

Approche catégorique des processus de conception et d'innovation collectives

Séminaire MaMuPhi

7 décembre 2013

Ecole Normale Supérieure (Ulm)

Mathias Béjean

Maître de conférences, UPEC

Enseignant à l'ENSCI et chercheur associé de la Chaire TMCI, Mines ParisTech

Préambule

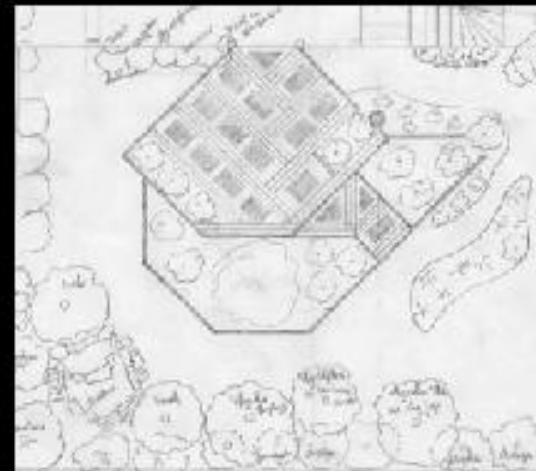
Petite histoire de jardins....







↑ L'entrée avant, pendant et après les travaux



Géométries et matières



↺ Petit à petit, le dessin du jardin se précise





Création et organisation du travail / Un exemple très simple

Comment décrire cet objet ?



Création et organisation du travail / Un exemple très simple

Le « stock » est une collection de textures, odeurs, sons...



Création et organisation du travail / Un exemple très simple

Nouvel enjeu: gérer une « PALETTE VEGETALE »

**Sur EJ: organisation
de la formation du
client et de son
«regard »**



Création et organisation du travail / Morale de l'histoire...

- Un concepteur/créateur n'a pas nécessairement besoin de penser/décrire son travail (encore que...)
- Lorsqu'il le fait, c'est pour des raisons très particulières, souvent à comprendre dans une histoire de sa pratique elle-même
- Mon point de vue, ici, est très différent: devant penser l'*organisation* de ce travail, je dois d'emblée le *décrire*... et, en fait, le *penser*!

Introduction

« Penser avec mathématique »

Origines de la recherche

● Au croisement de deux agendas de recherche

- MB: théorisation des processus de conception/innovation collectives
- A. Ehresmann : mathématiques, « systèmes vivants » et cognition créative (ex. MENS)

→ **Collaboration régulière depuis 1 an et demi**
(issue de MaMuPhi!)

● Travail en cours

- Article en cours
 - Béjean, Ehresmann (2014), *Design Principles and Practices Conference*
- Programme de recherche SHS du CNES (2013-14)

Origine du questionnement

- Une question initiale :
 - Comment théoriser l'organisation du travail de conception lorsqu'il est collectif et qu'il cherche à innover?
- Qui a émergé d'une expérience « fondatrice »
 - En tant que fondateur d'une agence de création de jardins artistiques, cogérée pendant 6 ans (cf. préambule)
- Qui a conduit à une réflexion théorique inscrite dans deux champs disciplinaires
 - Les théories de l'action organisée
 - Les théories de la conception

« À l'ombre » de la critique de la **construction de monde** de N. Goodman et « à la lumière » de son **calcul des individus**

Pourquoi recourir aux mathématiques?

◉ Un constat :

- Dans les champs disciplinaires considérés, ce recours n'est pas tant isolé que cela ...
- Ex: finance, recherche opérationnelle, théorie de la décision, ...

◉ Nuance importante :

- Usage plutôt « calculatoire » : optimisation, prédiction, ...
- Usage beaucoup plus marginal lorsqu'il s'agit de penser et décrire les activités de conception et d'innovation

◉ Orientation de ce travail :

- Usage bien plus qualitatif
- « Frottement » avec la pensée d'un mathématicien

Qu'attendre des mathématiques?

◉ Quel rôle leur faire jouer?

- L'une des questions les plus difficiles rencontrées dans ce travail !...
- Pas encore de réponse stabilisée, mais des éléments de réflexion à partager...

◉ Ce qu'il ne s'agit pas de faire :

- Il ne s'agit **pas de faire des mathématiques** en tant que tel...
- Il ne s'agit **pas de construire un « modèle »** et/ou de rendre « calculables » les phénomènes étudiés,
- i.e. déjà théorisés dans les champs disciplinaires initiaux

« Penser avec mathématique »

● L'hypothèse (intuition?) de ce travail :

- S'adresser à une mathématique particulière, dont les « raisonnances » avec les sujets traités ont été intuités plutôt que raisonnés au départ
- Enrichir, à partir de ce corpus, la manière de conceptualiser les objets et relations entre eux, tels que perçus dans les champs de théorisation initiaux

→ Faire émerger un « **champ de conceptualisation étendu** »

● Supposent des conditions de travail particulières

- Accepter les moments d'incompréhension et de malentendus
- Accepter que l'approche mathématique ne soit pas « close »

→ **Conditions éthiques** d'une « épistémologie générique »
(A.F Schmid)

Quelle mathématique?

● Théorie des catégories

- Introduite en 1945 par Mac Lane & Eilenberg
- Mathématique « relationnelle », à la frontière entre mathématique, logique et métamathématique
- Reflète les principales opérations du « *working mathematician* »

● Applications nombreuses

- Informatique et fondements de la physique
- Plus rare: en biologie (Rosen, 1958), sciences sociales

● Approche retenue :

- Travailler dans le cadre des **MES** (Ehresmann et Vanbremeersch 2007)
- Proposent une **méthodologie catégorique** particulière permettant d'**intégrer le Temps** pour analyser des systèmes évolutifs à mémoire

Que signifie ce recours aux mathématiques?

● Hypothèse :

- Convoquer les mathématiques pour théoriser le travail de conception et d'innovation ne va pas de soi
- Il s'agit d'un geste qui indique quelque chose de notre rapport à la création à une époque donnée

→ **Moment « MaCréPhique »**

(Mathématiques, Création, Philosophie)

Ex.:

- Moment du « Design » aujourd'hui: efforts (distribués) en cours pour élaborer une théorie du « working designer »
- Moment « Vitruvien »: théorie du travail architectural à la lumière de la Géométrie Euclidienne et à l'ombre d'une philosophie Platonicienne (cf. P. Gros)

Plan de l'exposé

1. **Du *graphe-réseau* aux *catégories configuration***

2. **D-MES: analyser les « working designers »**

- Comment penser et décrire la notion de « situation »?
- Comment penser et décrire la notion d'« action »?
- Comment penser et décrire la notion d'« innovation »?

3. **Réflexions « macréphiques »**

1. Du *graphe-réseau* aux *catégories-configuration*

Penser et décrire les relations

« Modéliser le social »?

- Beaucoup d'approches différentes...

(cf. F. Varenne)

- La notion de « réseau » est devenue centrale

- Rôle de la cybernétique et de la systémique, de la sociologie des sciences (ex.: Callon, Latour)
- Si bien qu'à la question: « comment analyser et/ou modéliser des systèmes multi-acteurs ? »
- Beaucoup répondent: « avec des ronds et des flèches »!

