

Les ressources en BUT MT2E

Des relations spécifiques entre objets techniques et modèles scientifiques.

UCA, 17 et 18 octobre 2022

Pascale Kummer Hannoun
EDA Université Paris Cité

Modéliser chez Jean-Louis Martinand

MATRICE COGNITIVE

Paradigme épistémique
Ressources théoriques

ÉLABORATION
REPRÉSENTATIVE

Sémantique, pragmatique, syntaxe
« Représentations symboliques »

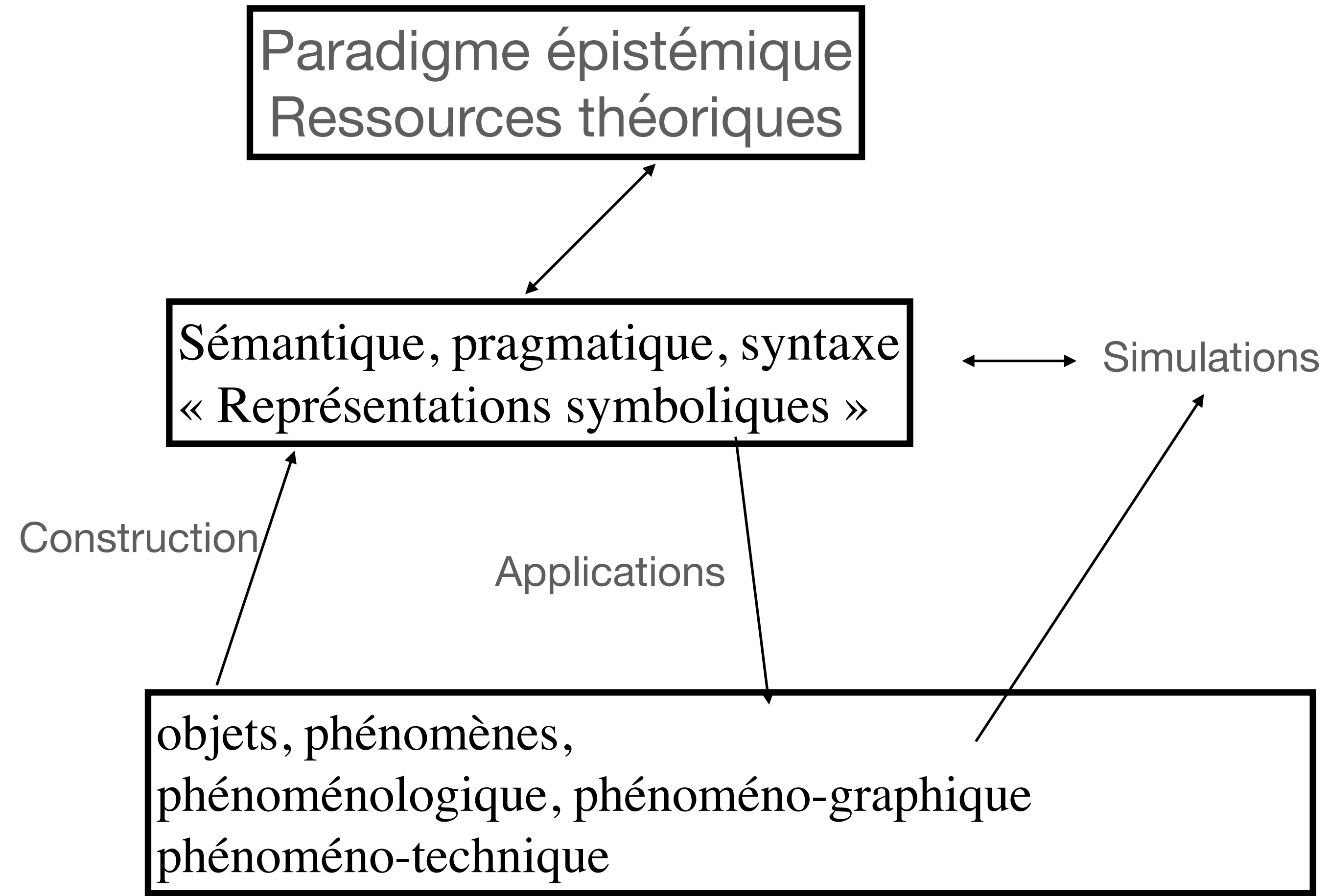
↔ Simulations

Construction

Applications

RÉFÉRENT EMPIRIQUE

objets, phénomènes,
phénoménologique, phénoméno-graphique
phénoméno-technique



Propriété des modèles scientifiques

- Représentation simplifiée / schématisation
 - Domaine de validité (limites du modèle)
 - Pouvoir descriptif, explicatif, prédictif
 - Hypothétiques, changeant, pragmatiques
-
- Spécificité pour la physique → modèles mathématiques

