

Thèse soutenue le 5 décembre 2008 par **Stéphane Brunel** de l'Université Bordeaux 1
Ecole doctorale des sciences physiques et de l'ingénieur.

Étude des activités collaboratives de conception en tant que situation d'apprentissage : application à l'ingénierie des produits et à l'ingénierie didactique.

Le jury est composé de :

Emmanuel Caillaud Professeur à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg	Rapporteur
Michel Aldanondo Professeur à l'école des Mines d'Albi-Carmaux	Rapporteur
Claudia Eckert Senior Research Associate de l'Université de Cambridge	Examinatrice
Jean Louis Ermine Professeur à l'institut TELECOM	Examineur
Bruno Vallespir Professeur à l'Université Bordeaux 1	Examineur
Philippe Girard Professeur à l'IUFM d'Aquitaine	Examineur
Marc Zolghadri Maître de Conférences à l'IUFM d'Aquitaine	Examineur

Sommaire



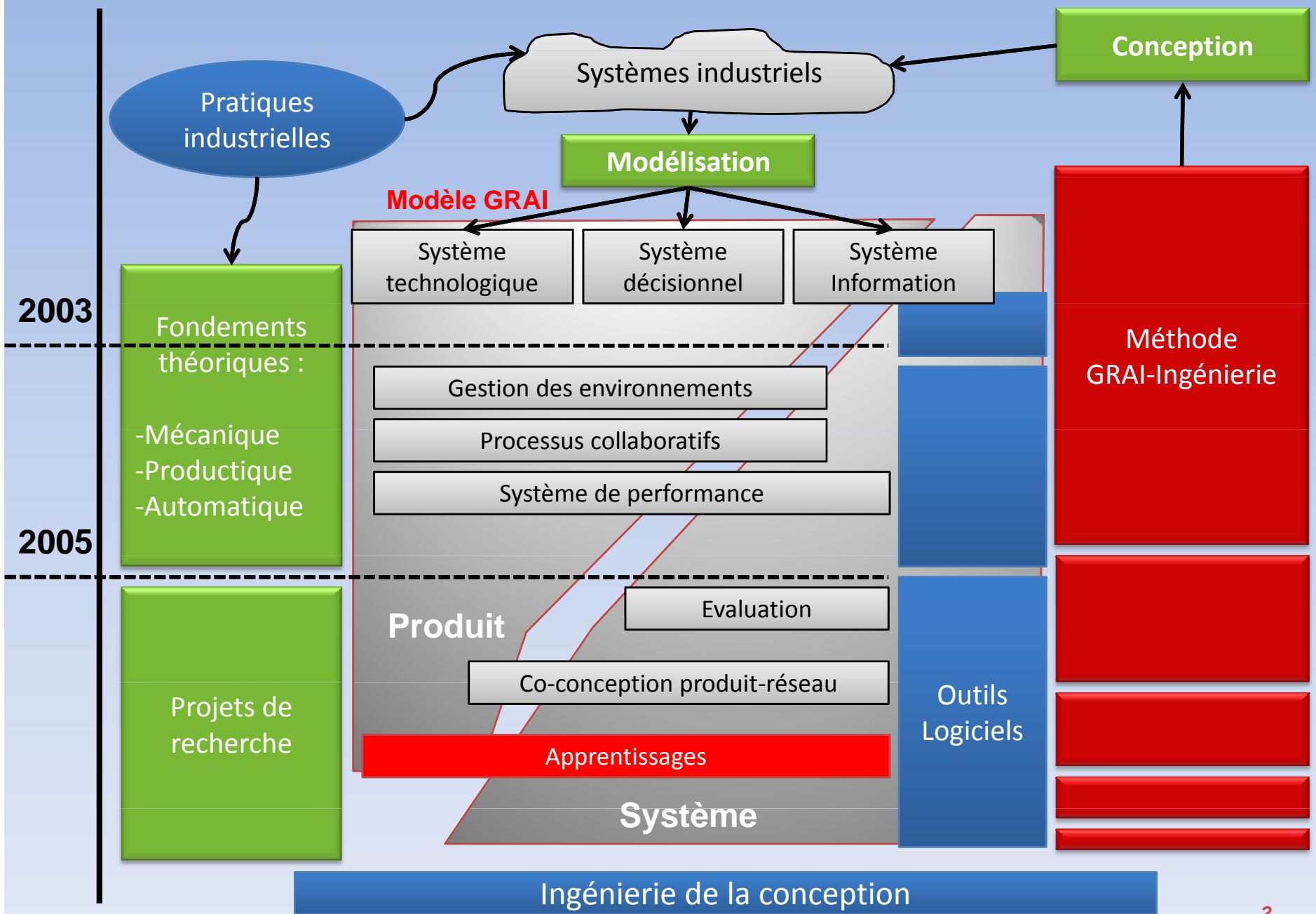
Introduction générale du propos

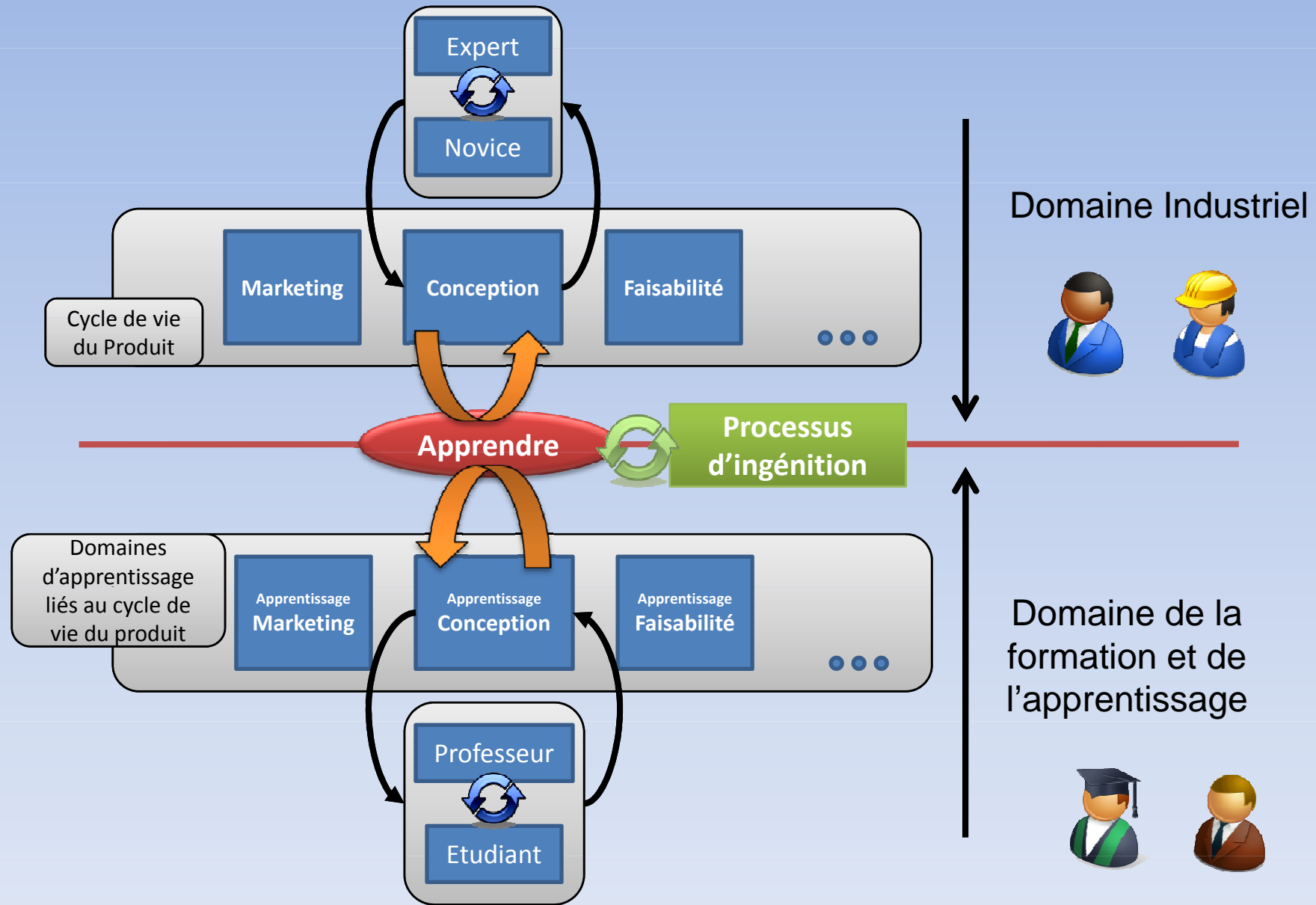
Problématique

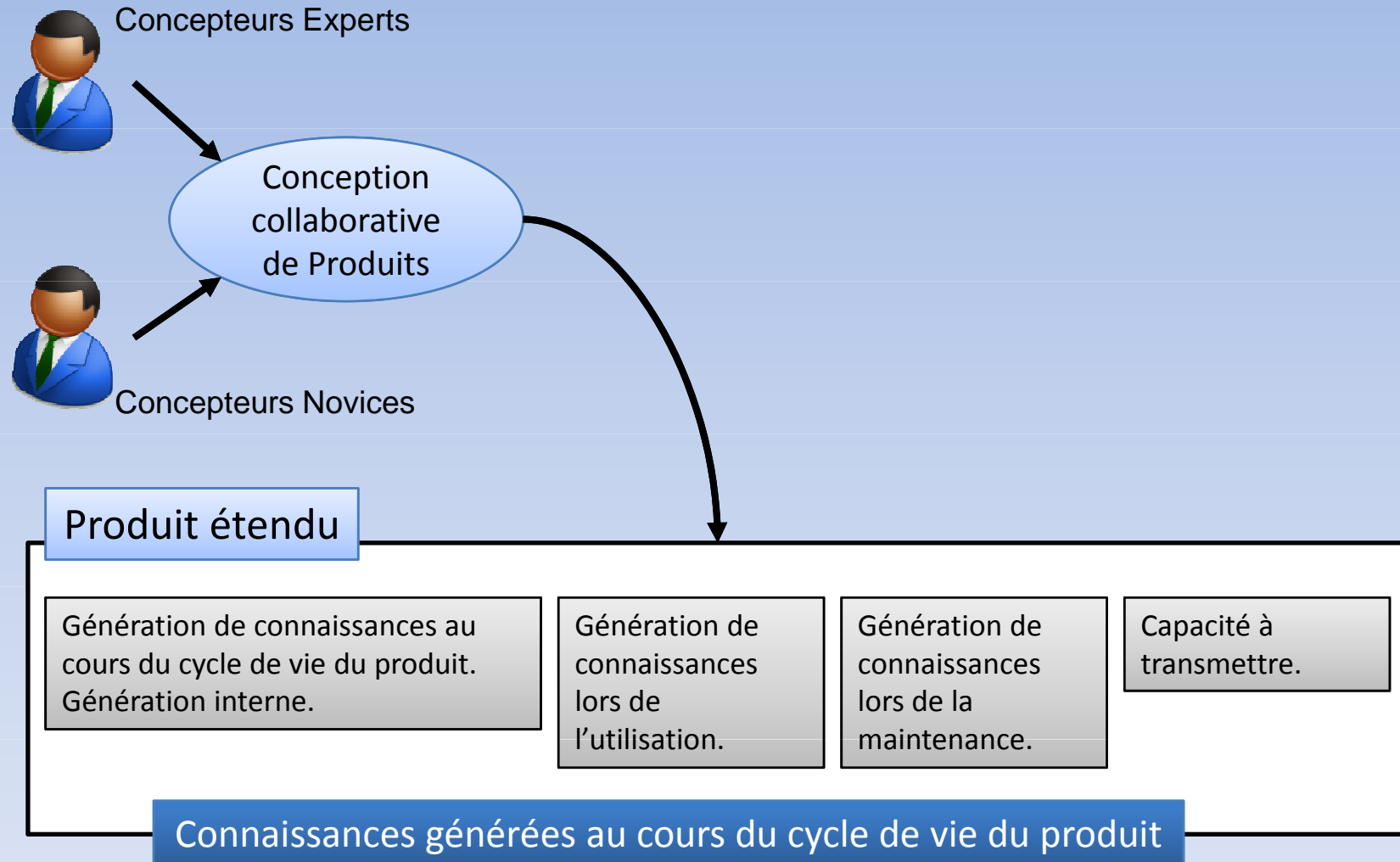
Etat de l'art

Le Processus d'Ingénierie

Conclusion et perspectives







Comment faire le suivi opérationnel des générations et créations successives des connaissances ?

Comment décrire ces connaissances générées et suivant quel processus ?

Comment se servir de cette génération pour améliorer la conception des produits en étant de plus en plus près des attentes des clients ?

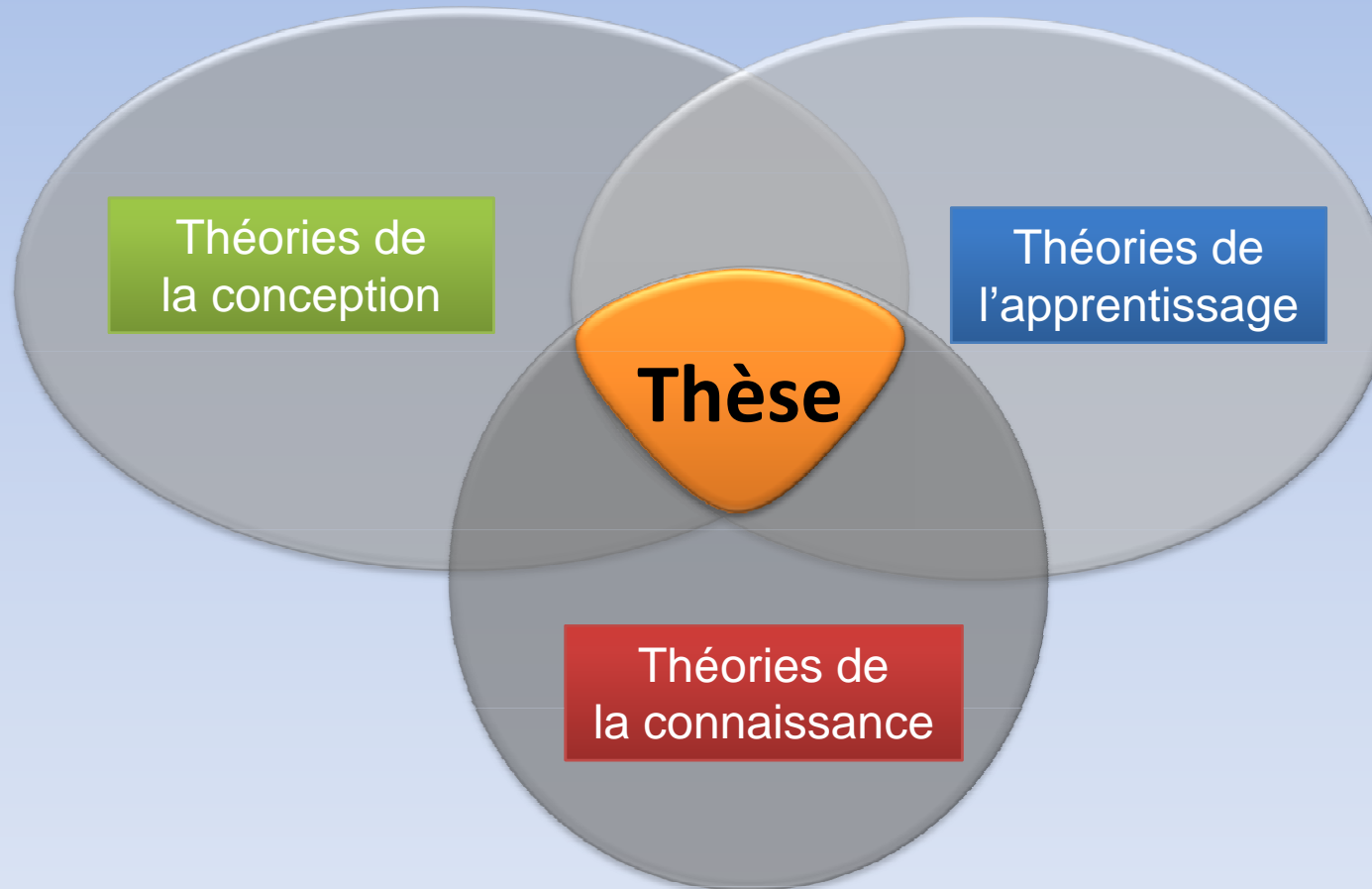
Comment montrer de façon efficace les chainages entre les différentes connaissances ayant des granularités différentes ?