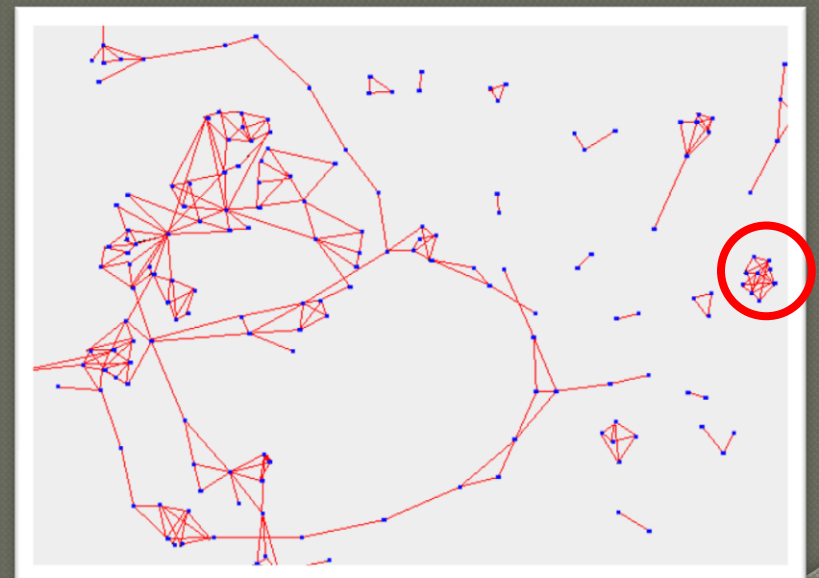
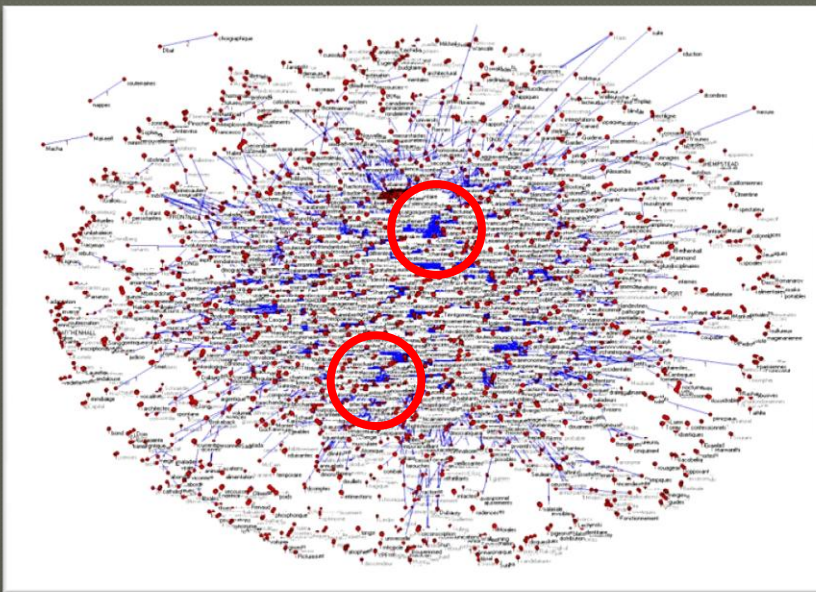
- Oui, mais: « quels ronds et quelles flèches »???

La thèse avancée ici

- i. En se confondant avec la notion de « réseau », la notion de graphe s'est imposée pour représenter et penser les systèmes sociaux
- ii. Cette (con-)fusion montre des limitations pour représenter certains phénomènes (on parle alors souvent de « simplification »)
- iii. Or, ces limitations ne devraient pas être réduites à des problèmes de « représentation »
- iv. Car elles indiquent aussi les limitations propres à un champ de conceptualisation (dans lequel s'est justement opérée la modélisation)
- v. L'approche catégorique permet de se réapproprier un champ de conceptualisation plus « riche » (et on verra dans quel sens)

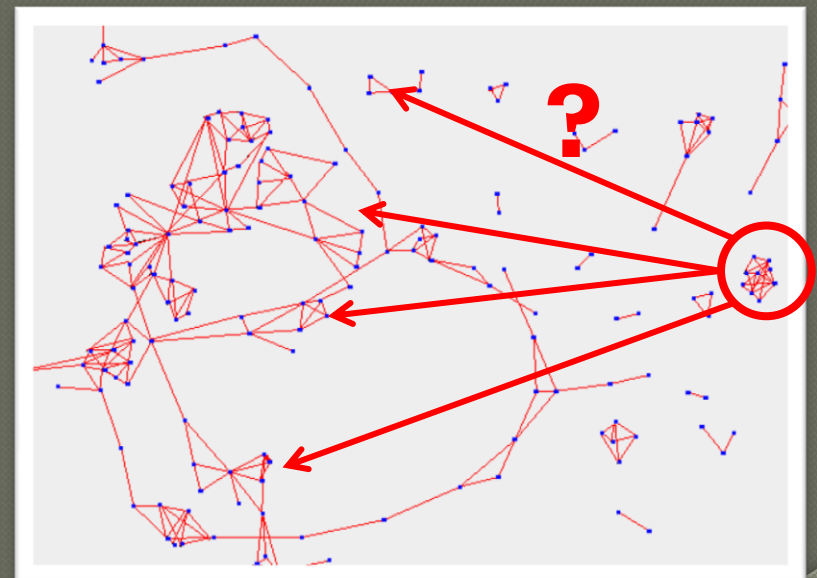
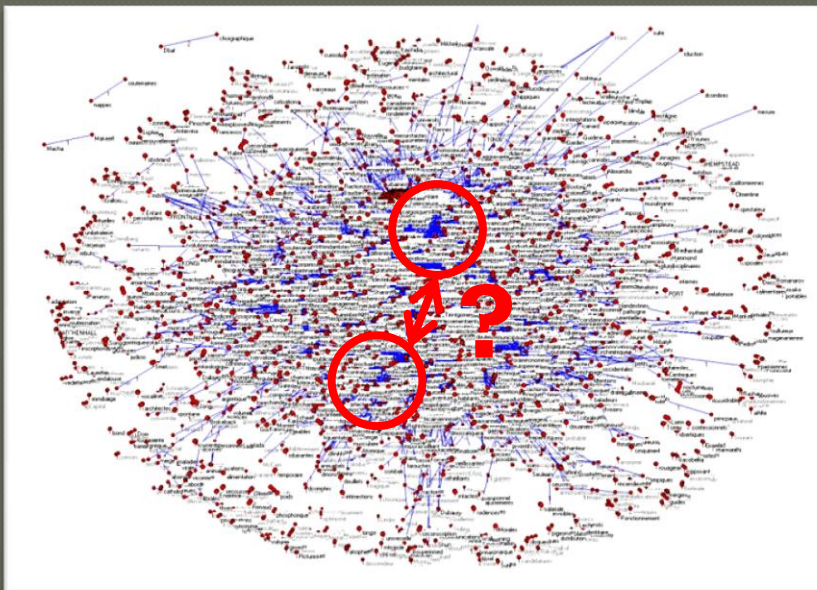
(i) Le « graphe-réseau »

- Un réseau social tel que modélisé par un « graphe » est donné par un ensemble de « sommets » et de « flèches », représentant respectivement les objets du système et les relations entre eux.
- Ex. d'usage: analyser comment ce réseau évolue au cours du temps en étudiant l'évolution de la force et de la structure de leurs liens, identifier la formation de groupes d'acteurs, de « hubs »...



(ii) Les limitations représentationnelles

- Cependant un certain nombre d'opérations liées à la description du système et de ses évolutions n'appartiennent pas à la représentation du graphe elle-même.
- Ex.: le graphe ne donne pas un statut « interne » aux liens qu'un groupe d'acteurs, en tant que tel, peut entretenir avec un autre et/ou avec le système entier.