Relations entre modèle et système réel

Enseignement sup. général : on vise la connaissance de lois

- Les lois de la physique sont enseignées en suivant une progression relative à un niveau de difficulté mathématiques et conceptuelle.
- On privilégie en L1 des modélisations basées sur des lois « simples » (la droite, la parabole, les lois sinusoïdales, l'exponentielle...)
- On limite alors les systèmes étudiés à ceux que l'on peut traiter compte tenu des modèles enseignés à un niveau donné.
- La plupart des mouvements étudiés en L1 se font sans frottement, les fluides ne sont pas visqueux ou rarement. Les liaisons contact entre solides sont idéales (sans frottement) on néglige les dégagements de chaleur...

Relations entre modèle et système réel

Exemple en enseignement technologique DUT GTE /BUT MT2E

L'objectif d'apprentissage est centré :

- en énergétique :

- Sur le fonctionnement des machines productrice de chaleur ou d'énergie

- en thermique des bâtiments :

- Sur la connaissance des logiciels, des matériaux et des normes

=> la place des modèles est alors inversée.

Mesure de caractéristiques en GTE

Exemples de coefficients empiriques

- Rendement d'une machine (moteur, systèmes de production énergie)
- Coefficient de conductivité thermique (paroi)
- Coefficient d'échange thermique
- Coefficient de frottement (entre deux matériaux solides)
- Coefficient de portance aérodynamique d'une aile d'avion
 - > phénomènes souvent négligés en L1 physique/mécanique générale

Mesure de caractéristiques physiques

Construction de modèles empiriques

caractérisation empirique des systèmes

—> la mesure fournit les valeurs manquantes au modèle, grandeurs spécifiques qui dépendent de la technologie utilisée, de sa géométrie, des matériaux qui la composent

méthode générale de mesure

—> ordre de grandeur, incertitude

—> connaissance des instruments de mesure, utilisation pratique suivant les systèmes étudiés (thermocouple associés à une gamme de température)

Le terrain : DUT GTE/ BUT MT2E

Entretiens sur 2 sites : Région parisienne et Auvergne

- 1 PU, 3 MCF, 3 PRAG, 1 VAC
- Disciplines « coeur de métier »
 - Fondamentales : transfert thermique, énergétique, mécanique des fluides, propriétés des matériaux.
 - Appliquées : échangeurs, frigo, chaudières, thermique des bâtiments

Exemples issus des verbatim

Importance des ressources matérielles, et des activités pratiques

—> Intégration des résultats de TP aux CM ou aux TD

- Coefficient de conductivité thermique

« *Ce qui va être fait, oui, c'est que des essais ont été faits sur cette machine, et nous, on a les résultats d'essais* » (MCF) => utilisation des résultats en cours ou en TD

- Coefficient de trainée

« *Avant on parlait de **coefficient de trainée théorique**, là on a fait les mesures on va les intégrer ce sera quand même mieux. On donne les résultats de mesures **des étudiants de l'année d'avant...*** »

« *Quand je fais cours, je peux descendre au labo pour aller **montrer les manips de TP**, remonter, **revenir en amphi** voilà maintenant, j'essaie de mélanger un maximum...* » (MCF)

- Convection

- « *Et donc ça, c'est typiquement des équations qu'on a établies avec de l'analyse dimensionnelle, c'est que de l'expérimental.* » (PRAG)

Partage du laboratoire entre recherche et TP

Machine de mesure de conduction thermique

MCF en mécanique des fluides, activité à cheval entre recherche et enseignement.

*« Donc on a orienté nos manip vers la mécanique fluide, la mesure d'efforts, la mesure de pression etc et ensuite j'ai des thèmes qui sont spécifiques **à la recherche au labo**, donc c'est sur l'identification de coefficients d'échanges par méthode inverse par exemple, où là on est venu implanter d'autres systèmes vraiment très spécifiques, et tout ça fonctionne ensemble, y a pas de soucis, donc heu je suis vraiment **à cheval sur la recherche et l'enseignement**, et mes manip cristallisent un peu tout ça. C'est moi qui m'occupe de toutes mes manip. »*

PU thermique

« Formation par la recherche »

*« Par exemple, les étudiants sont en train de travailler sur le séchage des matériaux poreux. Je prends un tissu je souffle dessus, je veux savoir combien de temps il met pour sécher. Tout bêtement, ça dépend de sa porosité, de sa densité de sa conductivité, de plein de paramètres de ce type là. Eh bien, je le mets derrière il souffle du matin au soir jusqu'à ce qu'il comprenne comment ça marche et il suffit simplement qu'il tourne le dos **je lui change un paramètre**, il faut qu'il **se débrouille** pour le retrouver.*