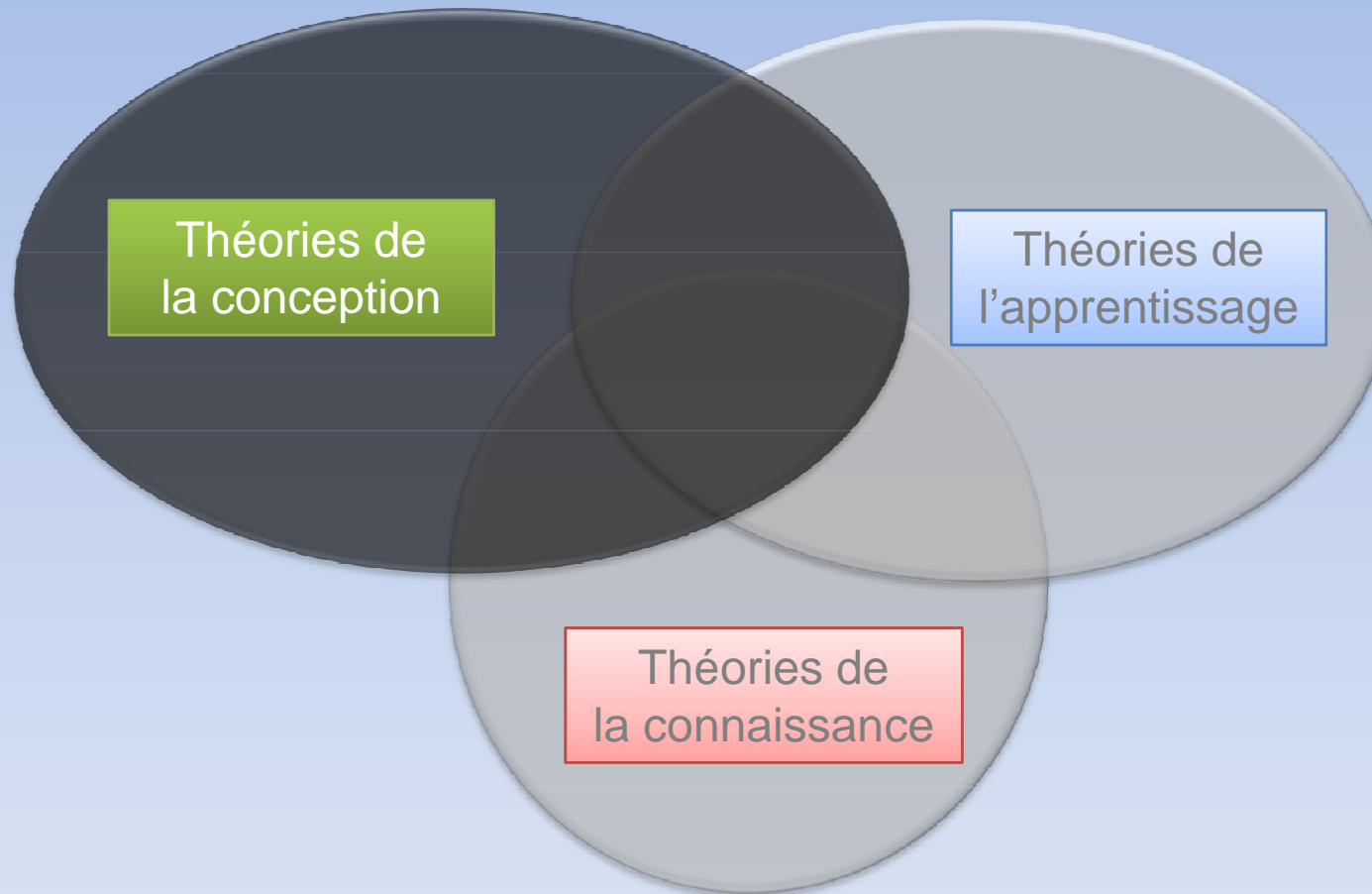
Quelle solution viable proposer pour que cette génération de connaissance puisse être captée, capitalisée, analysée, structurée, et partagée dans le but d'un réinvestissement lors de conceptions futures ?

Un produit se conçoit ▲

Un produit génère de la connaissance lors de sa conception ▲

Un produit permet un apprentissage de la conception ▲





Les modèles prescriptifs

[March, 84],
[Blessing, 94],
[Roozenburg, 95]

Les modèles descriptifs

[Cross, 92],
[Dixon, 87],
[Schön, 97]

les modèles «computationnels »

[Piore, 97],
[Xuereb, 91],
[Gomory, 89]

[Dixon, 87],
[Evbuomwan, 96],
[Perrin, 01].

Le modèle que nous proposerons devra laisser toute sa part à la liberté créatrice des acteurs de la conception.

Il sera un mix de l'ensemble de ces modèles.

Permet l'émergence d'un management transversal

[Blanchot, 99]

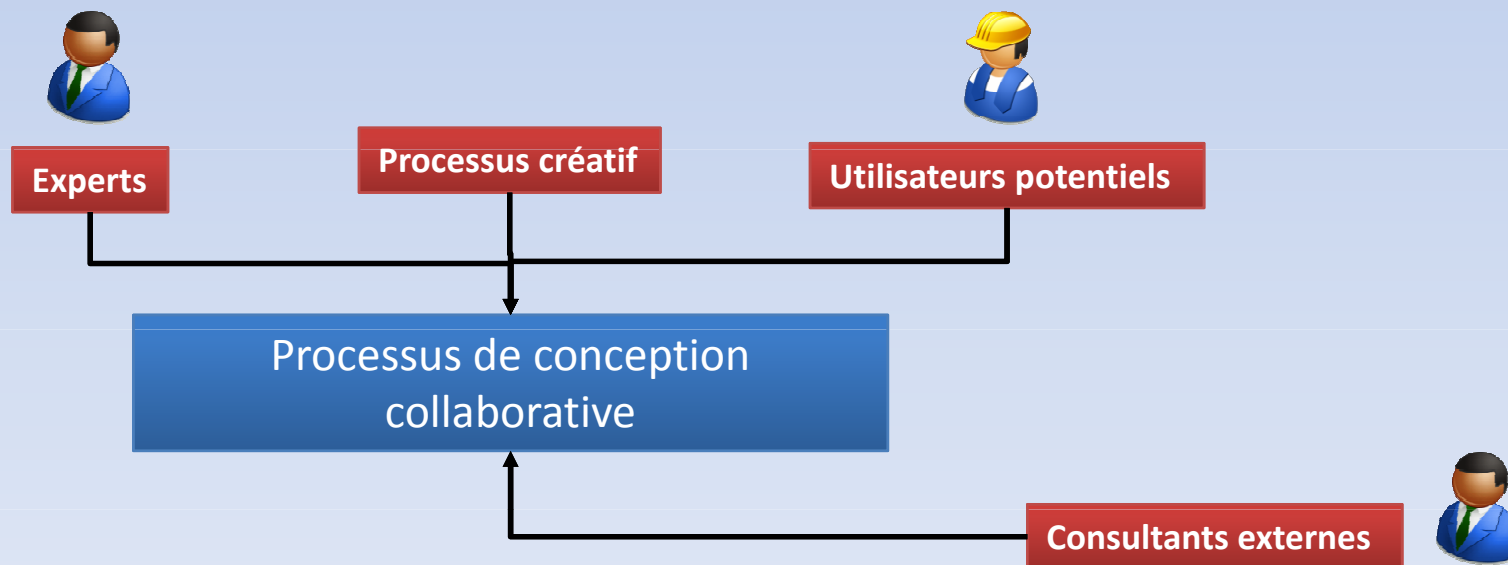
Propose le passage d'une structure pyramidale à une forme de coalition horizontale

[Batazzi, 00]

Favorise les échanges pluridisciplinaires

La collaboration en conception est un acte conscient et délibéré.
Elle donne naissance à des échanges de savoirs et de savoir-faire.

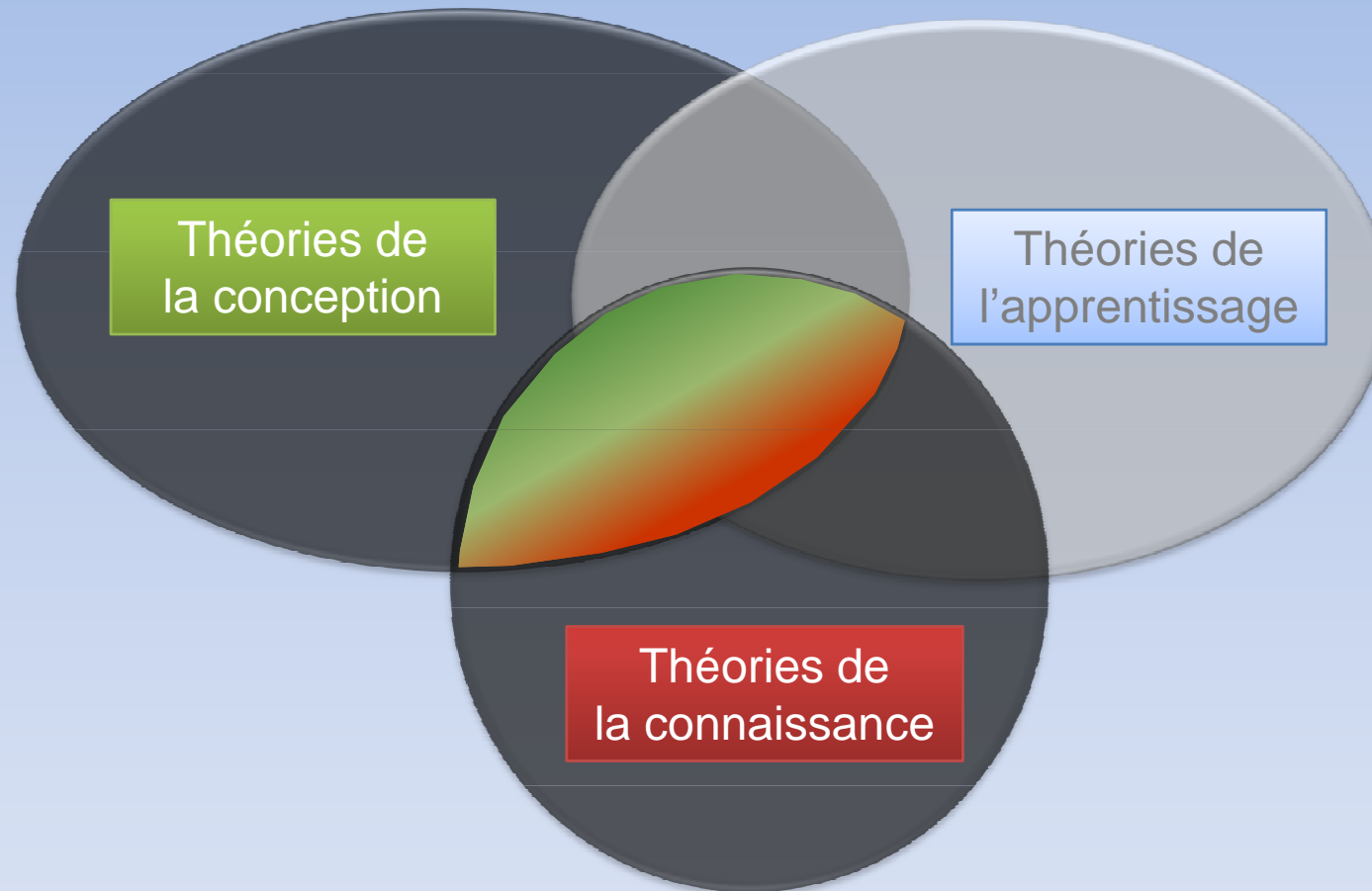
La conception collaborative est un processus cognitif complexe basé sur des interactions interindividuelles



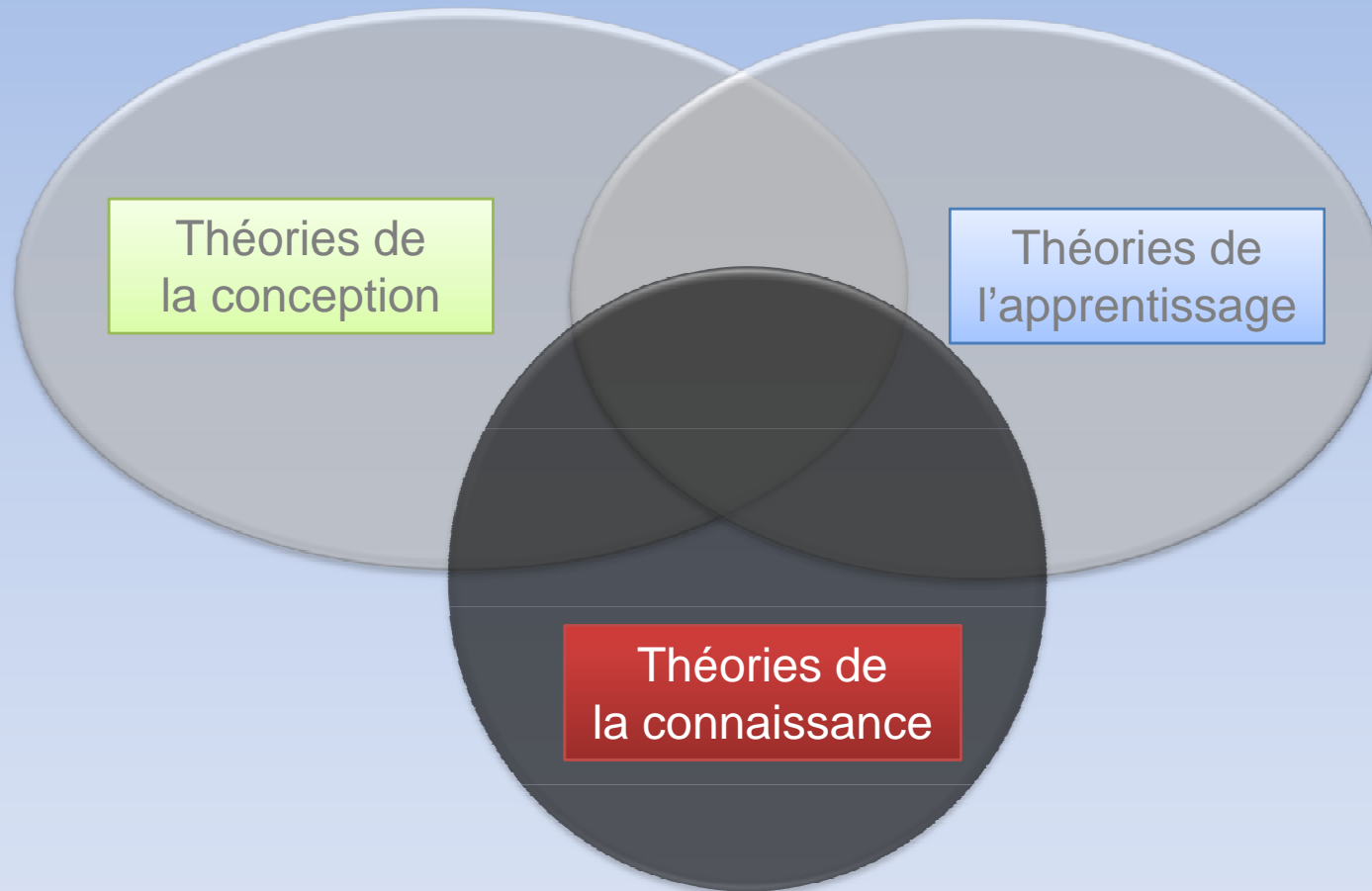
[Cross, 92], [Dixon, 87], [Schön, 97]

[Piore, 97], [Xuereb, 91], [Gomory, 89]

[Tichkiewitch, 97]







La gestion de la connaissance est un des avantages compétitifs majeurs pour une entreprise

Pour cela il faut :

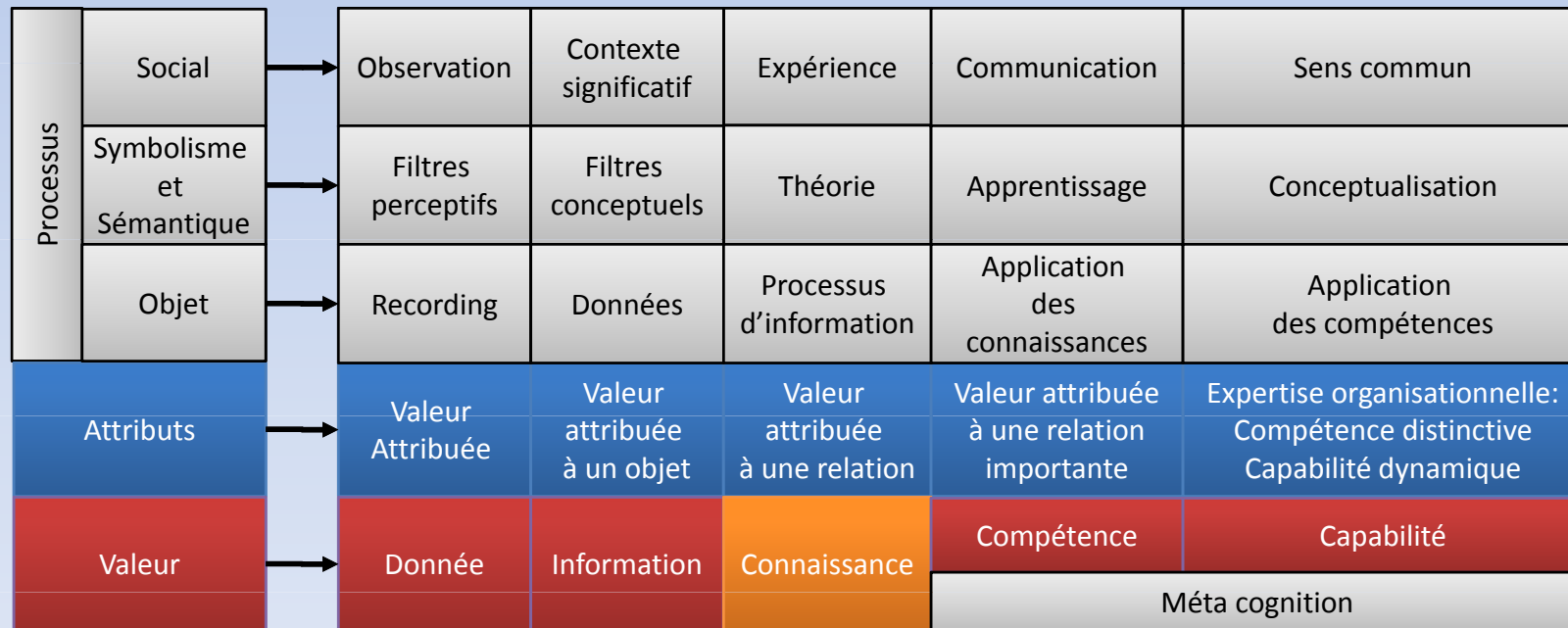
accroître, diffuser, exploiter les connaissances internes

protéger les connaissances

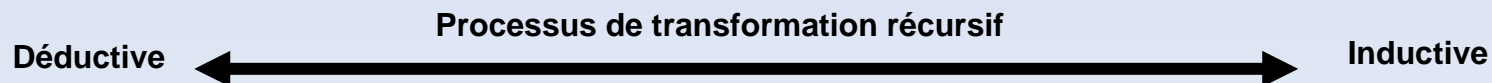
partager, transférer, et recevoir les connaissances des partenaires