(ii) Les limitations de la critique de la représentation

○ **Un mathématicien sur la Toile:**

- *« Les graphes sont parmi les objets les plus importants des mathématiques et de l'informatique. En effet, ils ne sont rien d'autre que la formulation mathématique de la notion de **relation** : dès qu'il y a des relations entre des objets, des gens, des concepts, ou quoi que ce soit, il y a un graphe. »*

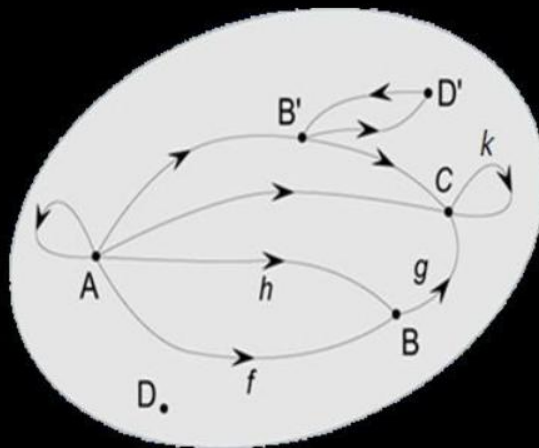
- Ce qui est en jeu est en fait une **« pensée de la relation »...**

(iv) Les limitations conceptuelles

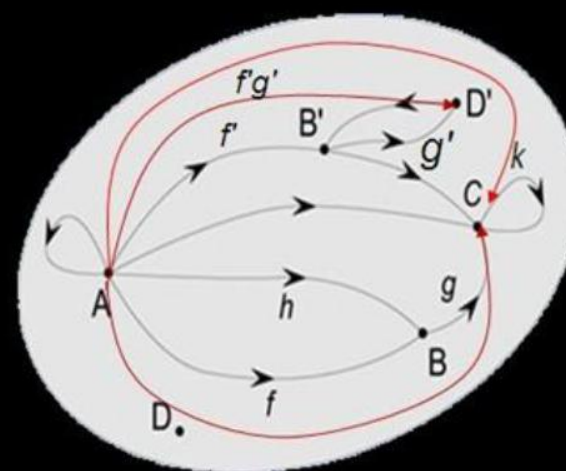
- ◉ Dans un graphe la notion de relation repose avant tout sur une **pensée combinatoire**
 - On obtient les « grumeaux » comme combinaison d'objets plus simples
 - Mais on ne donne pas de statut interne à la **forme** de cette « combinaison » et aux nouvelles relations qu'**elle** engendre
- ◉ Techniquement :
 - La composition sur les chemins n'est pas intégrée
 - Or elle peut générer de nouveaux liens irréductibles à une combinaison de liens inférieurs
- ◉ En somme :
 - On oublie que « le tout est plus que la somme de ses parties »...

(v) Catégories et « équivalence fonctionnelle »

GRAPHES ET CATEGORIES



(Multi-)graphe G a des sommets $A, B, \dots$, et des flèches $f: A \rightarrow B$.
Chemin de G = suite de flèches consécutives.



Catégorie = graphe où tout chemin (f, g) a un composé fg , la composition étant associative et avec unités.

Chemins fonctionnellement équivalents $\longleftrightarrow$ même composé.

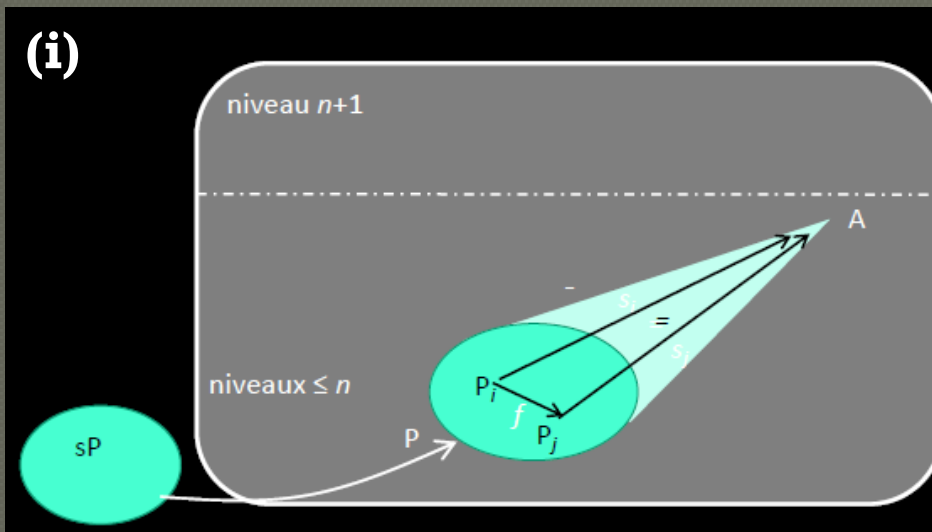
Des catégories aux MES

Penser et décrire
la pluralité et la dynamique

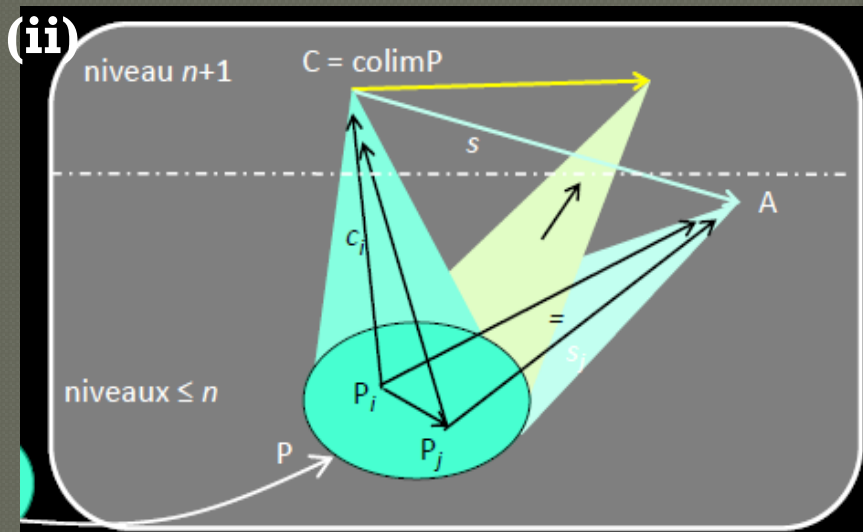
(i) Notions catégoriques de « Lien collectif » et « Colimite »

- Dans une catégorie (hiérarchique ici) il est possible de COMPOSER et COMPARER les chemins
- Ce qui permet de définir :
 - (i) un « lien collectif » (ex. : les relations informelles entre un groupes d'amis)
 - (ii) une « colimite » (ex. : ces amis s'associent dans une agence de création C)
 - (iii) des niveaux hiérarchiques de complexité (ex. les membres de l'agence vs. l'agence en tant que telle / « personnalité morale » en droit)

(i)



(ii)



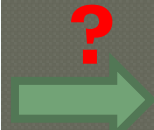
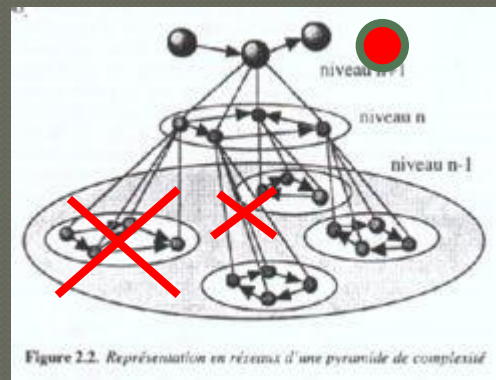
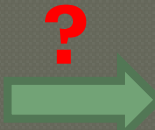
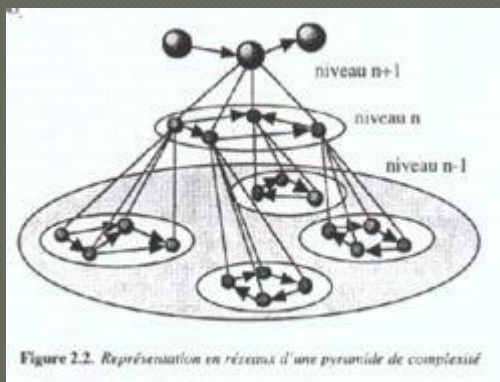
(ii) Contribution d'une représentation avec une catégorie

- Colimite cP d'un *pattern* (ou *diagramme*) P
 - Notion très connue des catégoriciens (Kan 1958)
 - Déjà présentée à MaMuPhi
- Cette notion, centrale, permet de
 - donner un statut interne à des objets formés par recollement d'objets d'ordres inférieurs liés par des relations de corrélation (non représentables dans un graphe)
 - déterminer comment ils peuvent agir collectivement sur d'autres objets du système

→ En somme, de penser le **passage de l'informel au formel**

(iii) Limitations représentationnelles

- Si on ne considère qu'une seule catégorie
 - certaines des difficultés représentationnelles évoquées pour les graphes sont vraies pour l'approche catégorique...
- Certaines transformations du système ne peuvent être décrites...
 - Ex. : l'apparition /disparition d'objets ou de relations entre eux



...