*Donc c'est ça qui est intéressant, c'est qu'**on les forme par la recherche** »*

MCF en Méca fluide, ancien ingénieur auto

Limite des modèles

*« Pour moi c'est quand même assez important, par exemple quand je leur parle d'essais en soufflerie, ou d'essais moteur, au banc moteur, je leur explique comment on fait des essais moteurs en industrie, quels sont les enjeux, quels sont les coûts, quelles sont les attentes, quels paramètres on va mesurer, quand **par exemple on est sur la modélisation, je leur dit toujours bon bah voilà, on fait la modélisation comme ça, mais ces aspects là sont vraiment très simplistes, il faut savoir qu'en réalité, on fait plutôt ça comme ça.** »*

MCF Méca fluide / PU thermique

Importance du calcul -> responsabilité

Méca fluide : « Je leur explique aussi l'importance, ça je pense c'est aussi **mon passé d'ingénieur, d'avoir bon en fait au calcul**, parce que ça c'est quelque chose qu'ils ont perdu aussi par le lycée c'est-à-dire que on va noter **des formes** et on note pas le **résultat**, ce qui en physique est gênant. donc je leur dis voilà on va faire un espèce de jeu. En fait, la notation sur cette épreuve là, si vous voulez le faire, vous n'êtes pas obligés, c'est... ça va être 0 ou 20. Si vous avez la **bonne masse de kérosène c'est 20, vous avez la mauvaise masse, c'est zéro.** »

Thermique : « Voilà pourquoi je t'ai dit : « je veux avoir une précision suffisante parce que sinon je te colle zéro. Il faut que tu sortes d'ici et que tu me donnes une bonne mesure. C'est important **parce que quand tu sors d'ici tu es le thermicien tu n'as pas le droit à l'erreur** »

MCF Méca fluide et PU Thermicien

Comprendre la physique, par la pratique, rôle de la recherche

*« Moi j'estime que notre fonction c'est quand même d'expliquer la physique alors bien sûr, dans un but identifié, hein, c'est sûr qu'on est dans une filière technique il faut former avant tout des techniciens, mais **quand on va régler une clim ou une pompe à chaleur**, c'est quand même **interessant de comprendre la physique qui est derrière en fait** »*

« Alors tous les enseignements sont toujours illustrés par des exemples de recherche. Alors si vous mettez plus de 3 minutes à écrire l'équation de la chaleur, l'étudiant il vous écoute plus c'est fini. Si vous faites des maths pour des maths il vous écoute pas, il est trop jeune, ça l'intéresse pas, il comprend pas . Par contre si on s'arrête et on lui dit « voilà à quoi ça sert », on fait un dessin par exemple d'un freinage de TGV, d'un freinage d'avion quand il va descendre là oui, ils comprennent et voilà pourquoi il faut que ça soit un enseignant chercheur. »

*On leur dit tu sais comment ça fonctionne un téléphone ? Non, tu sais pas je vais t'expliquer, il y a plusieurs problèmes mais un des problèmes est **un problème purement thermique**. Et on va au tableau et on leur écrit « tu vois c'est cette équation qui est importante et **c'est ce paramètre que tu as mesuré en TP la dernière fois** c'est lui qui nous intéresse ».*

PU thermique

Grandeur à étudier fonction des besoins de l'industrie

Construction de banc de TP prend 1 an → plusieurs séances sur un banc, obsolète en 4/5 ans

*« Je monte un TP pour mesurer la **conductivité thermique**. On va mesurer des matériaux très conducteurs, très peu conducteurs et les techniques sont complètement différentes, elles n'ont absolument rien à voir. Donc, faire un TP de 4h c'est très insuffisant, donc, qu'est-ce qu'on fait, on s'arrange pour que chaque groupe fasse au moins deux TP. Donc sur 4h ça fait 8 heures. Donc sur les 8 h on essaie de couvrir toutes les gammes de conductivité, donc il part d'ici, **il sait ce que c'est une conductivité**. »*

La grandeur à étudier est choisie en fonction des **besoins des industriels**

Discussion

- Passage par l'empirique pour introduire la théorie
- Recours à l'interprétation des phénomènes pour comprendre la physique
- Évolution rapide des instruments de mesure (thermocouples, caméra infrarouge) enseignants-chercheurs choisissent les nouveaux instruments (obsolètes au bout de 4 ans), efficaces pour la recherche, adaptés à l'industrie
- Importance de la recherche et rôle des enseignants chercheurs
- Importance des connaissances des particularismes technologiques
- Importance donnée au résultat (valeur numérique obtenu par calcul ou mesure) et à son incertitude :
 - Réglementation/normes
- Rôle de la démonstration reste une question

Formations BTS / Technicien spécialisé / Ingénieur