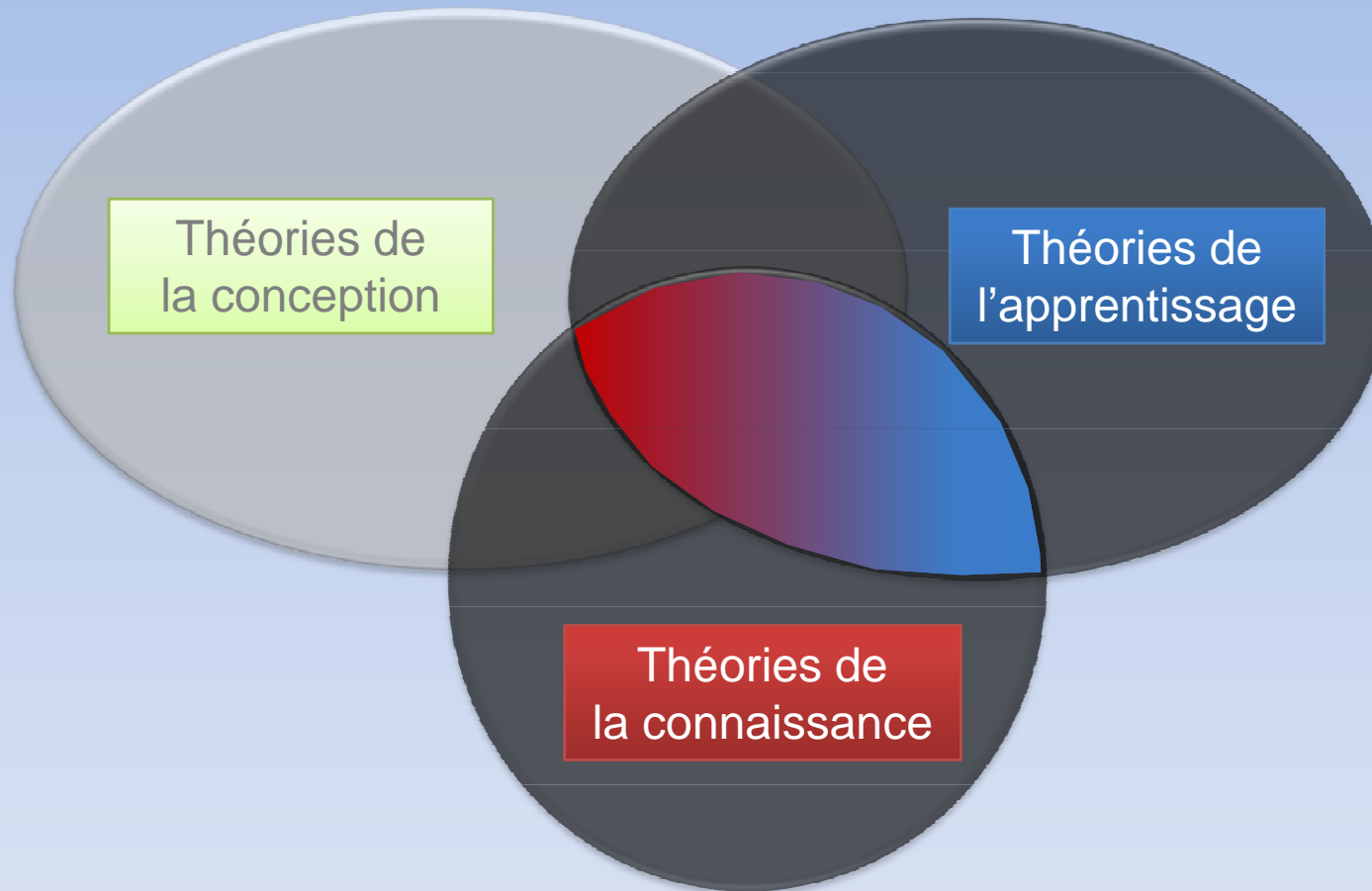
utiliser différentes sources de connaissances

[Grant, 96]
 [Hedlund, 93]
 [Prahalad, 90]
 [Prusak, 96]
 [Roth, 96]
 [Spender, 96]
 [Bierly, 00]
 [Szulanski, 96]
 [Liebeskind, 96]
 [Appleyard, 96]
 [Mowery, 96]
 [Almeida, 96]



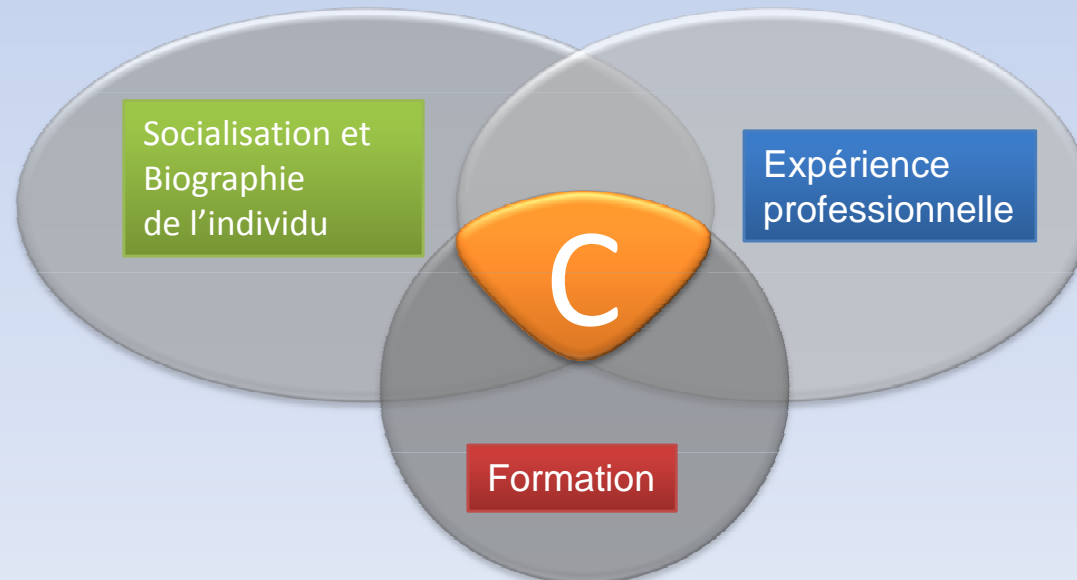
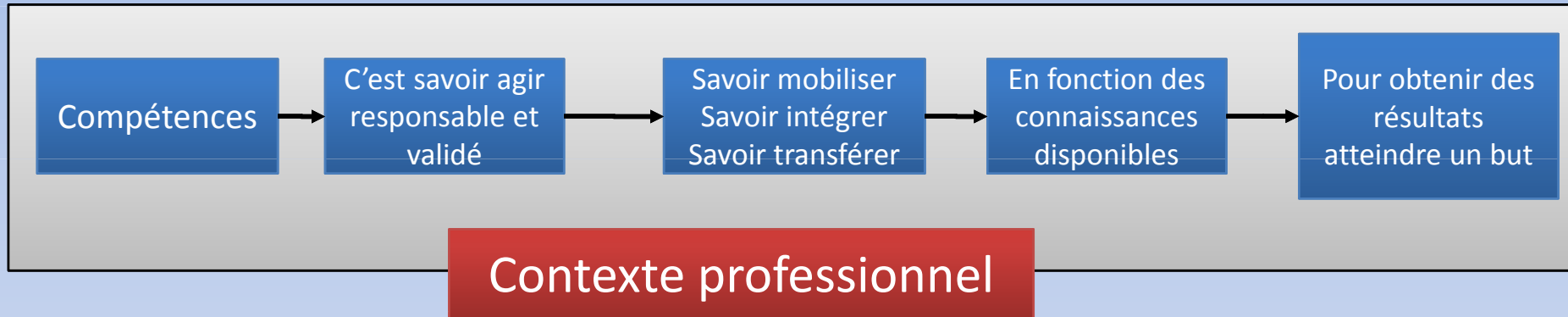
[Moradi, 08]

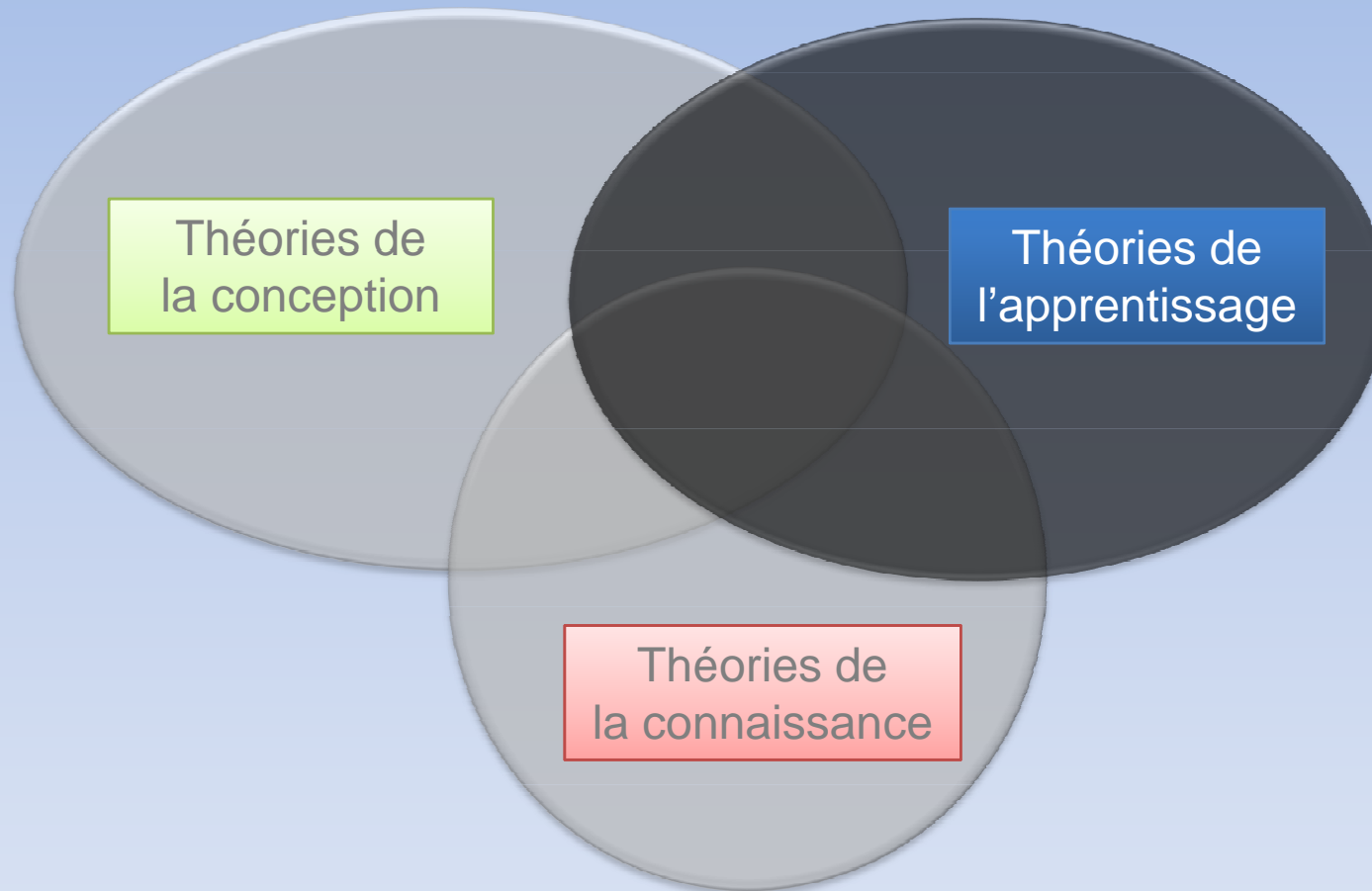




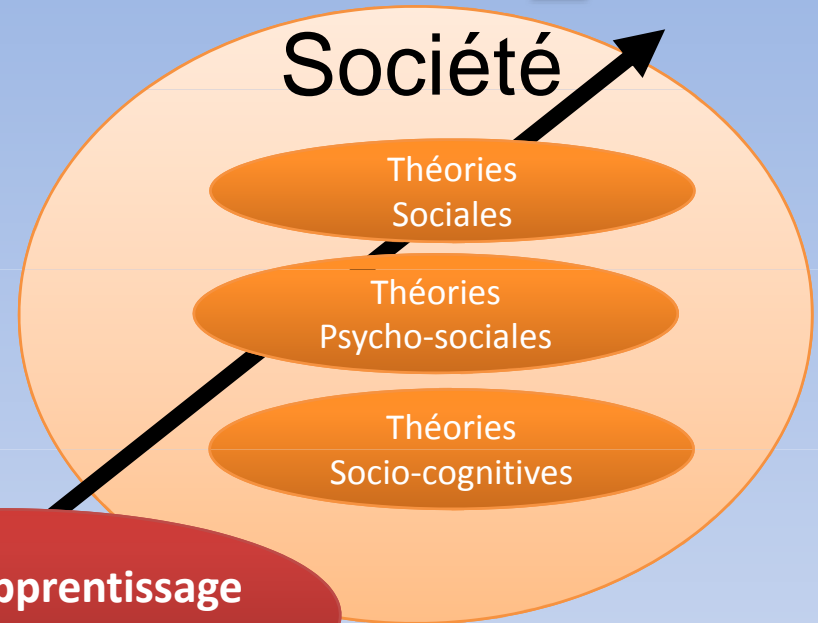
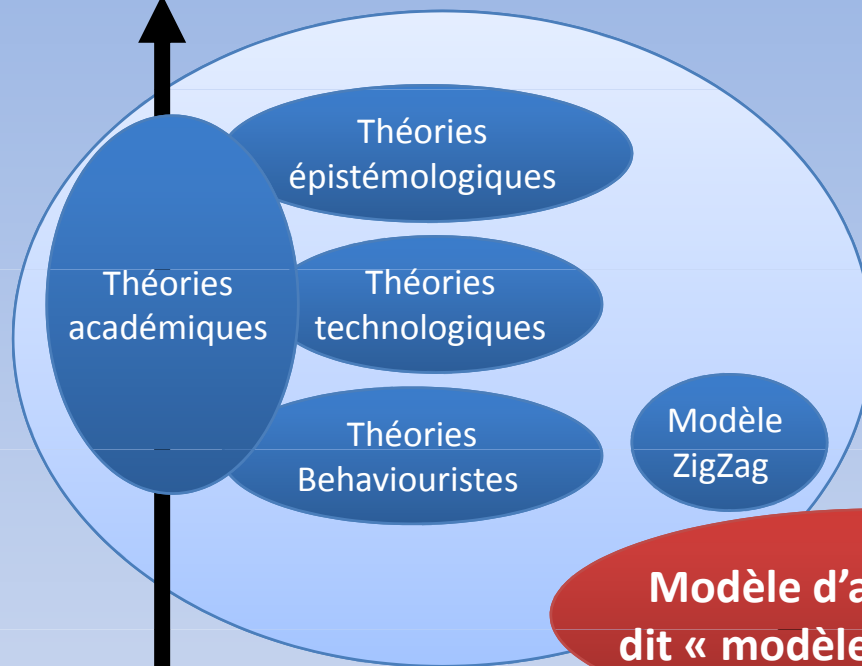
L'apprentissage est nécessaire dans le but d'acquérir des connaissances

Les connaissances sont alors transformées en compétences

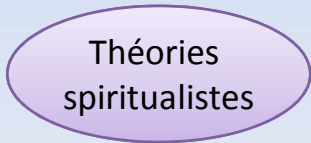
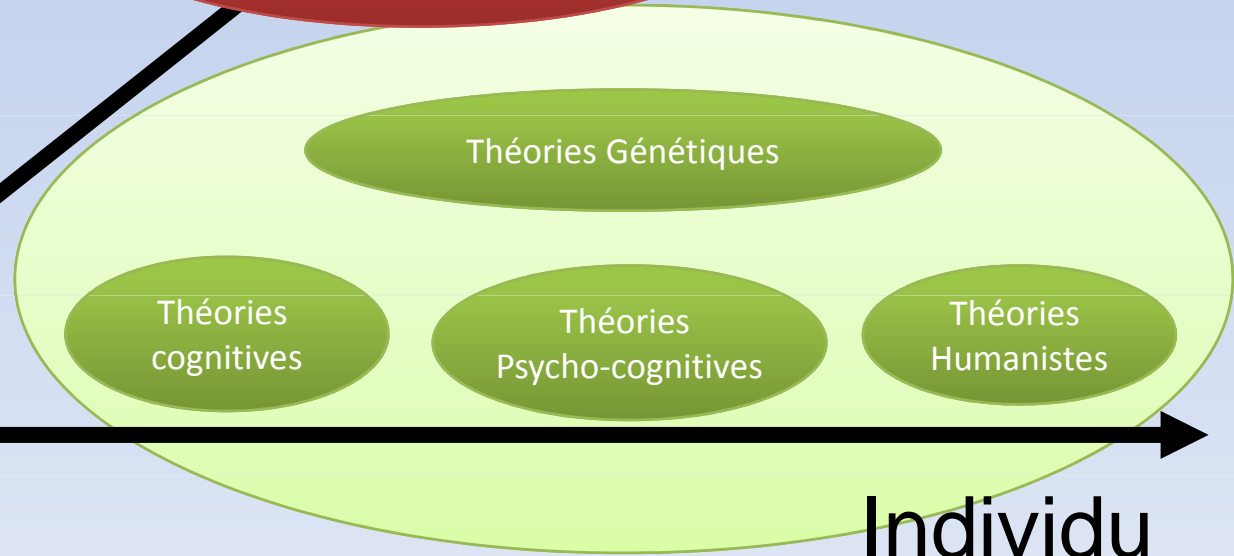