(iv) Limitations conceptuelles

- L'approche catégorique conserve les « traces » d'une pensée combinatoire et réductionniste...
 - Une catégorie hiérarchique ne réduit pas une colimite à une seule décomposition (=à un seul pattern P)
 - Mais, s'il y en a souvent plusieurs, elles sont souvent « connectées »
 - Les décompositions « non-connectées » peuvent être ou ne pas être prises en compte

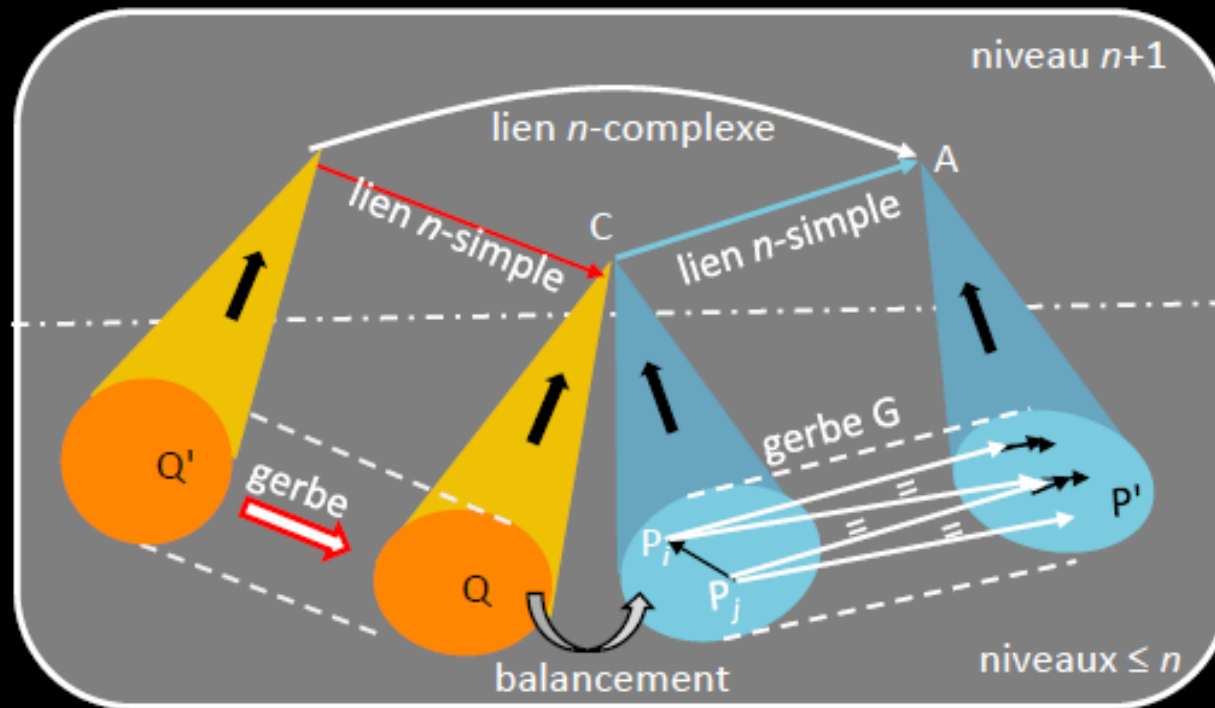
● **Réductionnisme vs « Principe de Multiplicité »** (A. Ehresmann)

Ce principe (MP) permet également de définir des systèmes **non déterministes**. Dans la suite, les catégories (hiérarchiques) considérées le vérifieront.

Décompositions non-connectées et Principe de Multiplicité

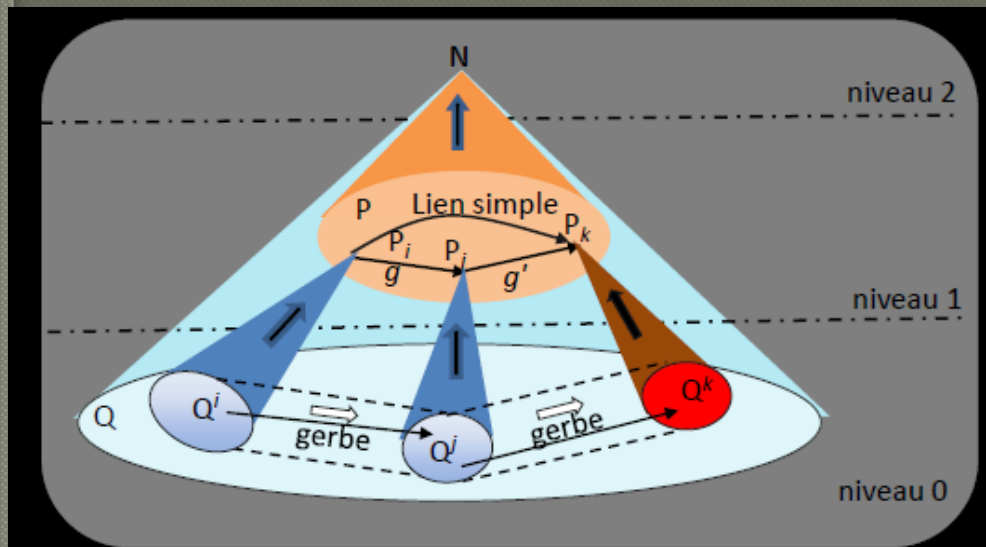
(cf. A. Ehresmann)

MP $\rightarrow$ EMERGENCE DE LIENS COMPLEXES

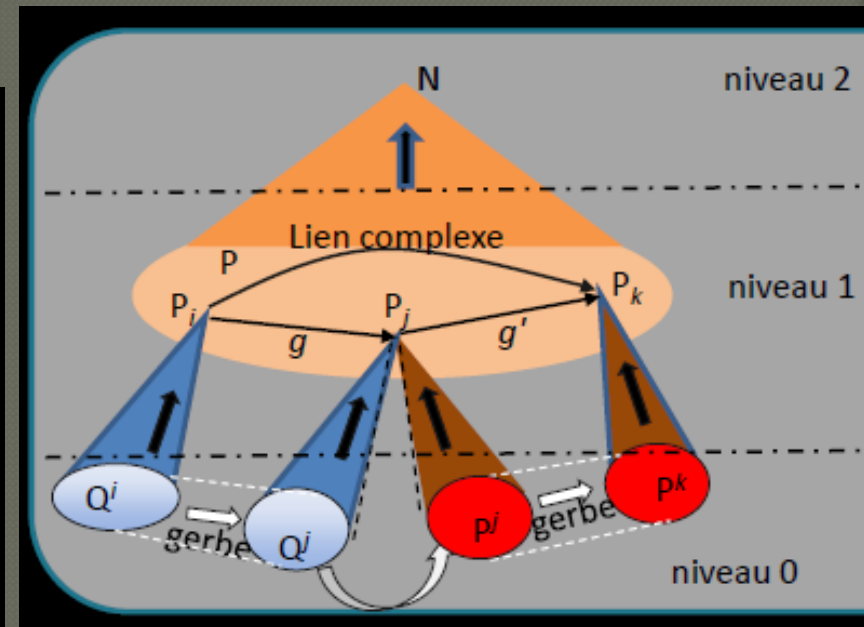


Réductionnisme vs Principe de Multiplicité

(cf. A. Ehresmann)



Objet réductible



Objet non-réductible

(iv) Limitations conceptuelles relatives au temps

- L'usage d'une catégorie unique renvoie à une pensée d'une « structure invariante »
 - Tout se passe comme si un point de vue « externe » pouvait totaliser les états passés, présents et futurs du système
 - Ex.: dans les « systèmes dynamiques » cela correspond à l'« espace des phases » du système
- Autrement dit, beaucoup d'opérations relatives au temps et au changement ne sont ni décrites, ni pensées
- Il manque une pensée et une description :
 - de la **dynamique des états** : délais de propagation des liens et leur activation ou non à un instant donné
 - des **transformations structurelles** du système

2. D-MES: analyser *les working designers*

Situation, Action, Innovation

Pour chaque notion

- i. La notion « initiale »
- ii. Les difficultés associées
- iii. L'approche catégorique
- iv. La contribution de D-MES

