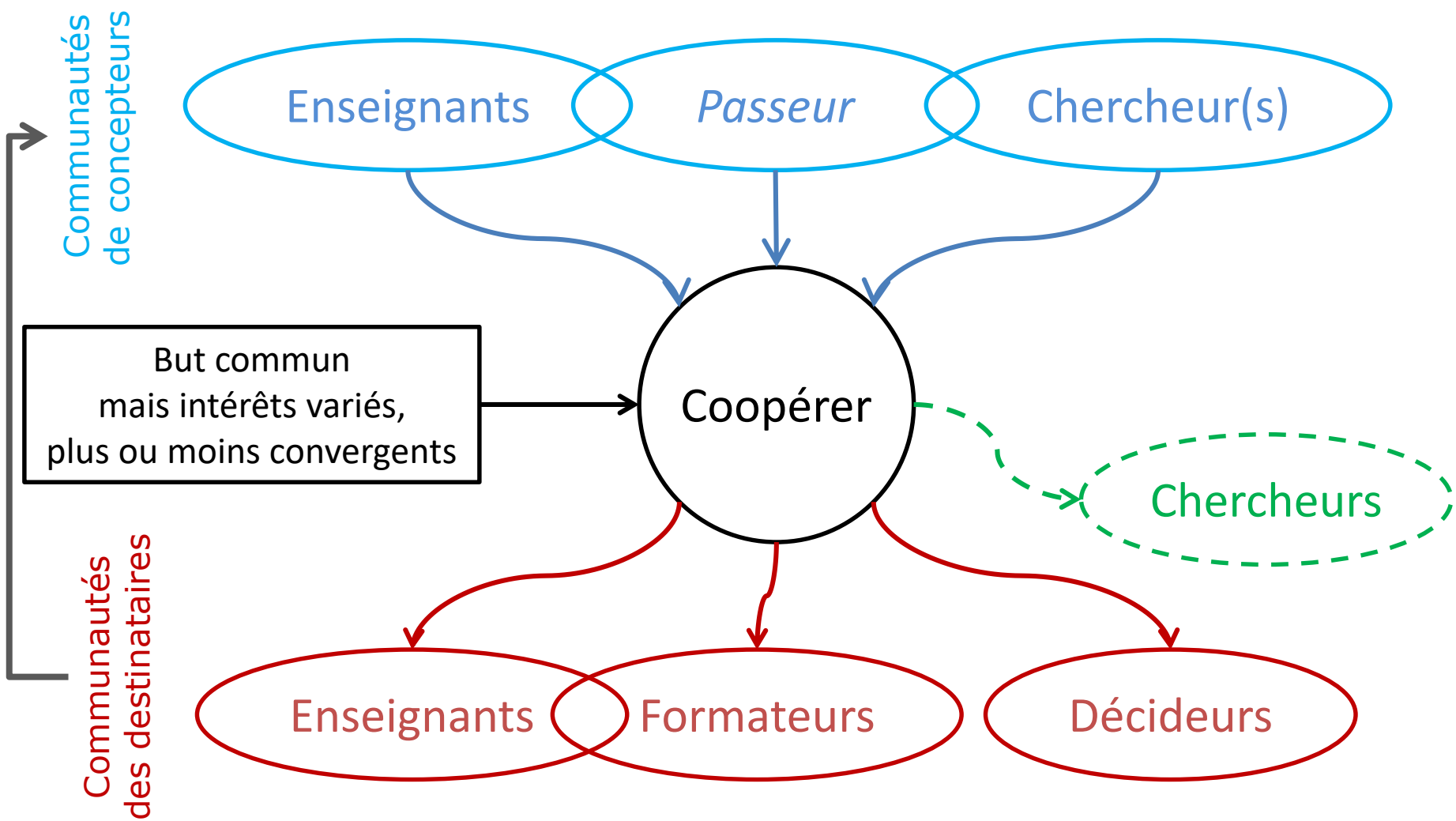
- Distinguer aigu/grave fort/faible
- Vibration visible avec HP
- HP + GBF
- Cloche à vide
- Expérience flamme devant HP
- Diapason avec et sans caisse.
- Mesure de la période et de la fréquence : micro, carte, oscillo, simulateur
- Son produit par microcontrôleur
- Sonomètre

- Deux sons joués par deux instruments différents.
- Son aigu et grave.
- Il existe des US et des IS
- Son dans les métaux (entendre les voisins dans les tuyaux en cuivre).
- La voix comme émetteur.
- Exemple de sons forts, dont il faut se méfier
- Dans le vide, pas de son

Objets /  
événements



# Différents types d'acteurs et de destinataires des ressources



# Du point de vue des acteurs

Ce type de recherches collaboratives :

- permet un travail « serein » loin de l'urgence quotidienne et sur le temps long, pour se connaître mutuellement...
- donne de la confiance aux acteurs car il légitime les choix faits
- permet une articulation fructueuse entre pratique d'enseignement et pratique de recherche, dans le respect mutuel et sans surplomb

# Quelques références

## *Epistémologie*

- Bachelard, S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. In P. Delattre & M. Thellier (Éd.), *Elaboration et justification des modèles* (Vol. 1, p. 3-19). Paris: Maloine S.A
- Cartwright, N. (1983). *How the laws of physics lie*. Oxford: Oxford University Press.
- Einstein, A. (1944). *Remarks on Bertrand Russell's Theory Of Knowledge* (Library of Living Philos).
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening*. Cambridge: University Press Cambridge.
- Giere, R. N. (1992). *Cognitive models of sciences*. Minneapolis: The university of Minesota Press.
- Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., Laube, S., & Griggs, P. (2008). An epistemological approach to modeling : Cases studies and implications for science teaching. *Science Education*, 92(3), 424-446.