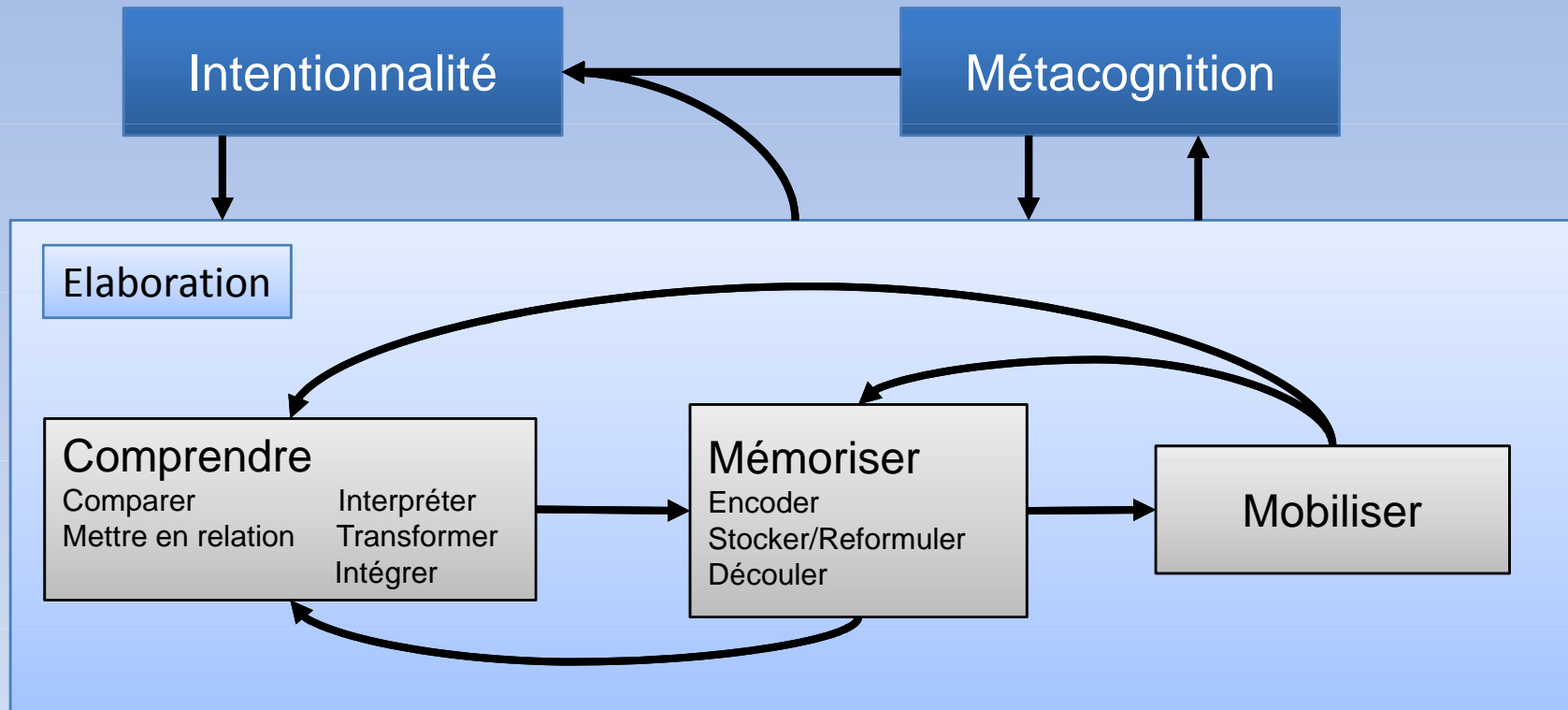
Connaissance



Modèle d'apprentissage dit « modèle allostérique »

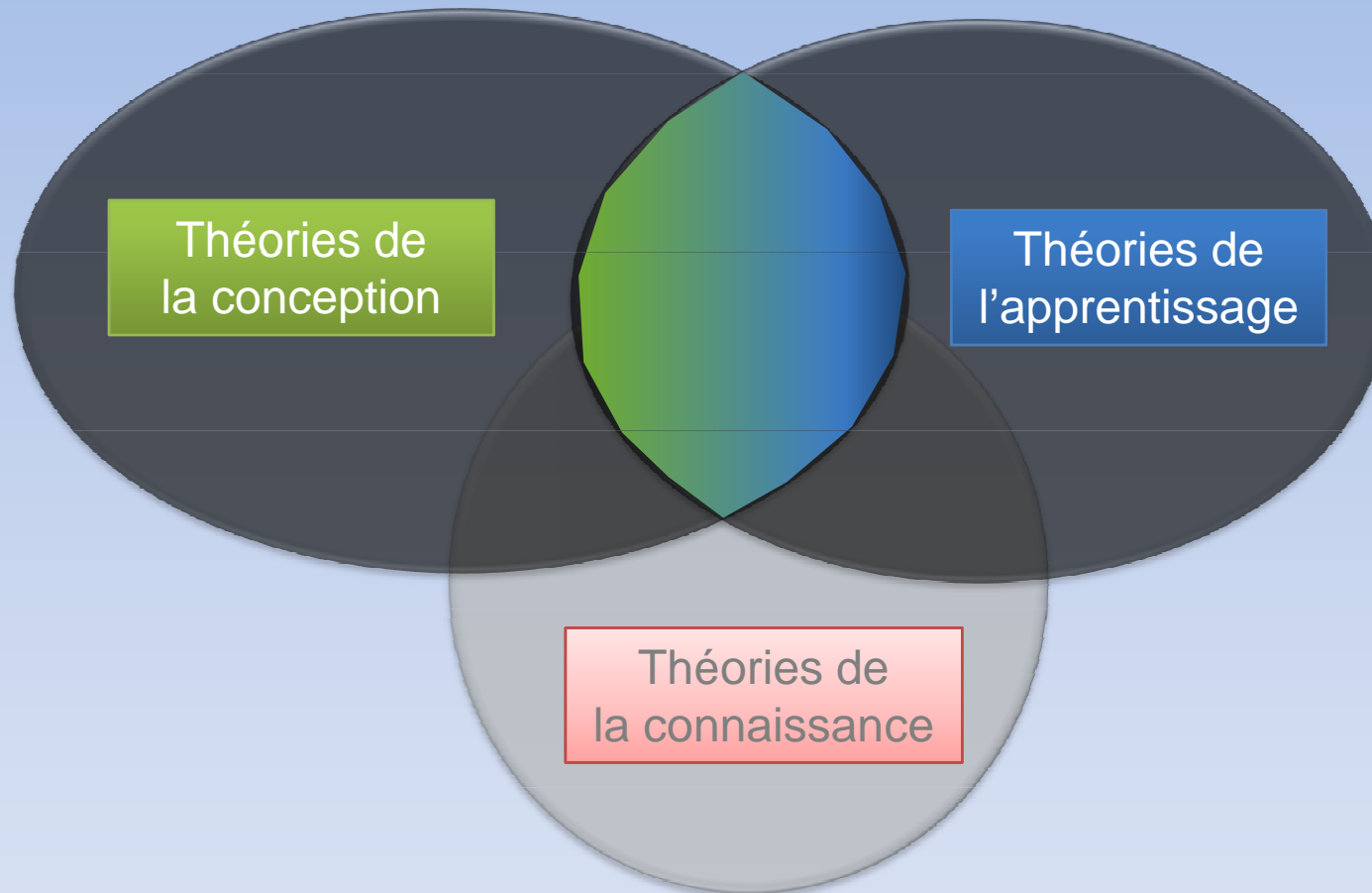


Individu

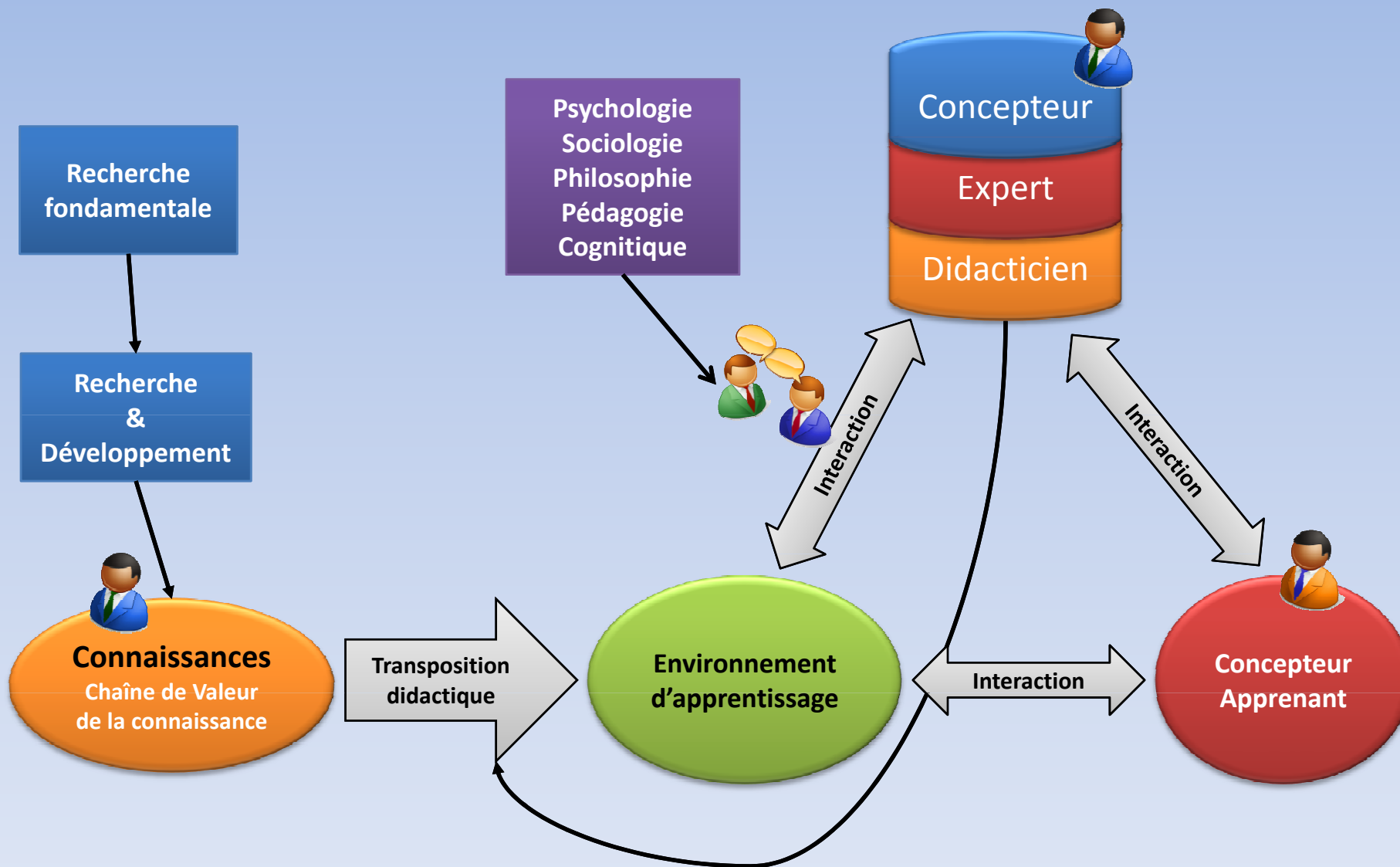


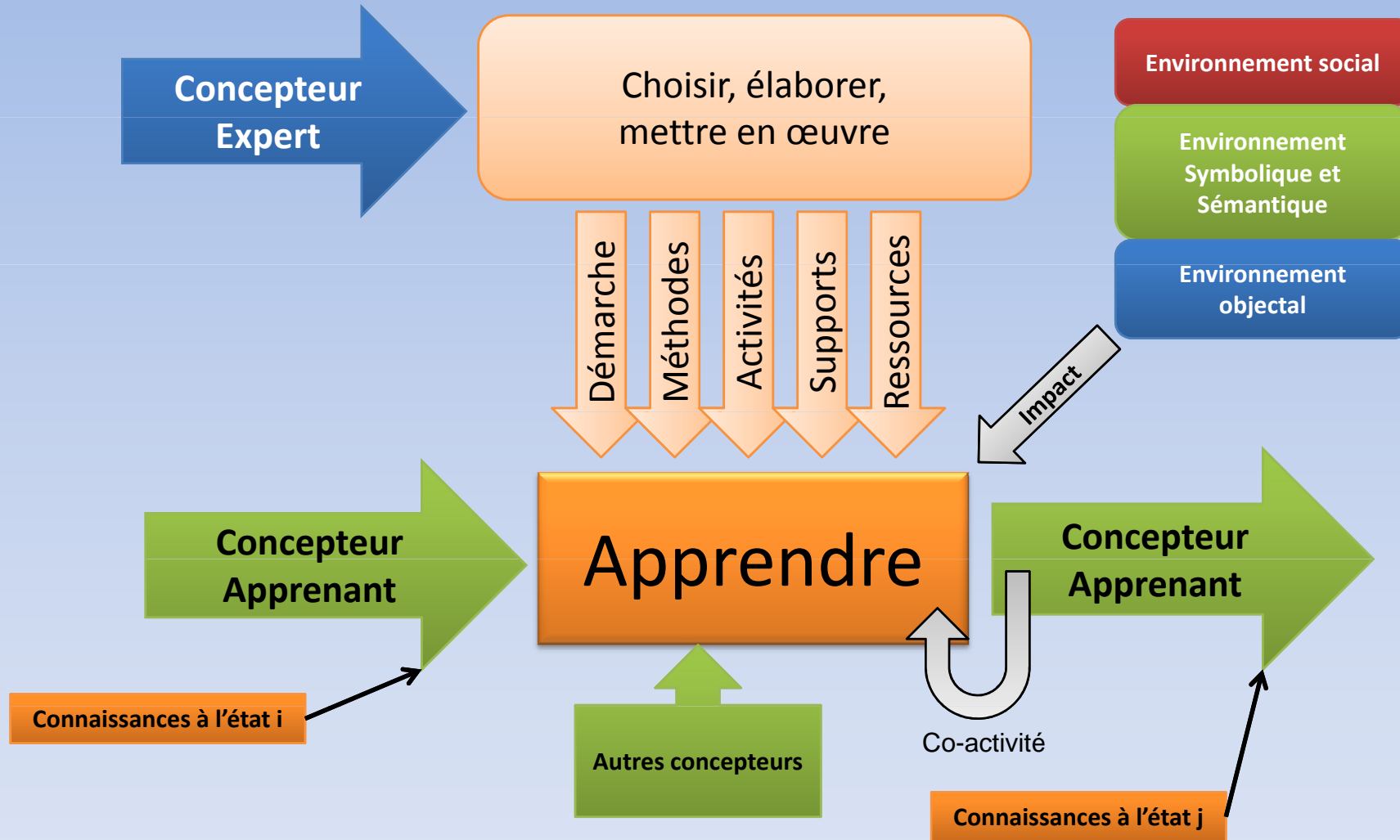
$$\text{Concevoir} = f(\text{P, C, O, R, S})$$

Problème, Contexte, Opérations mentales, Réseau sémantique, Signifiants



Le concepteur est au cœur d'un processus cognitif



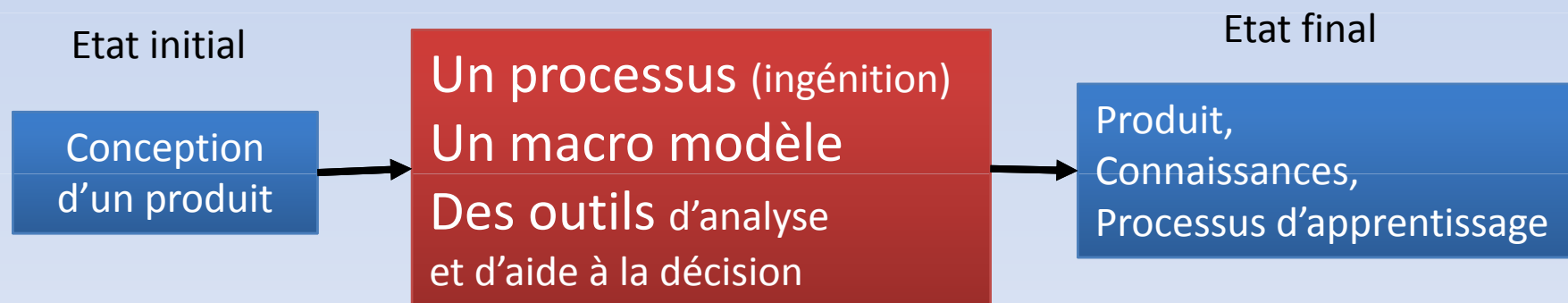


Tout produit est vecteur et initiateur de connaissances

On peut dégager des processus d'apprentissage à partir d'un produit

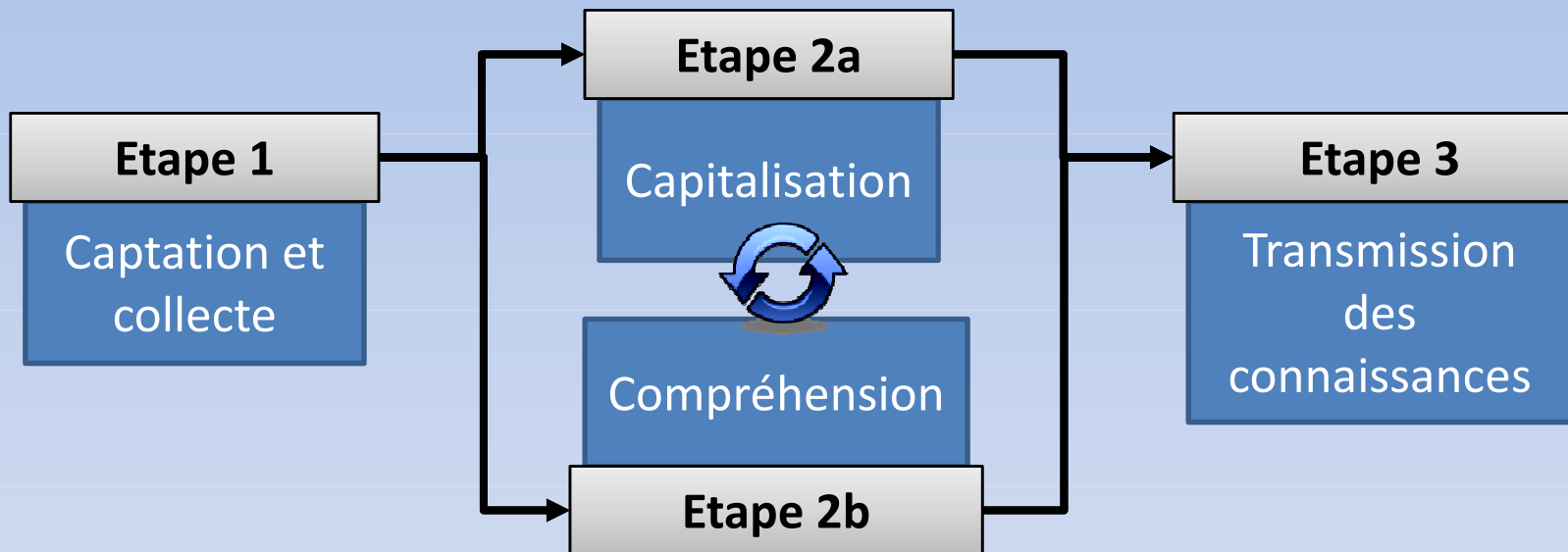
Le processus de conception collaborative est un processus générateur de connaissances.