« Situation »

Penser et décrire
les situations de conception

(i) La notion « initiale »

- Beaucoup de travaux insistent sur l'importance de la notion de « situation » en design
- Elle vise à tenir compte de la nature « située » ou « incarnée » de toute activité de conception
- Idée générale :
 - tout processus de conception s'accomplit nécessairement dans un espace-temps spécifique mettant en jeu un ensemble de concepteurs, et/ou d'autres parties prenantes, avec des objets, des outils, des événements, etc., sur lesquels peuvent peser un certain nombre de contraintes environnementales

(ii) Les difficultés associées

- Une difficulté centrale est de pouvoir penser et représenter une situation à la fois en tant que :
 - elle implique plusieurs « acteurs » qui interagissent
 - elle est perçue ou « résonne » différemment pour chacun
 - cette différence peut participer de la construction de mondes intersubjectifs ayant leurs propres ensembles d'objets et de relations entre eux
 - ces mondes intersubjectifs ne sont ni réductibles, ni figés, ni achevés ...
- Hypothèse :
 - Cette difficulté instancie (dans le champ disciplinaire du design) les tensions (bien connues des philosophes) d'un **dualisme « un-multiple »**

(iii) Approche catégorique

- Soit un système de conception D

- (ex.: mon agence de création de jardins!)

- Définition :

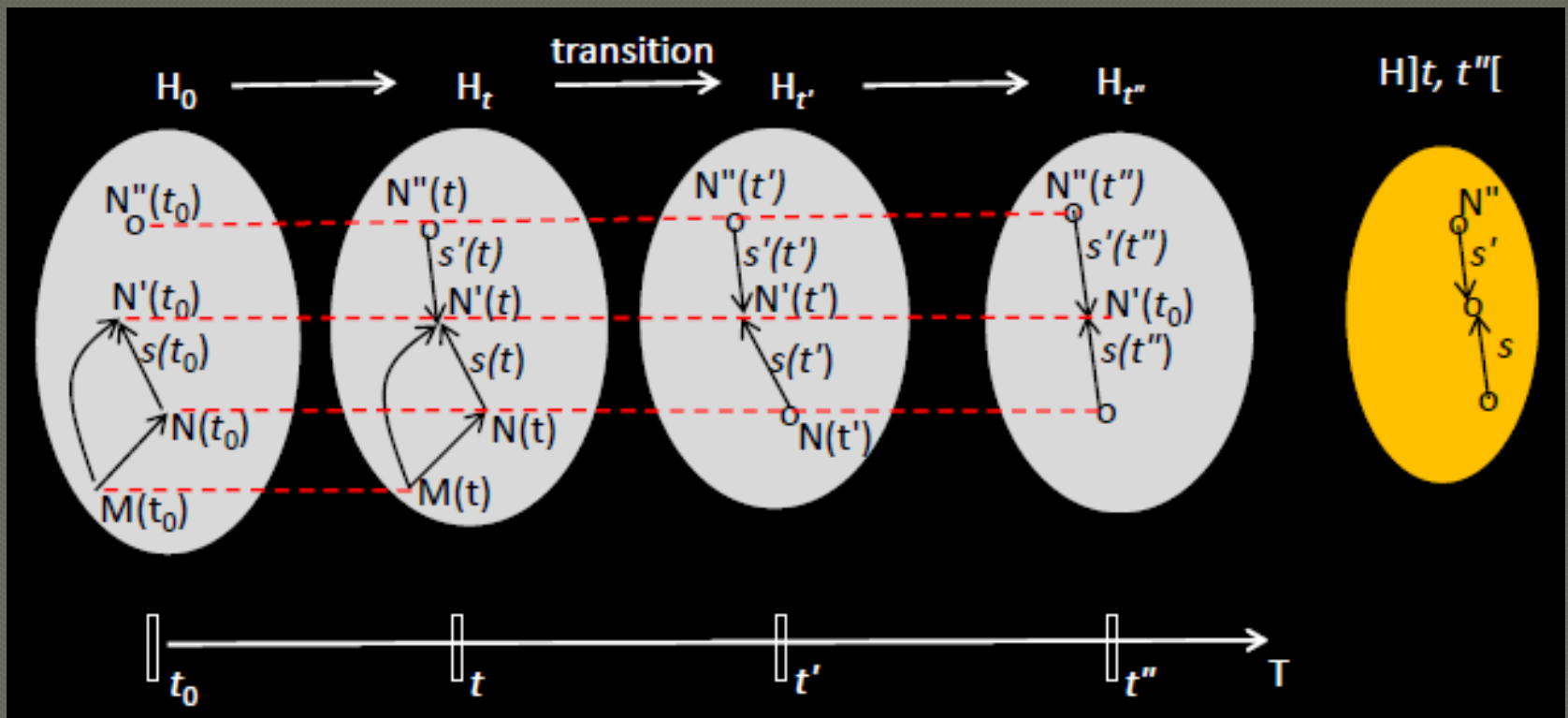
- une « situation » de ce système, à un instant t , est définie par la « configuration » de D en t

- Dans D-MES, on utilise la notion de SHE pour

- Représenter la **configuration** en t par la *catégorie-configuration* (hiérarchique) Ht qui décrit l'**état** de D à t
 - Considérer le changement entre deux configurations successives par la **transition** entre les deux catégories Ht et Ht'

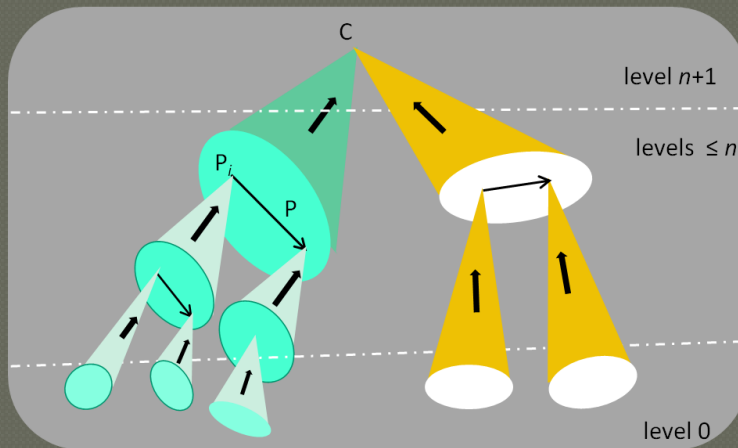
SHE – système hiérarchique évolutif

- Les catégories-configuration forment un semi-faisceau de catégories indexées sur Temps



SHE – système hiérarchique évolutif

- Un composant C de D est complexe, multi-facettes et en devenir

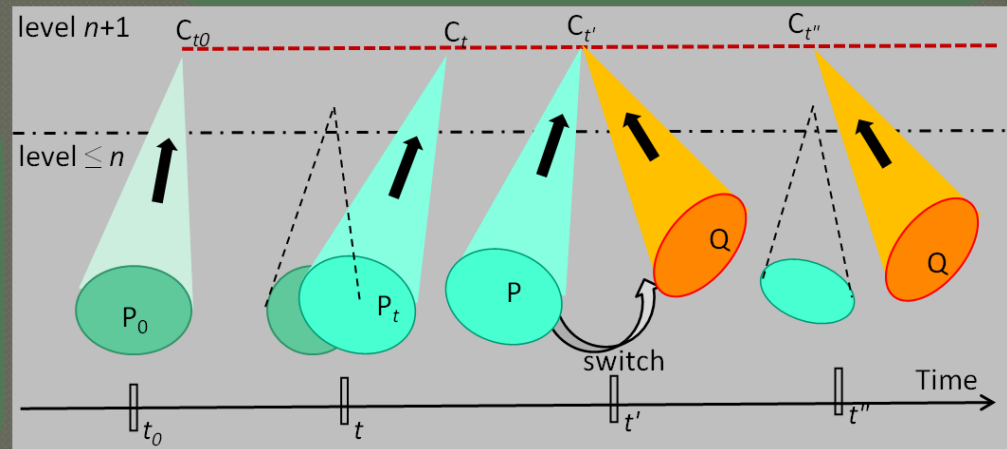


Définition :