## *Sciences du langage*

- Jewitt, C. (Éd.). (2009). *The Routledge Handbook of Multimodal Analysis*. London: Routledge.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (2001). *Les actes de langage dans le discours*. Paris: Nathan.
- Kress, G. (2010). *Multimodality. A social semiotic approach to contemporary communication*. London: Routledge.
- Lemke, J. L. (2000). Across the Scales of Time : Artifacts, Activities, and Meanings in Ecosocial Systems. *Mind, culture, and activity*, 7(4), 273-290. (<http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/webs/time/index.htm>).
- Lemke, J. (2009). Multimodality, identity and time. In C. Jewitt (Éd.), *The Routledge handbook of multimodal analysis* (p. 140-150). Abingdon.
- Rémi-Giraud, S. (2008). Mots courants et connaissances scientifiques. In J. Lautrey, S. Rémi-Giraud, E. Sander, & A. Tiberghien (Éd.), *Les connaissances naïves* (p. 154-192). Paris: Armand-Colin.
- Traverso, V. (1999). *L'analyse des conversations*. Paris: Nathan.

# Quelques références (suite 1)

## *Sciences de l'éducation: Didactique des sciences*

- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble: La pensée sauvage.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Éd.). (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences : A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182.
- Erduran, S., & Jimenez Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(320), 63-70.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris: Hachette.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C., J. (1998). Learning science through models and modelling. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Éd.), *International handbook of science education* (p. 53-66). Dordrecht: Kluwer academic publishers.
- Justi, R. S., & Gilbert, John. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369-1386.
- McDermott, L. C. (1998). Students' conceptions and problem solving in mechanics. In A. Tiberghien, L. Jossem, & J. Barojas (Éd.), *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. Consulté à l'adresse <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/TOC.html>
- Roth, K. J., Garnier, H. E., Chen, C., Lemmens, M., Schwille, K., & Wickler, N. I. Z. (2011). Videobased lesson analysis : Effective science PD for teacher and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 117-148.
- Roth, K., & Garnier, H. (2006). What Science Teaching Looks Like : An International Perspective. *Educational Leadership*, 64(4), 16-23.
- Tiberghien, A., Vince, J., & Gaidioz, P. (2009). Design-based Research : Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314. <https://doi.org/10.1080/09500690902874894>
- Tiberghien, A., Cross, D., & Sensevy, G. (2014). The Evolution of Classroom Physics Knowledge in Relation to Certainty and Uncertainty. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 930-961.
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrup, B. (Éd.). (2013). *Constructing representations to learn in science*. Rotterdam: Sense Publ.
- Viennot, L. (2001). *Reasoning in physics : The part of the common sense*. Dordrecht, NL: Kluwer.

# Quelques références (suite 2 )

## *Sociologie des sciences et Sociologie*

Latour, B. (1989). *La science en action : Introduction à la sociologie des sciences*. Paris: Ed. La Découverte.

Latour, B. (2017). Visualization and Cognition : Drawing things Together. *Philosophical Literary Journal Logos*, 27(2), 95-151.  
<https://doi.org/10.22394/0869-5377-2017-2-95-151>

Bonnéry, S. (2007). *Comprendre l'échec scolaire. Elèves en difficultés et dispositifs pédagogiques*. Paris : La Dispute. (La Dispute). Paris: La Dispute.

Lahire, B. (1995). *Tableaux de familles : Heurs et malheurs scolaires en milieux populaires*. Paris: Gallimard : Seuil.

Rayou, P., & Sensevy, G. (2012). Milieux didactiques et contextes sociaux. Les arrières-plans des apprentissages. In P. Losego, *Actes du colloque « Sociologie et didactiques : Vers une transgression des frontières »* (p. 439-456). Consulté à l'adresse  
<http://www.hepl.ch/sociodidac>

## *Psychologie*

Piaget, J., & Garcia, R. (1971). *Les explications causales*. Paris: Presses Universitaires de France.

Dewey, J. (1984). *The Later Works of John Dewey 1929 : The Quest for Certainty*. SIU Press.

Lautrey, J., Rémi-Giraud, S., Sander, E., & Tiberghien, A. (2008). *Les connaissances naïves*. Paris: Armand-Colin.

Mercer, N., & Hodgkinson, S. (Éd.). (2008). *Exploring Talk in School : Inspired by the Work of Douglas Barnes*. London: Sage.

Slavin, R. E., Hurley, E. A., & Chamberlain, A. (2003). Cooperative Learning and Achievement : Theory and Research. In I. B. Weiner (Éd.), *Handbook of Psychology* (p. wei0709). <https://doi.org/10.1002/0471264385.wei0709>

Vygotski, L. S. (1934). *Pensée et langage* (3ème). Paris: La Dispute.

## *Sciences de l'éducation*

Chopin, M.-P. (2011). *Le temps de l'enseignement. L'avancée du savoir et la gestion des hétérogénéités dans la classe*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

Schubauer-Leoni, M.-L., Leutenegger, F., Ligozat, F., & Flückiger, A. (2007). Un modèle de l'action conjointe professeur-élèves : Les phénomènes didactiques qu'il peut/doit traiter. In G. Sensevy & A. Mercier (Éd.), *Agir ensemble : Eléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves* (p. 51-91). Rennes: Presses Universitaires de Rennes (PUR).

Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Eléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles: de Boeck.

Mercier, A., Schubauer-Leoni, M. L., Donck, E., & Amigues, R. (2005). The Intention to Teach and School Learning : The Role of Time. In A.-N. Perret-Clermont (Éd.), *Thinking Time A Multidisciplinary Perspective on Time*. USA, Canada, Switzerland: Hogrefe & Huber.

Merci



# Journée Neuroéducation Lyon - 11 décembre 2019

Les sciences au service des apprentissages