Concevoir des produits c'est aussi apprendre à les concevoir.

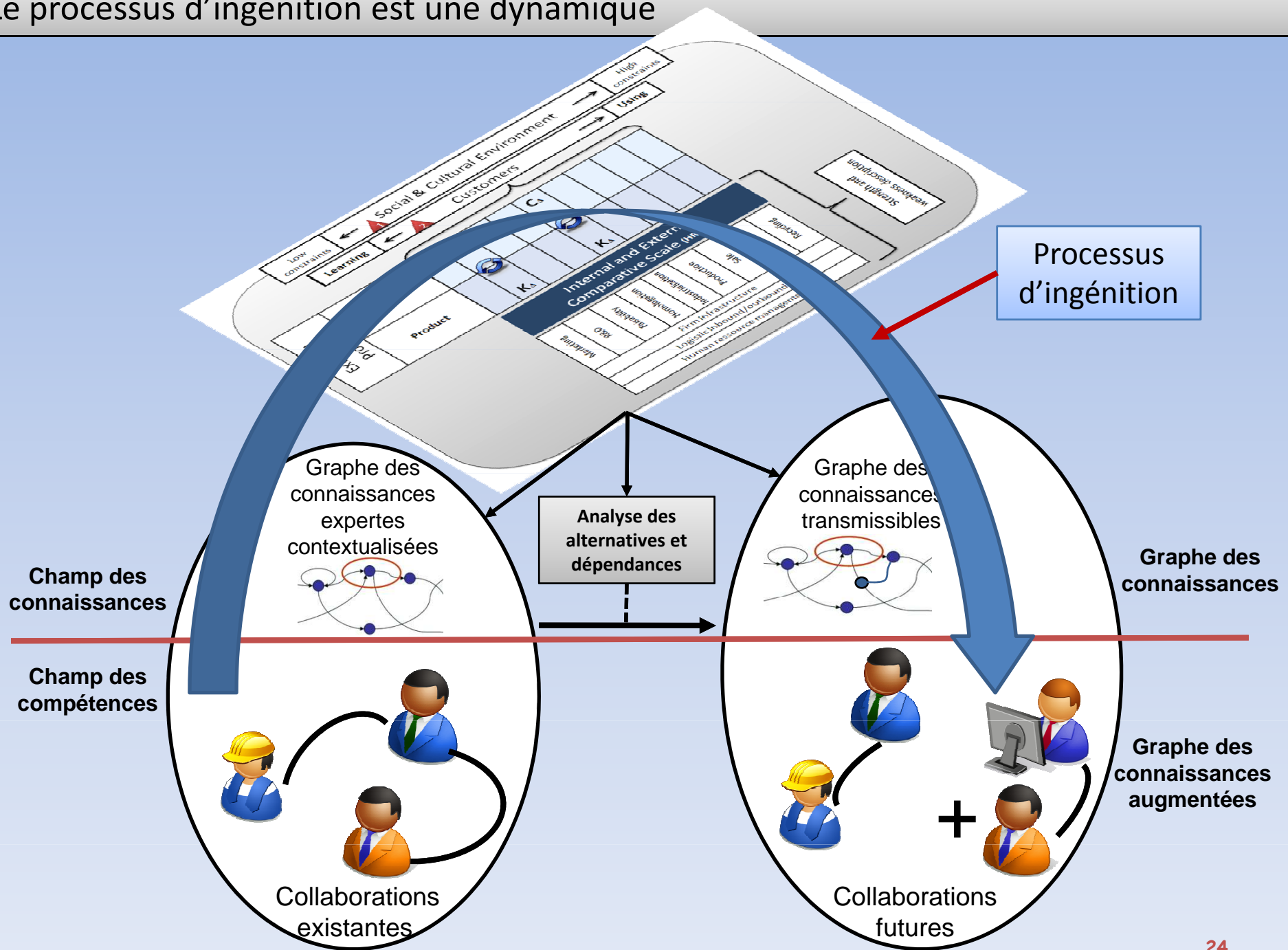


Le Processus d'Ingénition

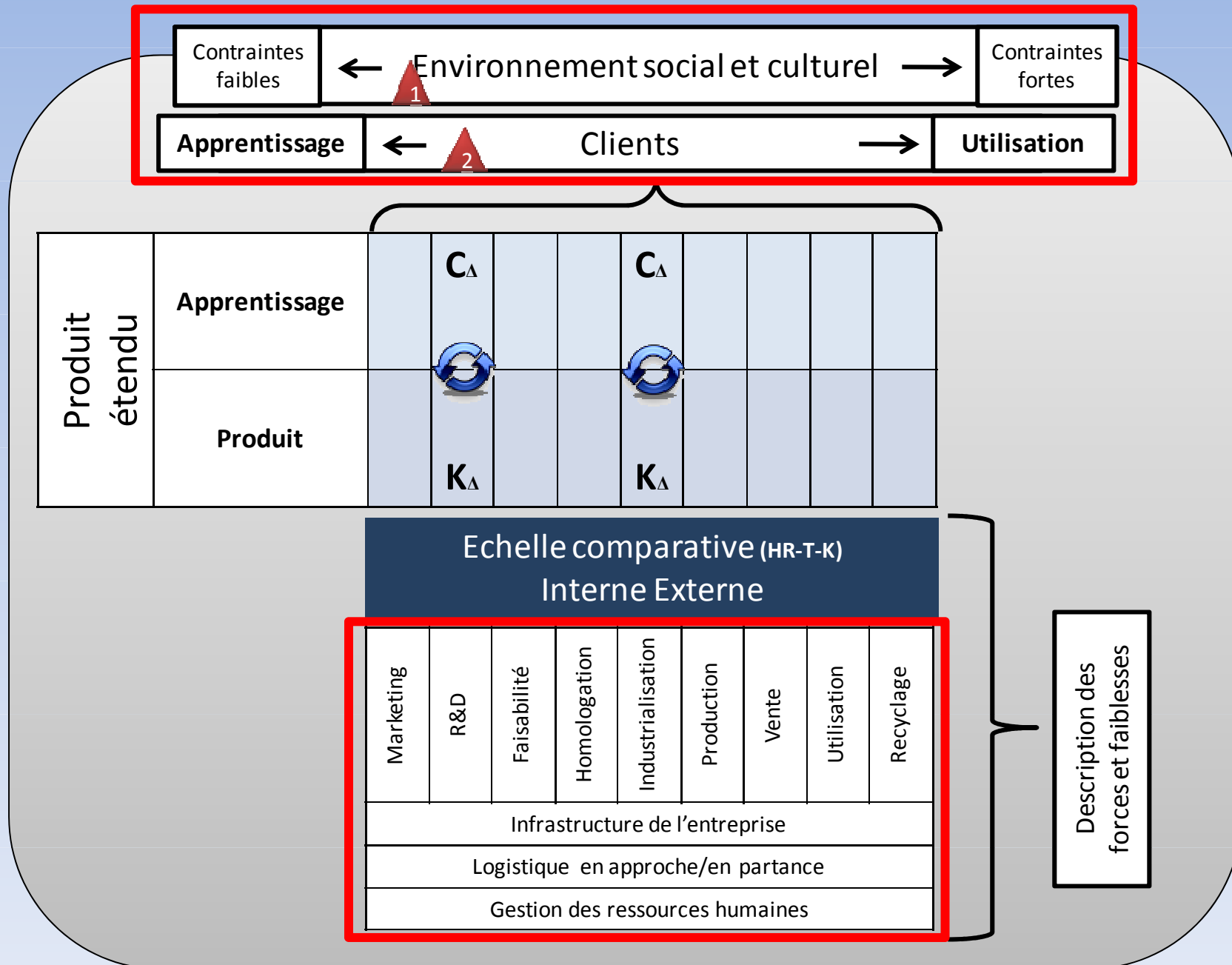
Ingénition est l' **INGENITION** des connaissances

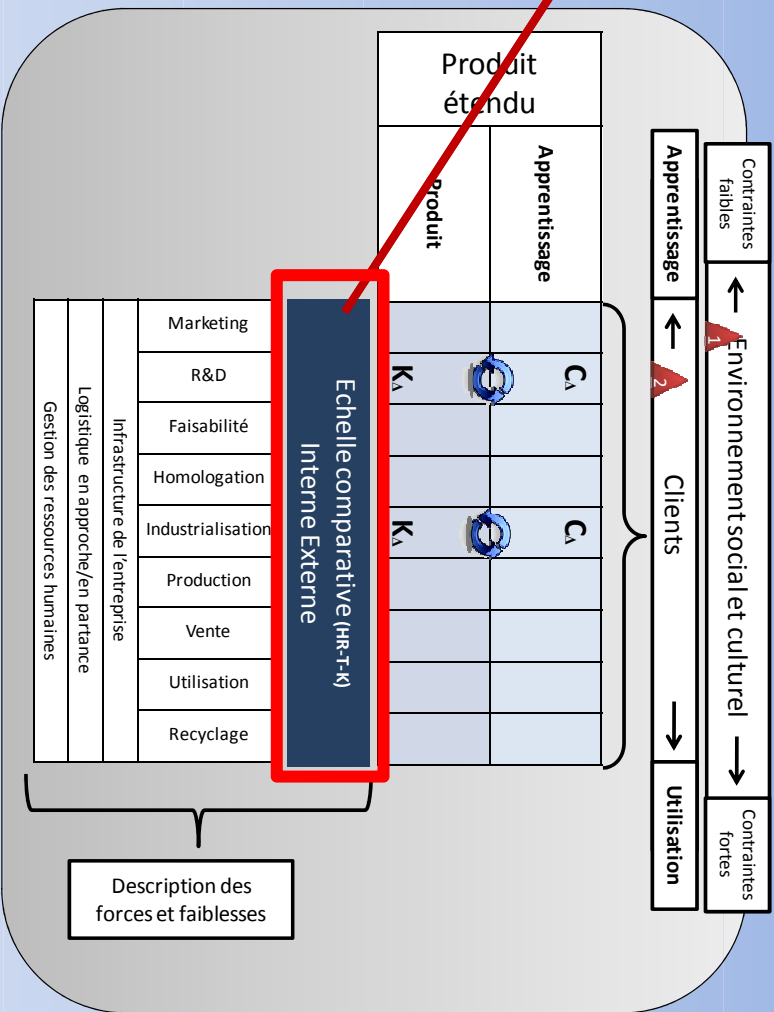
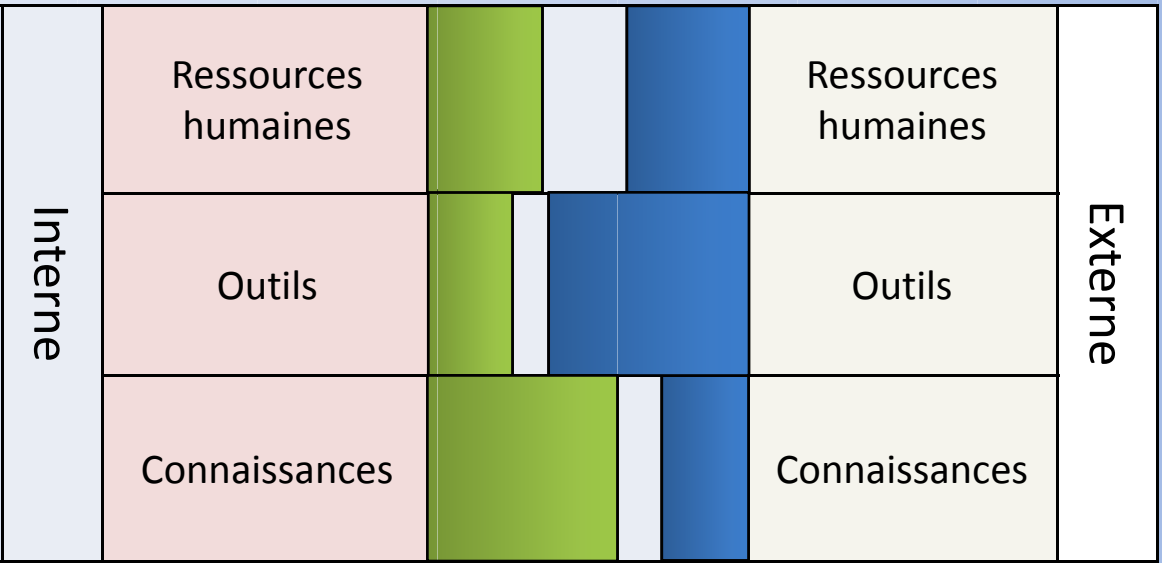


Le processus d'ingénierie est une dynamique

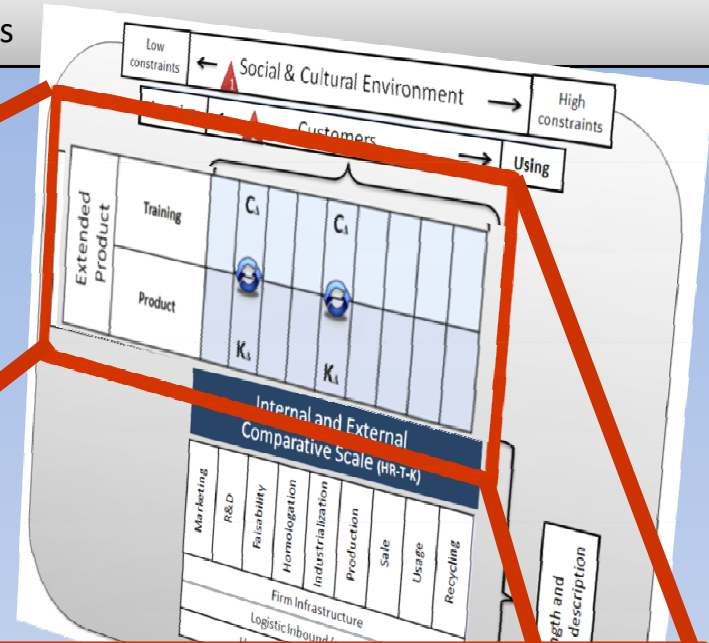


Macro modèle : Les différentes parties de la grille





Macro modèle : Zoom sur la partie Génération des Connaissances



Produit étendu	Apprentissage		C_{Δ}			C_{Δ}				
	Produit		K_{Δ}			K_{Δ}				

Description globale des Connaissances

Produit étendu

Génération de connaissances au cours du cycle de vie du produit.
Génération interne.

Génération de connaissances lors de l'utilisation.

Génération de connaissances lors de la maintenance.

Capacité à transmettre.



$$K_{PE} = K_{\text{génération interne}} + K_{\text{utilisation}} + K_{\text{maintenance}} + K_{\text{transmission}}$$



Acteurs

$$K_{\text{trans}} = K_{\text{transactionnel}} + K_{\text{transitionnel}}$$



Autres acteurs



Description globale des connaissances augmentées

Produit étendu

Génération de connaissances au cours du cycle de vie du produit.
Génération interne.

Génération de connaissances lors de l'utilisation.

Génération de connaissances lors de la maintenance.