C admet plusieurs **décompositions/ramifications** dans des niveaux inférieurs et entre lesquelles il peut 'choisir'

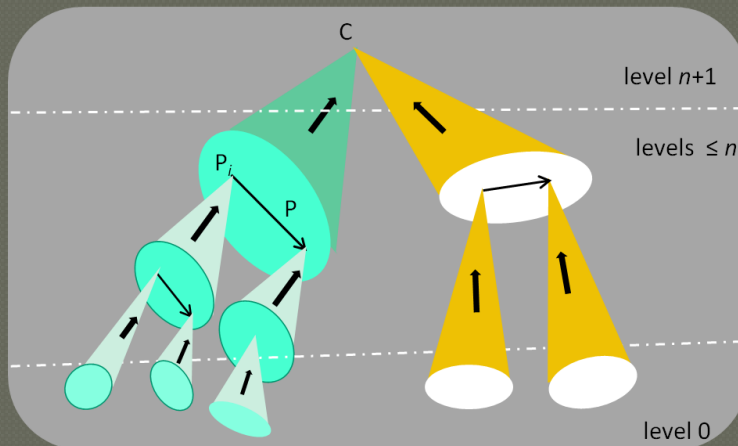
Définition :

C est la colimite d'au moins un *pattern* de composants inférieurs
 C conserve une **identité complexe** propre en dépit de changements internes



SHE – système hiérarchique évolutif

- Un composant C de D est complexe, multi-facettes et en devenir

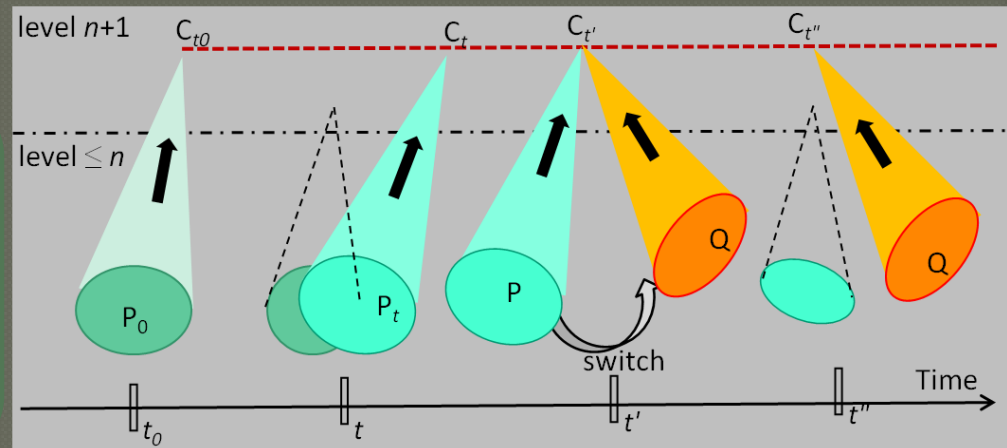


Exemple:

Si C est un concepteur, il peut avoir une vision interne plurielle de sa propre décomposition (= il est un « divisu », F. Nicolas)

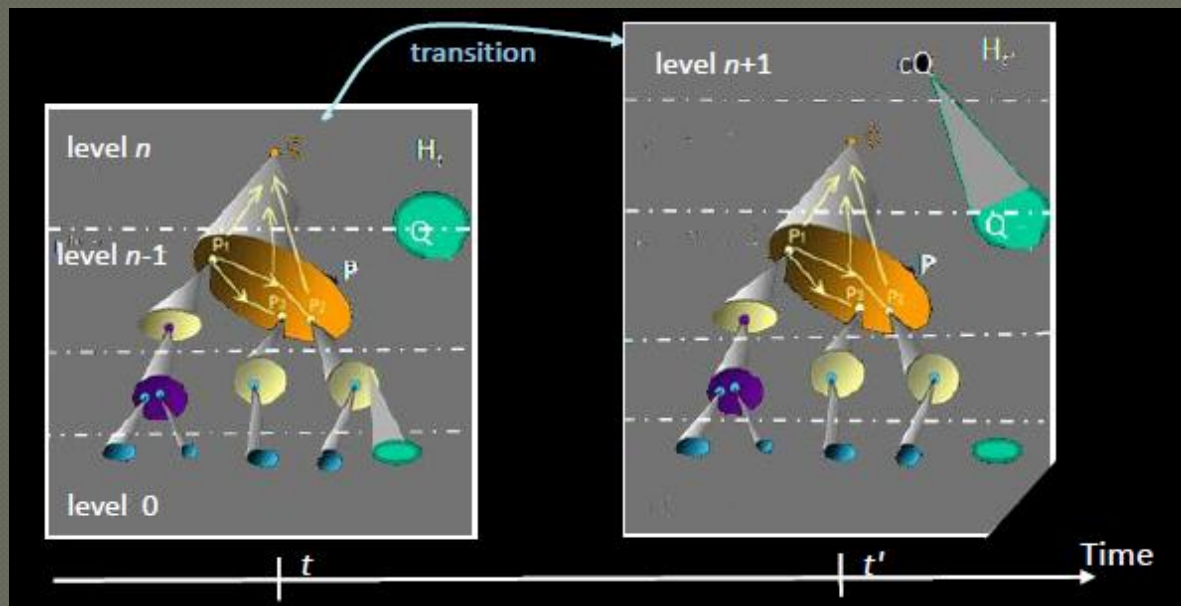
Exemple:

Si C est une équipe de conception, elle possède une identité propre et peut continuer à exister indépendamment du départ de certains de ses membres



SHE – système hiérarchique évolutif

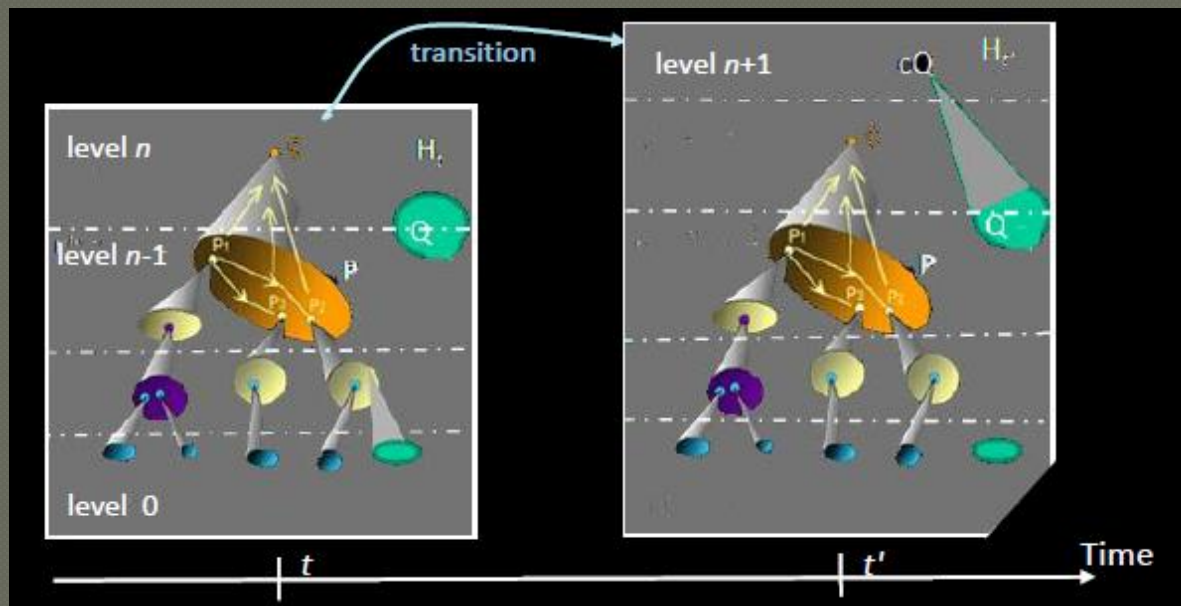
- Les changements structuraux (fusion, absorption, ajout, suppression de composants) sont décrits internement



Définition: entre deux configurations successives H_t et $H_{t'}$, ils sont représentés par la donnée d'une procédure Pr ayant ces 'objectifs'; la nouvelle configuration après ces changements est alors modélisée par la **complexification** pour cette procédure. Elle est construite explicitement

SHE – système hiérarchique évolutif

- Les changements structuraux (fusion, absorption, ajout, suppression de composants) sont décrits internement



Ex.: dans le cas d'une équipe de conception C , on pourra par exemple décrire la formation de nouveaux objets ou nouvelles stratégies d'action résultant de leurs activités en considérant certaines complexifications particulières successives et associées à ces activités

(iv) Contribution de D-MES

- Une définition riche et rigoureuse
 - d'une « configuration » de conception et de « ce-qui-y-fait-composant » (humain ou non humain)
 - de la dynamique du système et des changements structuraux
- Une caractérisation de conditions de « fécondité » de D
 - « **Complexité verticale** » : niveaux de complexité croissante des composants (ex. objets mentaux d'abstraction de plus en plus élevée, stratégies de conception de plus en plus génériques),
 - « **Complexité horizontale** » : nombre de décompositions et de ramifications non connectées (ex. : multiplicité des interprétations, polysémies, hétérogénéité des connaissances)
 - Au niveau global: **niveau de connectivité** des composants d'ordre de complexité élevé (ex. : univers d'évocations et de connaissances partagées, force des imaginaires)

« Action »

Penser et représenter
l'action collective de conception

(i) La notion « initiale »

- Une situation de conception ne se transforme pas uniquement d'elle-même, mais en raison d'« activités de conception »
 - Ex.: production d'objets matériels (ex. : des prototypes, des maquettes, des croquis et dessins...), d'expériences (tests, simulations...), ou encore de génération d'idées et de concepts (*brainstorming, creative problem solving*)
- Tendances récentes:
 - les recherches actuelles insistent sur le caractère distribué, incarné et médiatisé de ces activités, ainsi que sur le rôle majeur des processus de raisonnement, de signification et d'interprétation associés

(ii) Les difficultés associées

- Une difficulté est de conceptualiser ces activités en tant qu'elles sont à la fois :
 - Distribuées et localisées
 - À « conséquences » globales
- Le risque
 - Réduire le résultat global des interactions à une simple combinatoire des « actes locaux »
 - tomber dans les pièges de nouveaux dualismes : **opération/structure, local/global**

(ii) Les difficultés associées / une reformulation

- Une manière de faire est d'introduire un « troisième terme »
 - qui médiatise la relation des deux autres
 - qui permette d'en générer la **dynamique d'articulation**
- Hypothèse:
 - Mettre les dualismes sous une **condition dynamique et structurale globale**, qui est l'histoire ou la « **mémoire** » du système considéré

(ii) Les difficultés associées / une reformulation

- Une manière de faire est d'introduire un « troisième terme »
 - qui médiatise la relation des deux autres
 - qui permette d'en générer la **dynamique d'articulation**
- Hypothèse :
 - **Ex.:** dans le cas particulier de notre agence, cette condition permet de donner un statut aux actes locaux (agence ou membres) en considérant que chacune des dynamiques locales contribue à façonner sa mémoire, qu'elles mobilisent réciproquement pour partie.

(ii) Les difficultés associées

● Attention :

- il faut pouvoir tenir compte de la multiplicité des points de vue et des « vécus » des membres (si l'on conserve notre exemple), ainsi que de la dynamique d'articulation recherchée

→ Il est donc nécessaire d'avoir une théorie très particulière de
« ce-qui-fait-mémoire »

● Nous allons maintenant voir comment envisager ces questions dans D-MES

(iii) Approche catégorique

● Dans D-MES, nous allons

- a. Définir les **propriétés dynamiques et structurales de la mémoire** du système D (D-Mem)
- b. Montrer comment des concepteurs (ou autres) peuvent la mobiliser et la façonner pour développer des **dynamiques opératives locales**
- c. Considérer l'émergence d'une **dynamique opérative globale** résultant de leurs interactions (non réductibles à une combinatoire)

a. Propriétés dynamiques et structurales de la mémoire de D

● Définition :

- D-Mem est un sous-système évolutif de D qui s'enrichit à chaque nouvelle expérience conduite dans D (individuellement ou collectivement) et, plus généralement, dans D-MES

● Propriétés :

- Un composant de D-Mem, nommé « **empreinte** », prend sa propre individuation multi-facettes et peut ainsi posséder une multiplicité de décompositions/ramifications et évoluer
- Un composant de D-Mem peut être rappelé (i.e. : activé) par n'importe quel autre composant de D-MES
- Si deux composants sont souvent activés en même temps via un même lien alors la force de ce lien augmente (cf. Règle de Hebb)

a. Propriétés dynamiques et structurales de la mémoire de D

○ Type de composants

- Aussi riches que ceux impliqués dans MENS
- Formalisent notamment : percepts, affects, concepts, procepts

○ Définition d'un procept (cf. Gray et Tall)

- Une partie de D-Mem, très importante pour décrire les dynamiques opératives , est nommée « mémoire procédurale »
- Elle est constituée d'empreintes nommées « procepts »
- Les procepts peuvent être des procédures ou obtenus par complexifications de ces procédures
- En tant que composant, ils peuvent avoir de nombreuses décompositions/ramifications dans D-Mem

a. Propriétés dynamiques et structurales de la mémoire de D

● Type de composants

- Aussi riches que ceux impliqués dans MENS
- Formalisent notamment : percepts, affects, concepts, procepts

● Définition d'un procept (cf. Gray et Tall)

Exemples:

« faire une maquette »,

« faire une maquette en bois »,

« faire une maquette en bois en prenant un biseau »

...

« faire une maquette en bois en prenant un biseau [...],
comme la fois où j'ai été plus vite que Bernard »...

b. Dynamiques opératives locales

○ Définition :

- Les dynamiques opératives locales sont effectuées par des sous-systèmes appelés **CR** (pour « co-régulateurs »).
- Attention, un CR n'est pas une dynamique opérative locale, mais un **sous-système évolutif particulier** qui la développe à un **rythme qui lui est propre**

○ Dans D-MES, on représente ainsi

- Chacun des membres de C par un « CR-membre » réduit à un composant
- L'équipe C, avec ses membres et les liens par lesquels ils opèrent en son sein, est modélisée par un « CR-équipe » et est représentée par la colimite de ce CR-équipe (sa « forme instituée »).
- Remarquez qu'il ne s'agit absolument pas d'un « adressage » fixe

b. Dynamiques opératives locales

● Propriétés :

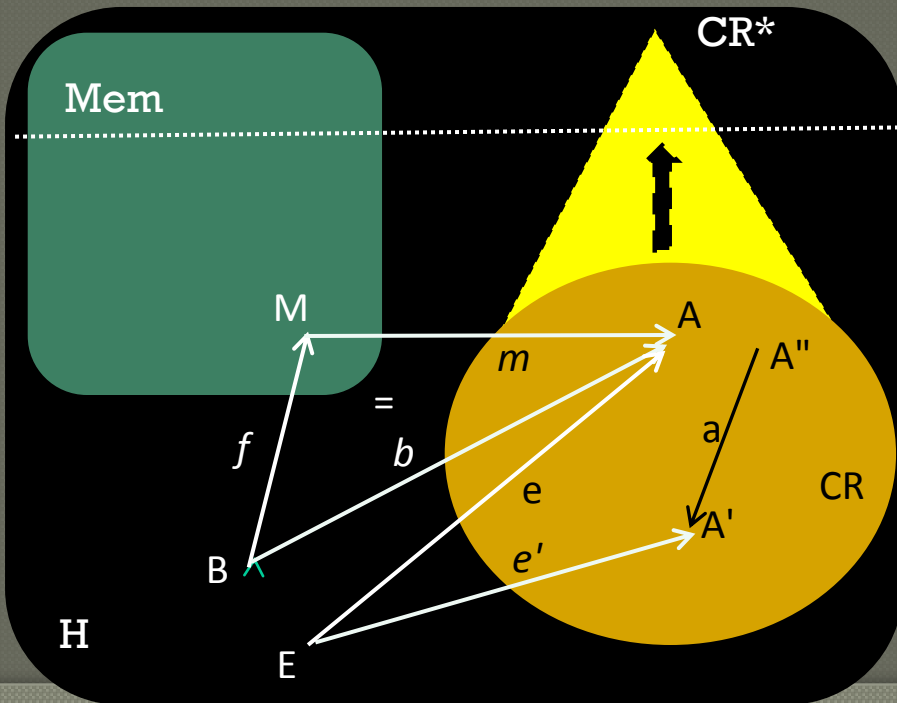
- De même que tout CR, les CR-Membres et CR-Equipe développent des dynamiques opératives locales
- Ils opèrent par étapes, c'est-à-dire selon une échelle de temps discrète propre, correspondant à leur « horloge interne »
- Ex. : dans le cas du CR-Equipe, cela pourra être le rythme et la durée moyenne d'une réunion ou d'un projet de conception de C, ces éléments temporels n'étant bien entendu pas figés