Capacité à transmettre.



$$K_{PE} = K_{\text{génération interne}} + K_{\text{utilisation}} + K_{\text{maintenance}} + K_{\text{transmission}}$$



$$K_{iii} = K_{IS\text{ esc}} + K_{Iobj} + K_{I2S}$$

Environnement social

Environnement Symbolique et Sémantique

Environnement objectif

$$K_{trans} = K_{\text{transactionnel}} + K_{\text{transitionnel}}$$

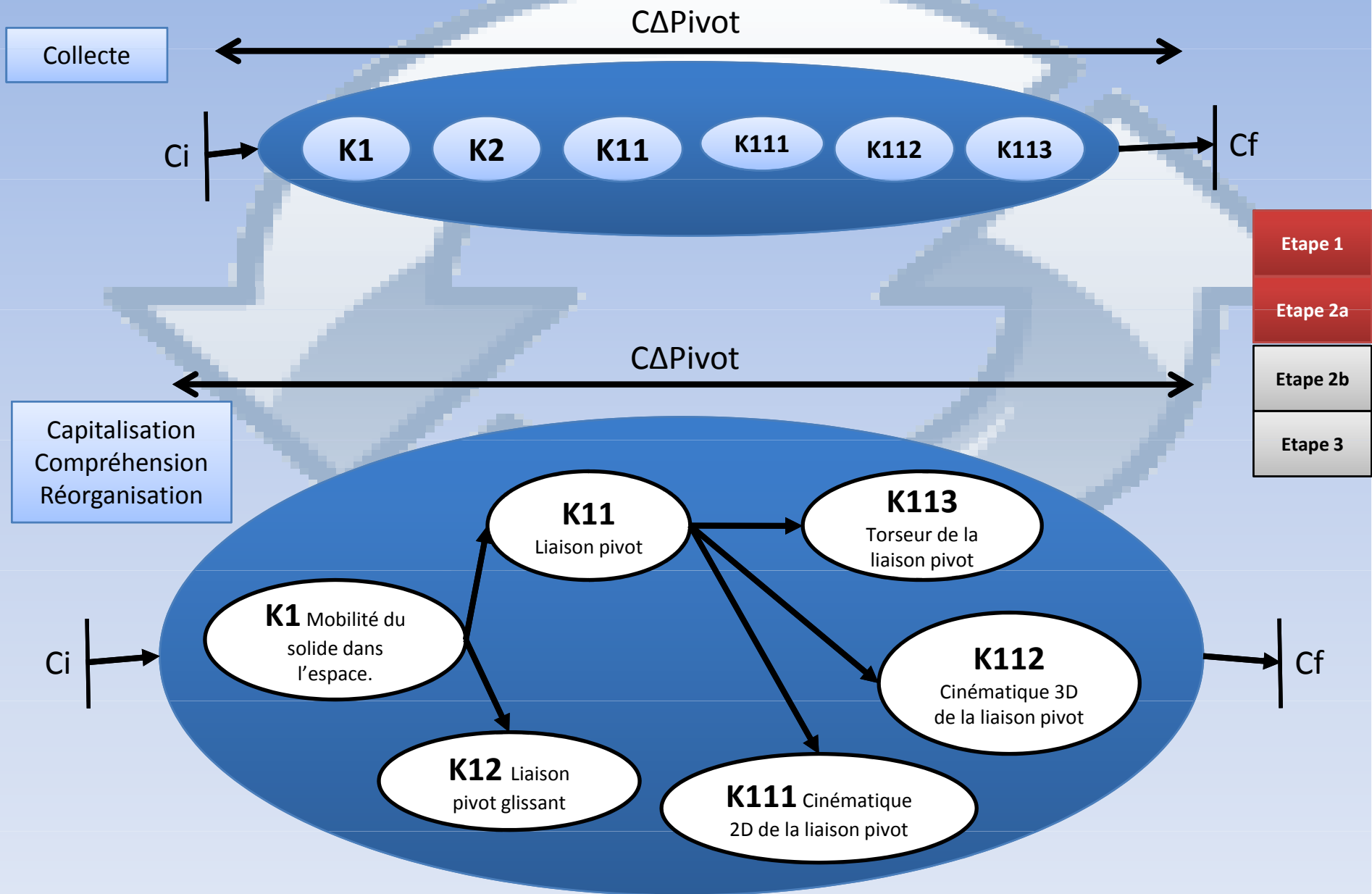


Autres acteurs

Un outil pour la décomposition systématique

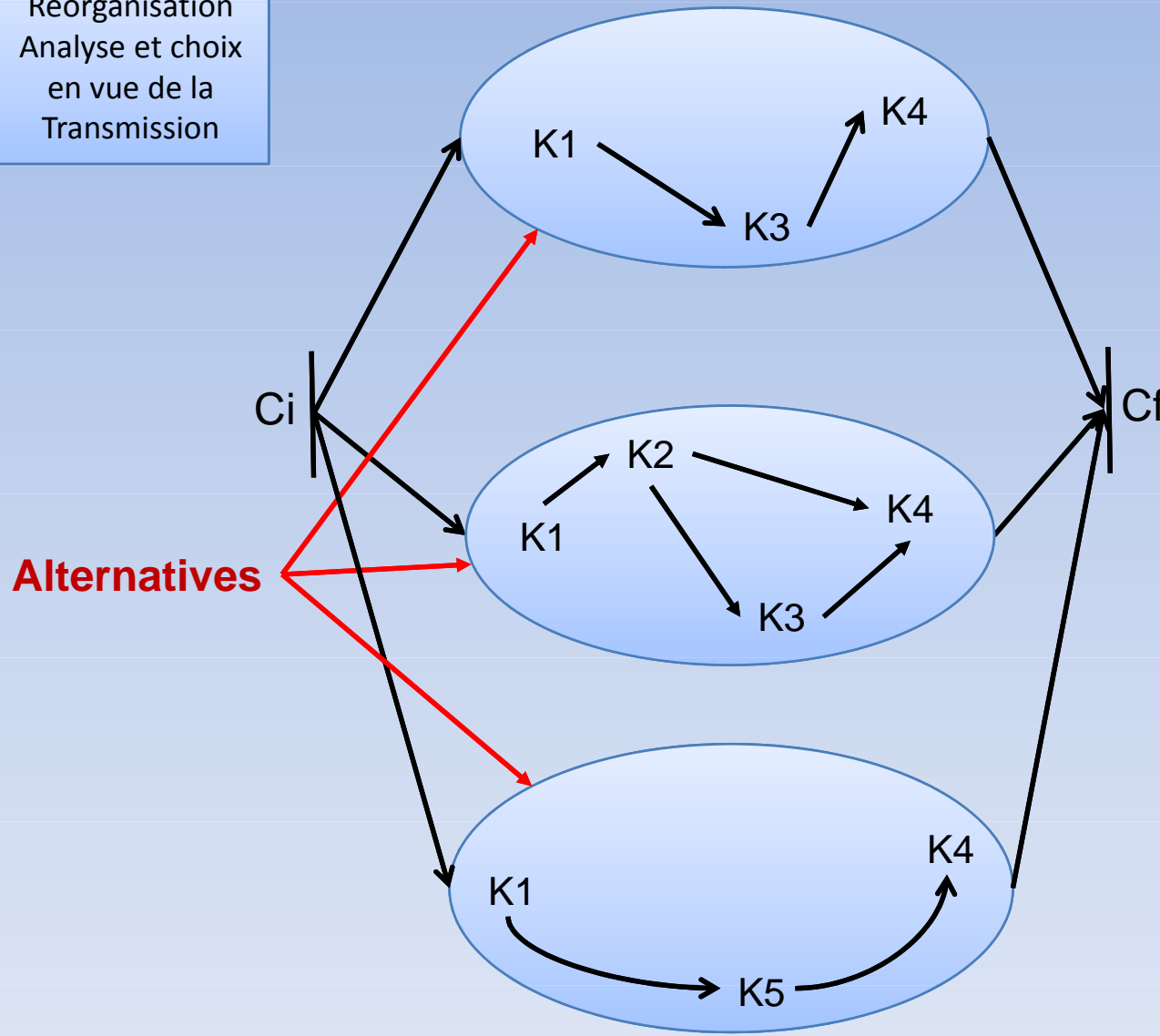
Trois observations	Trois instruments
1- Le produit interagit avec son environnement social et culturel.	1- Instrumentation social et culturelle. (IS esc)
2- le produit est issu des connaissances et transmet des connaissances.	2- Instrumentation Symbolique et Sémantique. (I2S)
3- Le produit est un élément opérationnel et il est manipulable.	3- Instrumentation Objectale. (IObj)

Graphe de dépendance des connaissances. Exemple de collecte



Graphe des dépendances des connaissances (construction des alternatives)

Compréhension
Réorganisation
Analyse et choix
en vue de la
Transmission



Analogie

Etape 1

Etape 2a

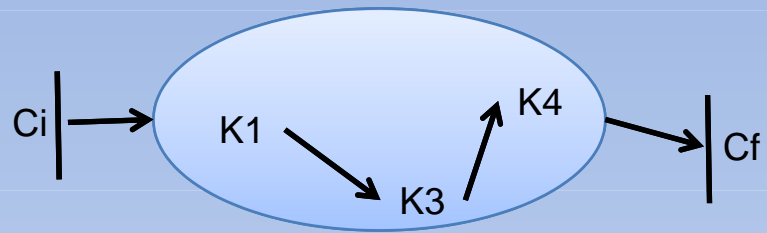
Etape 2b

Etape 3

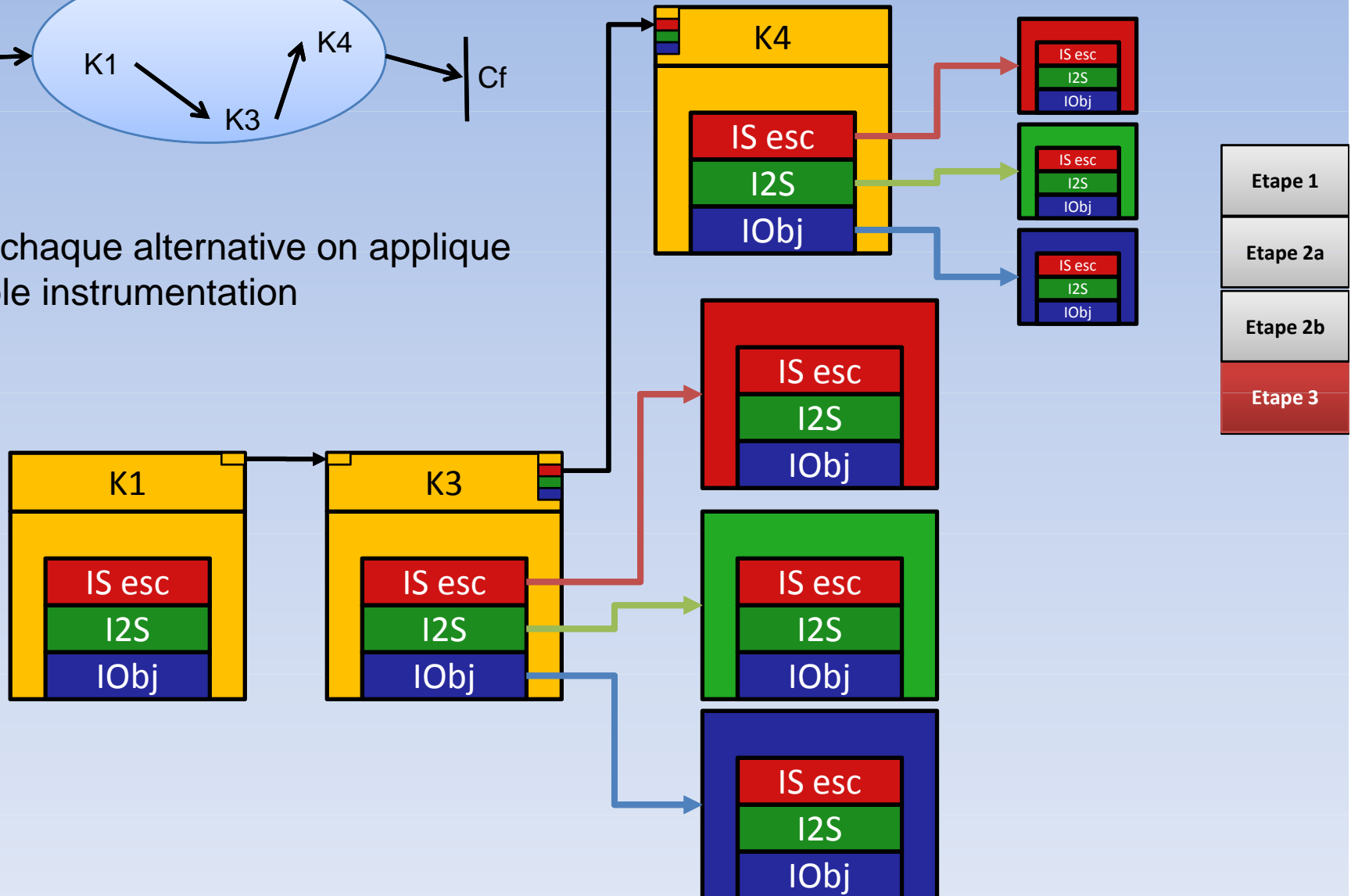
Extrapolation

Création / innovation

Triple instrumentation associée à chacune des alternatives

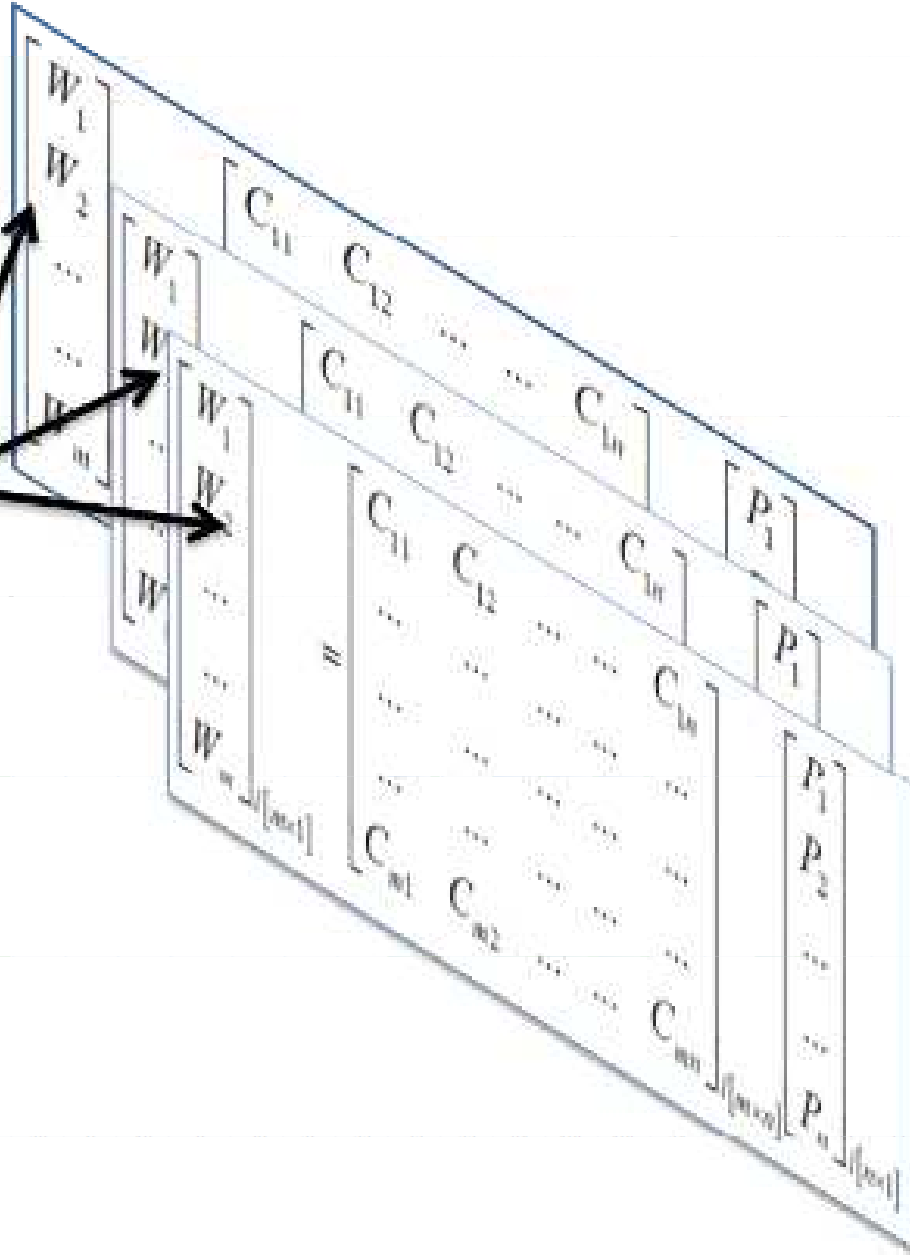


Pour chaque alternative on applique la triple instrumentation



Indice de transparence
Est en conformité avec les IO identifiés

Alternatives



nécessite une aide en ligne

- terminologie spécifique
- notations spécifiques
- formules spécifiques
- définitions spécifiques

Pi	0,00	3,00
SA1 polydis	102	11
	102	11
SA2 Jeulin	84	11
	84	11

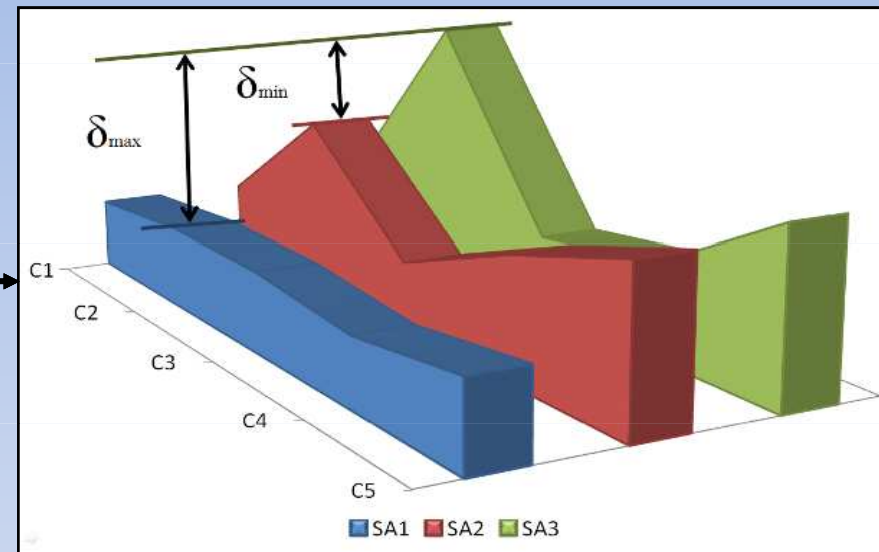
5	14	18	22	12	0	14
100	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
87	40	74	74	30	120	56 SA
					120	
	40	74	74	30		56
87						
82	54	56	52	42	120	42 SA
					120	
	54	56	52	42		42
82						

87	54	74	74	42	120	56
A1	SA2	SA1	SA1	SA2	SA1	SA1
82	40	56	52	30	120	42
A2	SA1	SA2	SA2	SA1	SA1	SA2
5	14	18	22	12	0	14

Cas 1 : Evaluation des experts par rapport à une solution donnée

$$\delta = \sum_i C_i p_i - \sum_i 4 \times p_i$$

Ecart entre les alternatives et les choix stratégiques d'apprentissage



Cas 2 : Evaluation des alternatives les unes par rapport aux autres

$$W^1 [m \times 1] \text{ et } W^2 [m \times 1]$$

$$\delta = W^1 - W^2$$

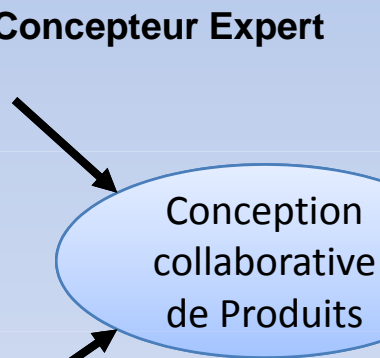
Cas d'application

Conception d'un système de freinage en vue de l'apprentissage du processus de conception

Objectifs :

- 1 - S'appropriier les technologies de freinage, [Analogie]
- 2 - S'appropriier les technologies de freinage brevetées en interne, [Extrapolation]
- 3 - Maîtriser les technologies brevetées et développées en interne pour les conceptions futures [Créativité et innovation]

Concepteur Expert



Conception collaborative de Produits



Processus d'ingénierie



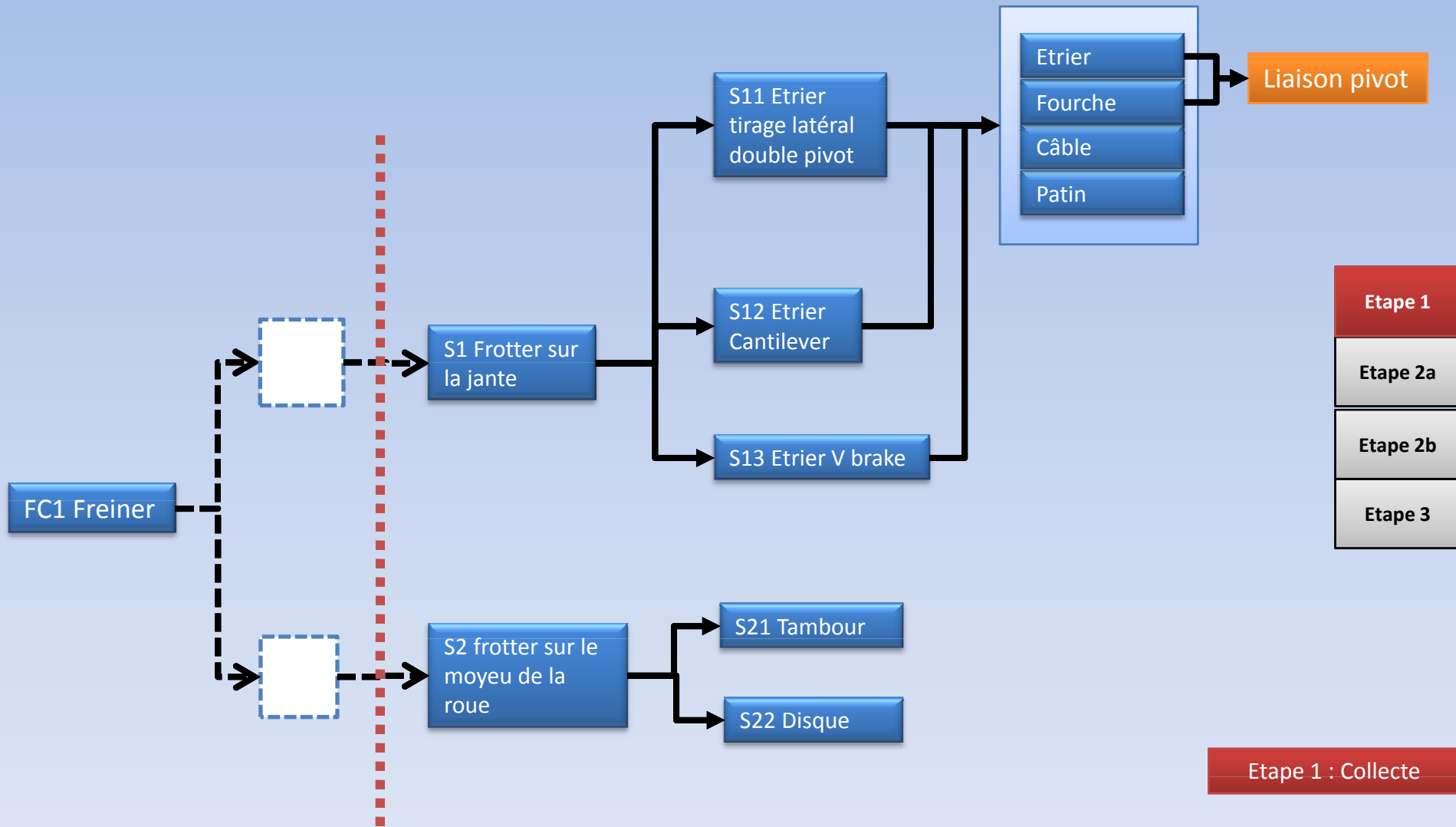
Concepteur Novice

- 1. Bases de Mécanique et RDM
- 2. Liaisons (théorie, exemples, ...)
- 3. Usage basique des modeleurs volumiques

Produit étendu

Systeme de freinage

Extraction de solutions connues à partir d'une décomposition structuro fonctionnelle de type FAST





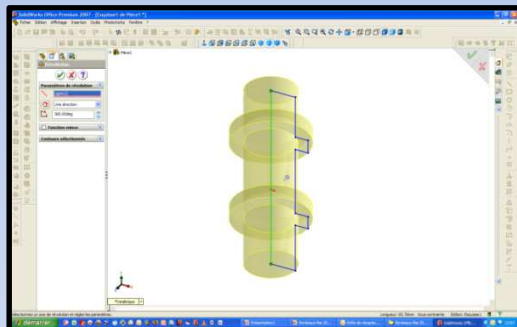
Analogie

Nécessaire & suffisant

Etape 2a : Capitalisation

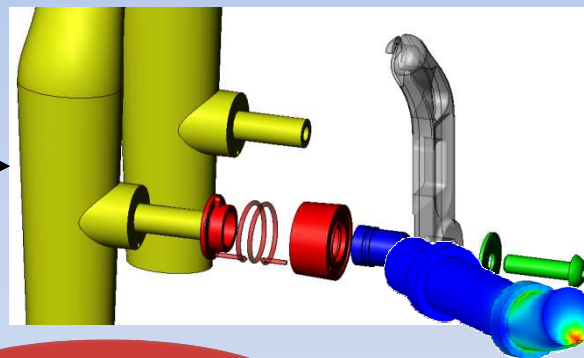
Connaissances sollicitées

Maîtrise du tracé d'une esquisse
Pour dimensionnement en fonction
des contraintes en présence.

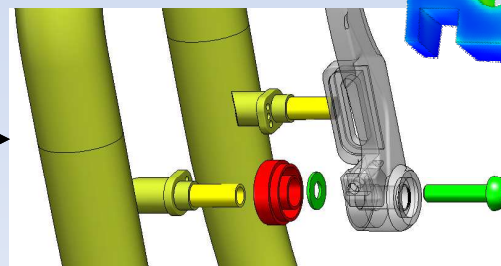


Connaissances sollicitées

Caractéristiques mécaniques
appliquées en fonction des résultats
des différents solveurs de contraintes.

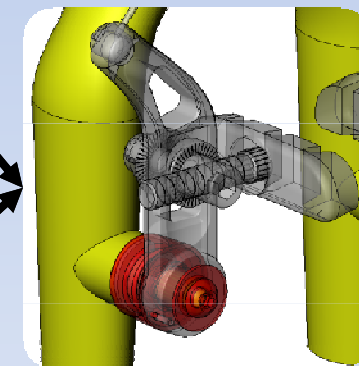


Concepts de RDM



Connaissances sollicitées

Caractéristiques mécaniques
pour montage



Conception existante
dans l'entreprise

Etape 1
Etape 2a
Etape 2b
Etape 3

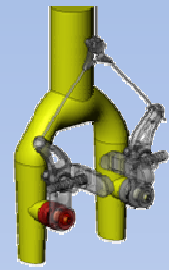
K Δ

Extrapolation

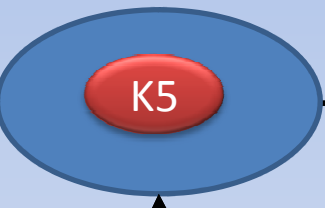
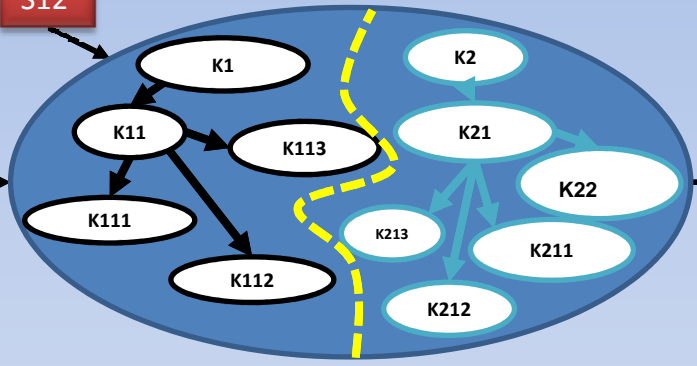
Nécessaire & plus que suffisant

Conception d'une liaison pivot
Choix possible entre deux solutions possibles

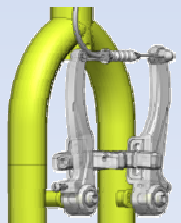
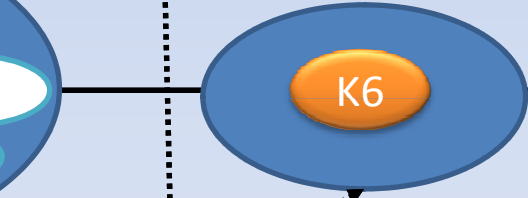
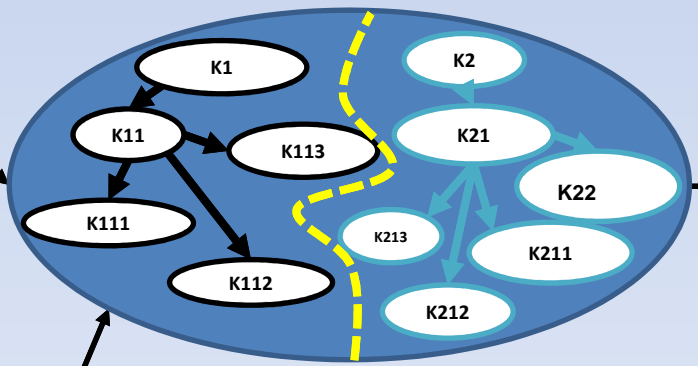
Etape 2a2b :
Capitalisation, Compréhension,
réorganisation



S12



Ci OR

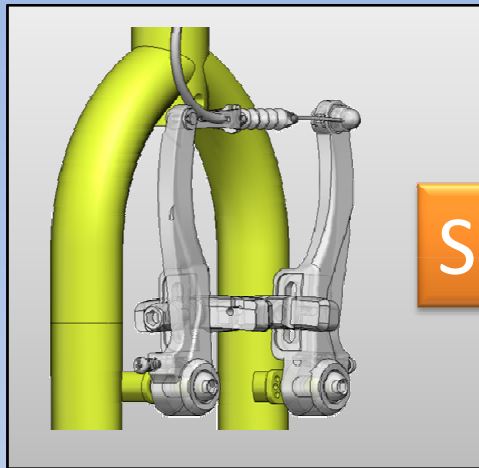


S13

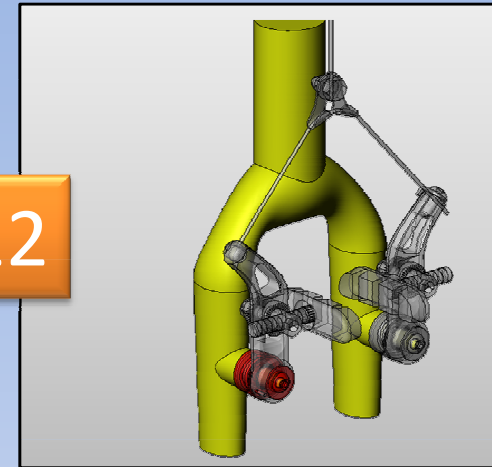
Accrochage du câble sur la structure

Cf

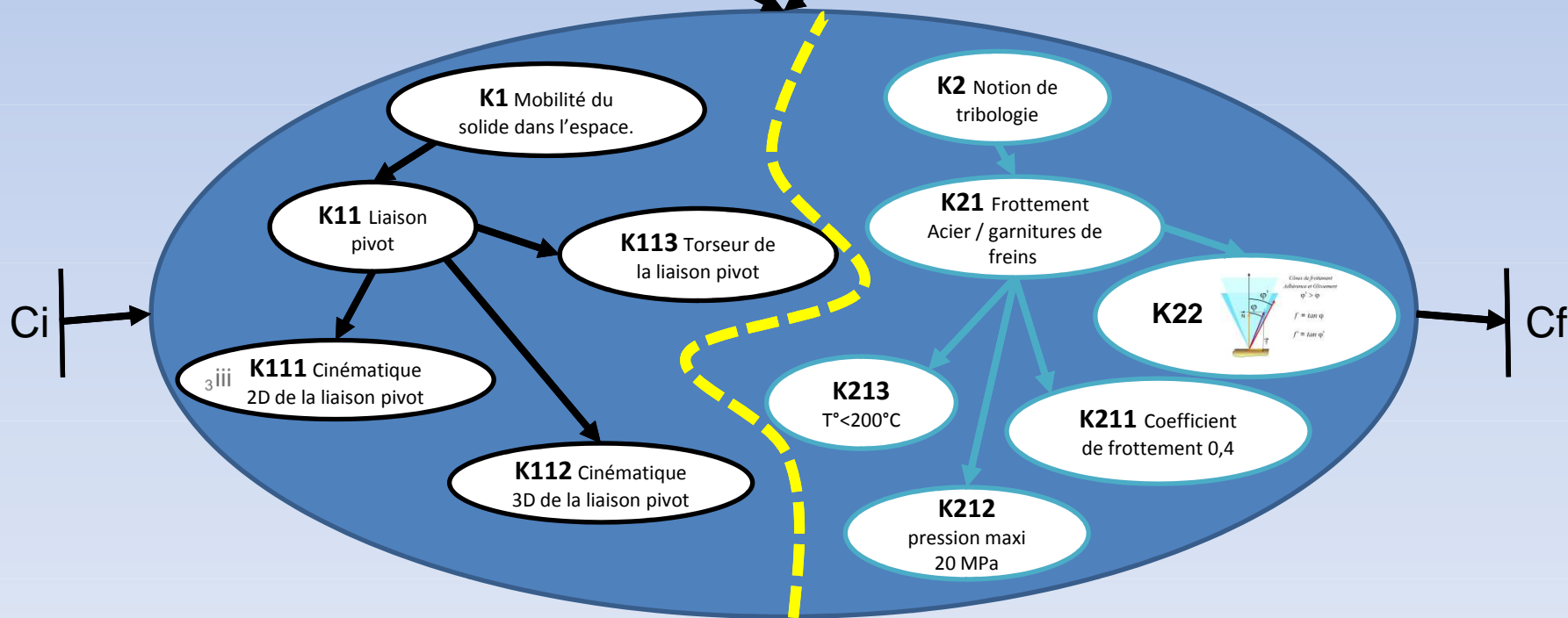
- Etape 1
- Etape 2a
- Etape 2b
- Etape 3



S13



S12

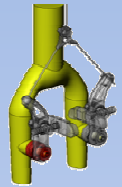


K Δ

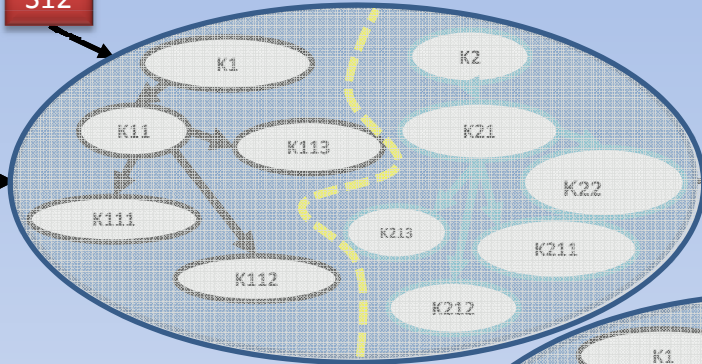
Création / innovation

Plus que nécessaire & plus que suffisant

Conception d'une liaison glissière



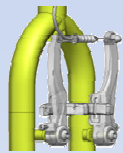
S12



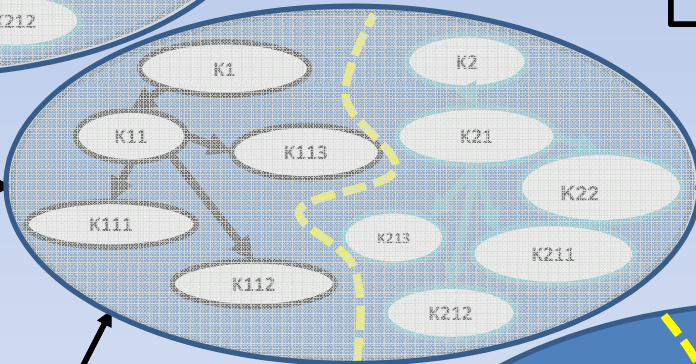
Etape 2a2b :
Capitalisation, Compréhension,
réorganisation

- Etape 1
- Etape 2a
- Etape 2b
- Etape 3

Ci
OR
OR

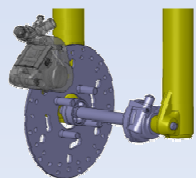


S13

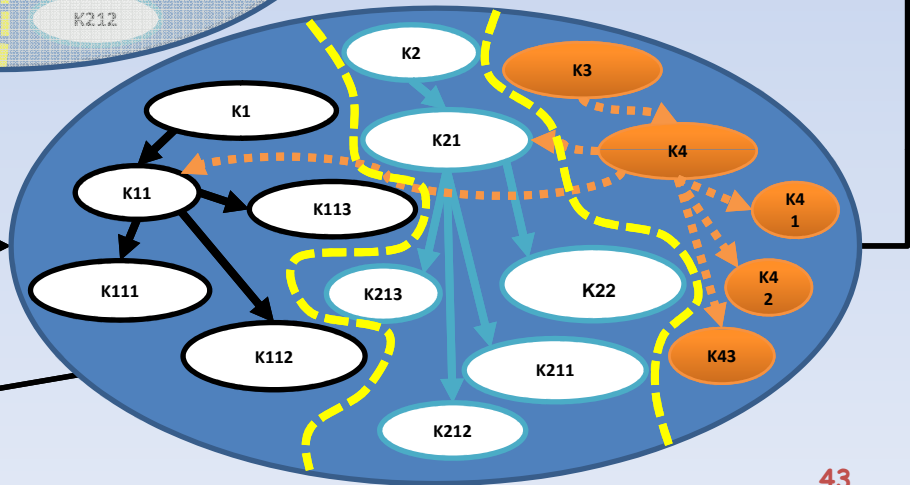


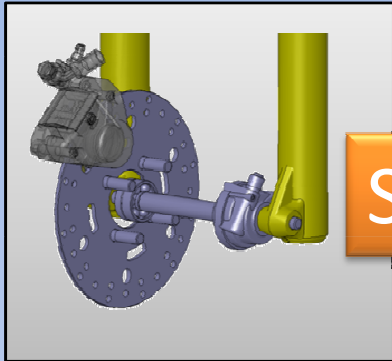
K5
K6

Cf

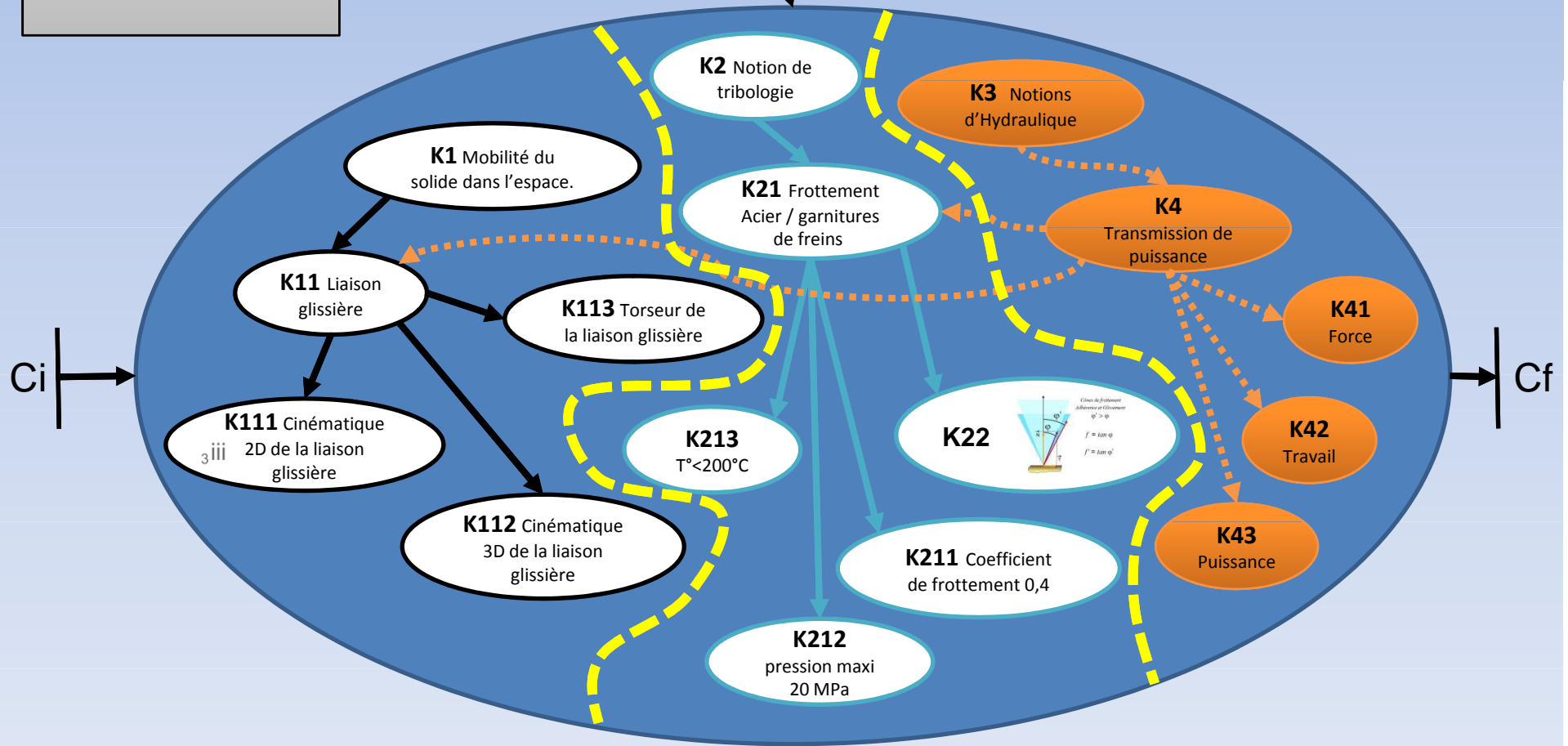


S22



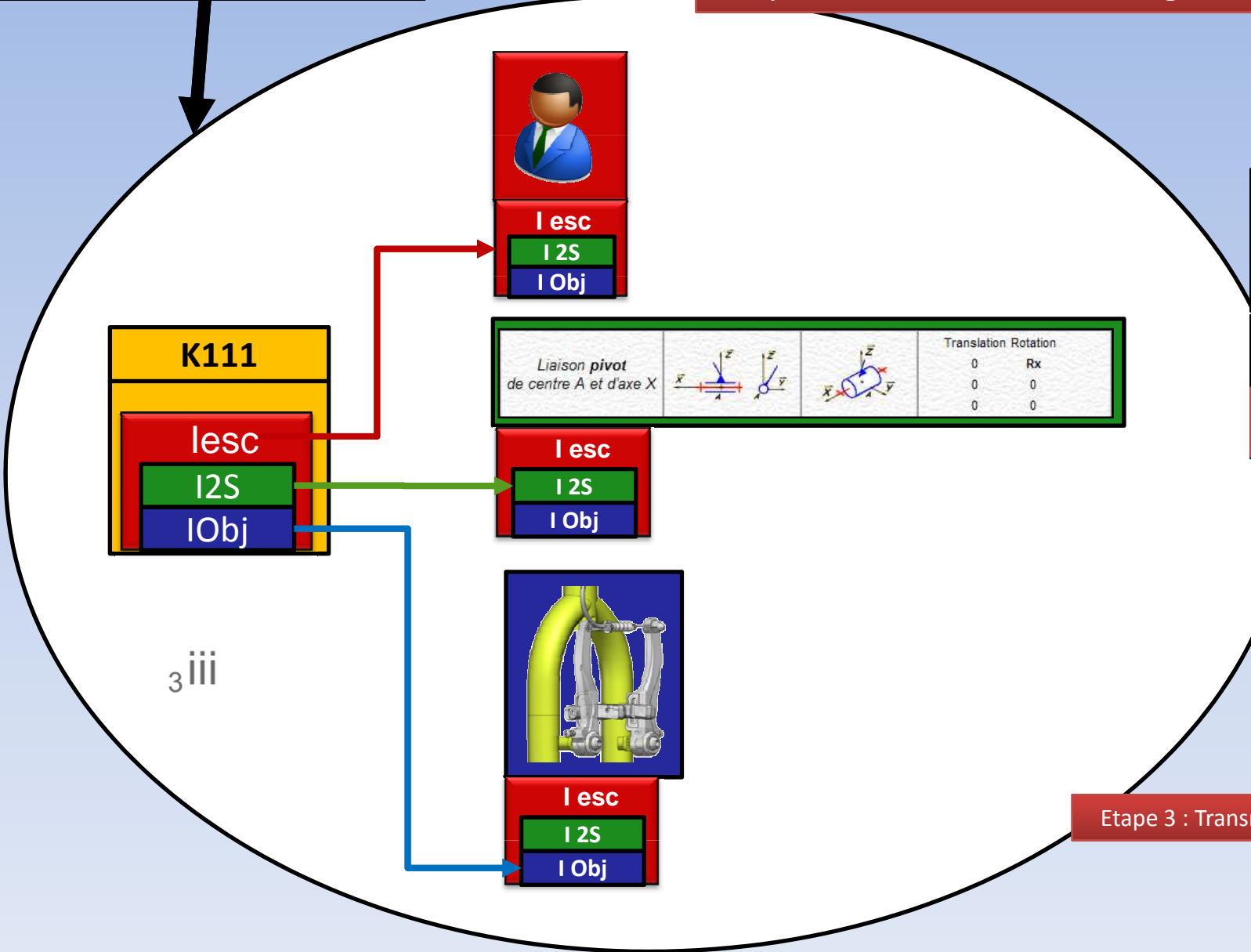


S22



K111 Cinématique 2D de la liaison pivot

Graphe des connaissances augmentées



- Etape 1
- Etape 2a
- Etape 2b
- Etape 3

Etape 3 : Transmission

3 iii

Interface IP K5

Mozilla Firefox

https://extranet.ims-bordeaux.fr/External/CONCEPT/pages/pageDynamique.php?guid=NDYyODU5NTQ2NzI3YQ==

Espace personnel

https://extranet...U5NTQ2NzI3YQ==

Accueil Gestion des projets Administration Projets Publiés Etat du projet

Accueil

Deconnexion

Administration

Processus d'ingénierie

Champs des connaissances

Champs des compétences

Collaborations existantes

Collaborations futures

Graphique des connaissances

Graphique des collaborations entre acteurs

https://extranet.ims-bordeaux.fr/External/CONCEPT/pagesPhases/phases.php?guid_projet=NDdjZDk0NWQwZjZmZm==

extranet.ims-bordeaux.fr

démarrer

C:\Documents and Se... Chapitre 3 V7 contrib... Annexes 3 V7.docx - ... Mozilla Firefox

11:15

Interface IP K5

Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils 2

https://extranet.ims-bordeaux.fr/External/CONCEPT/pagesPhases/editDiagramme.php?guid=NDZmODIzYmU4Y2I3MQ==&guid_phase=NDYzNmU0MzYyODcyMw==

Espace personnel https://extranet...0MzYyODcyMw==

Accueil Gestion des projets Administration Projets Publiés Etat du projet

Démonstration IP K5 : 4 Mécanique : Liaisons Simples Pivot

Edition

Gestion diagrammes

Liaisons Simples Pivot

Ajout trait

Ajout brique

0 Acteur 1

1 Frein de vélo

2 Liaison Pivot

3 Pédalier

4 Roulement

5 Théorie Efforts Billes

6 Théorie Trigo

7 Vélo

Terminé

Deconnexion

Administration

1 Recherche et Développement

2 Marketing

3 Electronique

4 Mécanique

5 Production

6 Maintenance

7 Utilisation

8 Vente

Liste des fichiers envoyés au serveur

Vous avez un quota de 150 Mo. Vous pouvez vérifier la liste des fichiers que vous avez déjà téléchargés et le cas échéant, supprimer ceux qui ne sont plus utilisés.

Fichier à charger (dans <https://www.laps.u-bordeaux1.fr/External/CONCEPT/ressources/fichiers>) :

Supprimer	ATT00005.ppt	4093952 Octets
Supprimer	ATT00008.ppt	3075584 Octets
Supprimer	CRSPFevrier08.doc	28160 Octets
Supprimer	Cours_Master_VR.ppt	5489152 Octets
Supprimer	Dellinspiron9300.jpg	11158 Octets
Supprimer	GroupesForums.png	5906 Octets
Supprimer	JC.jpg	4026 Octets
Supprimer	OJSPFevrier08.doc	35328 Octets
Supprimer	OJSPmars08.doc	36352 Octets
Supprimer	PIVOT 2D.png	122853 Octets
Supprimer	Partiepedagogique.doc	46592 Octets
Supprimer	SPfevrier08.doc	35328 Octets
Supprimer	Seminaire-AAZ.ppt	509440 Octets
Supprimer	VELOSOL1.png	413598 Octets
Supprimer	VELOSOL2.png	407088 Octets

Nom de l'attribut :

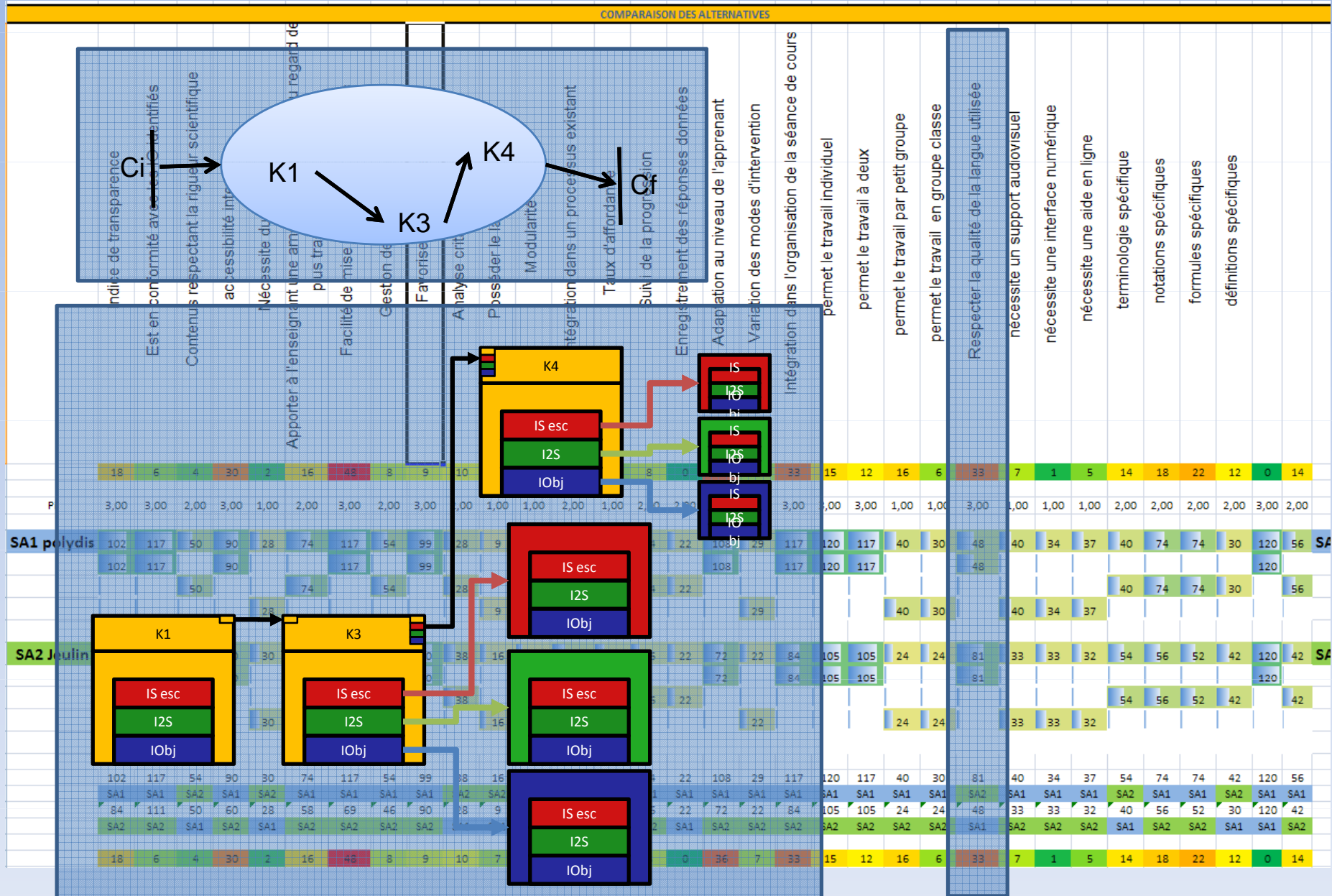
Type :

Valeur :

Ordre :

img
doc
mail

Résultat : trois étapes se combinent



- **L'ingénition permet :**
 - de montrer la dimension potentielle d'apprentissage d'un produit,
 - d'analyser et de concevoir des séquences d'apprentissage,
 - de construire une méthodologie d'un processus de conception des apprentissages et de transmission des connaissances.
- **Le Macro modèle permet :**
 - de modéliser l'environnement social et culturel du produit,
 - de montrer les potentialités du produit en termes d'apprentissage et d'usage,
 - de stocker les connaissances générées en connexion avec les activités,
 - de mesurer les variations entre les potentiels externes et internes d'une entreprise.
- **Les outils associés** permettent d'élaborer des graphes de dépendances des connaissances et de proposer des réorganisations pertinentes en vue d'améliorer les performances (les compétences) des acteurs.
- **La triple instrumentation** permet une décomposition rapide et simple des connaissances collectées et d'en augmenter la valeur.

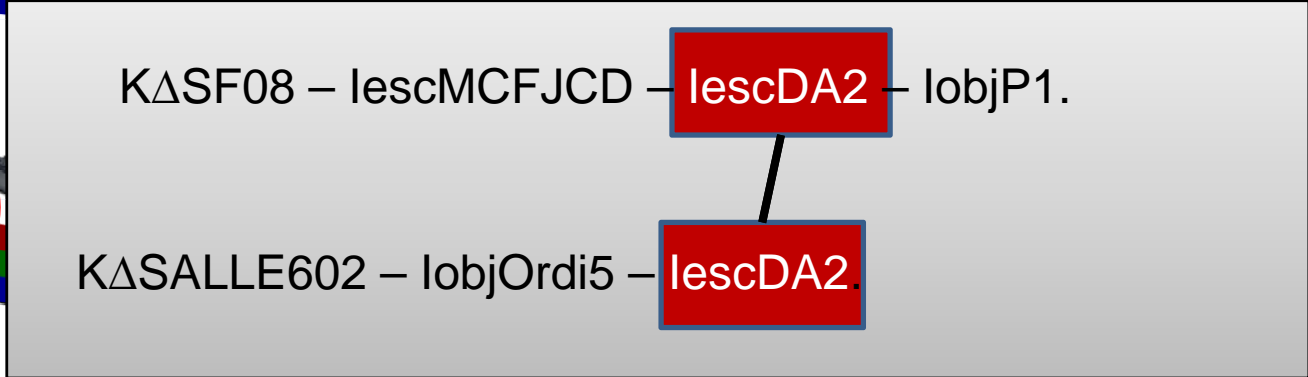
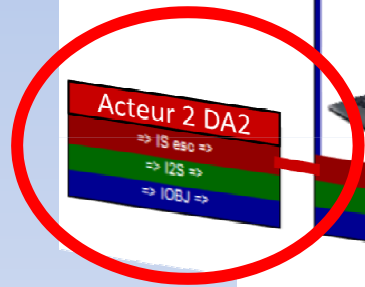
Montrer la pertinence d'un travail commun entre la gestion de la connaissance et l'apprentissage

Définir plus finement les critères de positionnement socio culturel du produit dans son environnement

Proposer un outil de mesure des connaissances/capacités internes et externes

Améliorer l'outil « Matrice LRI » pour affiner la prise de décision

Développer plus finement l'interface opérationnelle IP K5





Merci pour votre attention

Stéphane BRUNEL

IMS UMR 5218 CNRS

Université Bordeaux 1

351, cours de la Libération 33405 TALENCE France

stephane.brunel@ims-bordeaux.fr