b. Dynamiques opératives locales

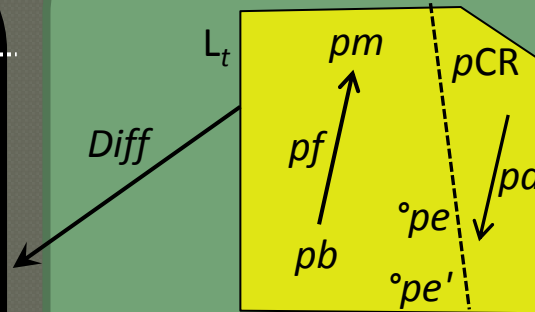
- En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par
 - le type d'informations qu'il reçoit
 - le type d'opérations qu'il peut commander

b. Dynamiques opératives locales

- En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par
 - le type d'informations qu'il reçoit
 - le type d'opérations qu'il peut commander



Définition du paysage d'un CR

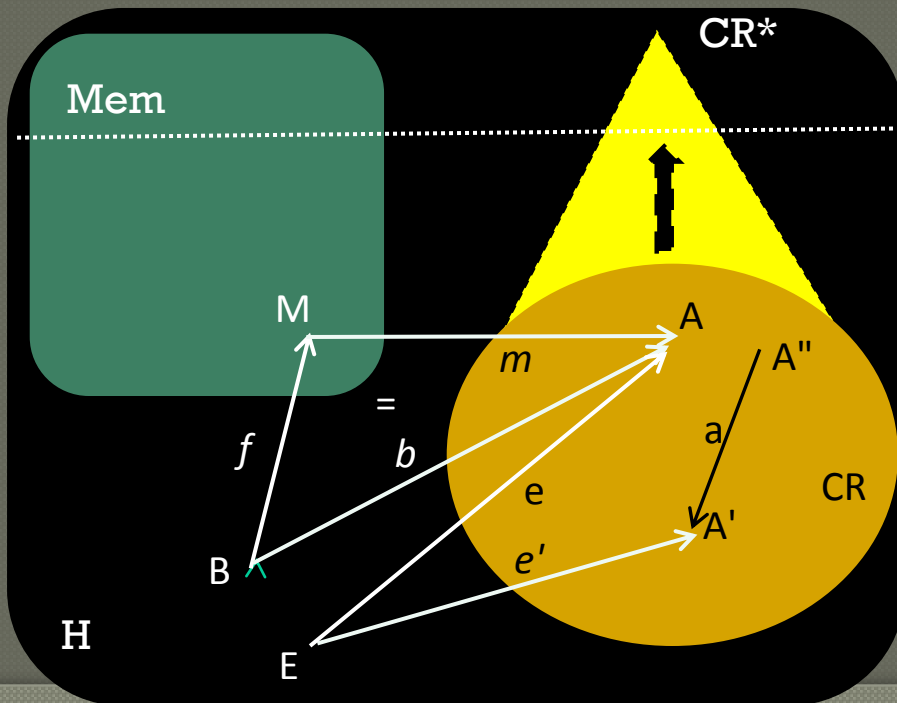


Il formalise le « **monde phénoménal** » d'un CR pendant une certaine étape.
NB: on ne parle pas de « conscience » ou d'« intention »

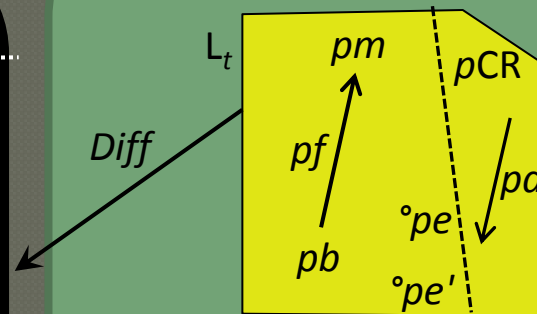
b. Dynamiques opératives locales

● En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par

- le type d'informations qu'il reçoit
- le type d'opérations qu'il peut commander



Définition du paysage d'un CR

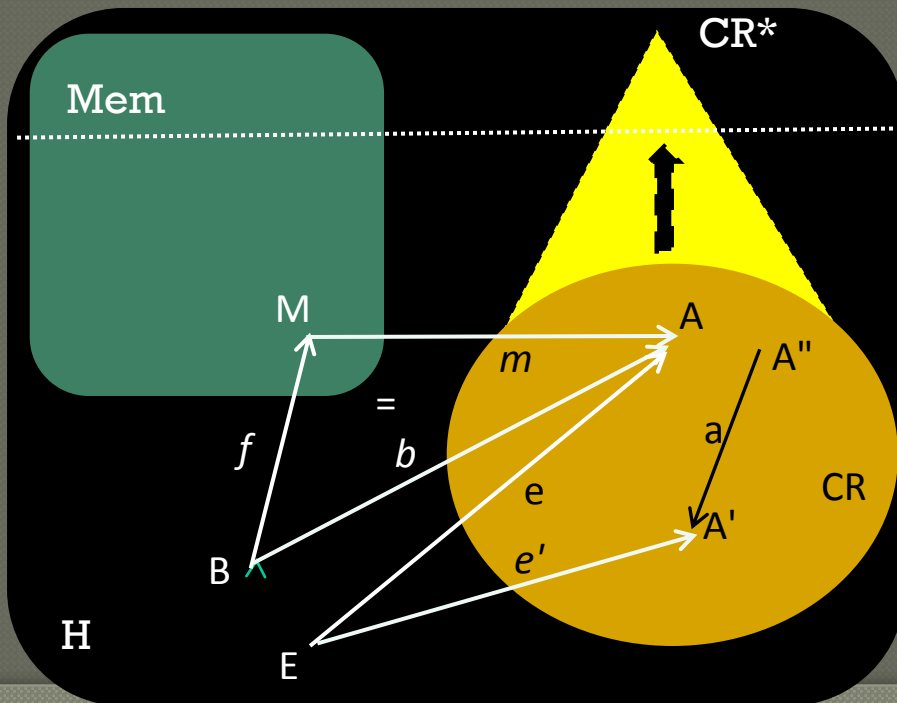


Objets: : « perspectives », i.e. la façon dont CR perçoit internement des composants de D ayant un lien actif avec lui à ce moment et auxquels il a accès

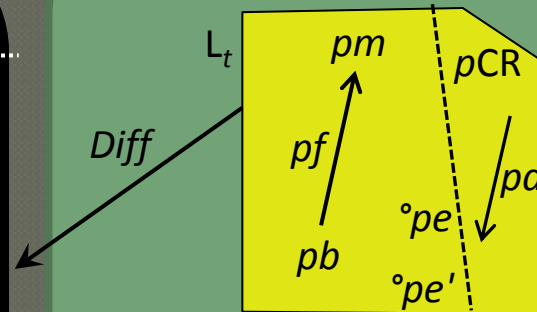
b. Dynamiques opératives locales

● En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par

- le type d'informations qu'il reçoit
- le type d'opérations qu'il peut commander



Définition du paysage d'un CR

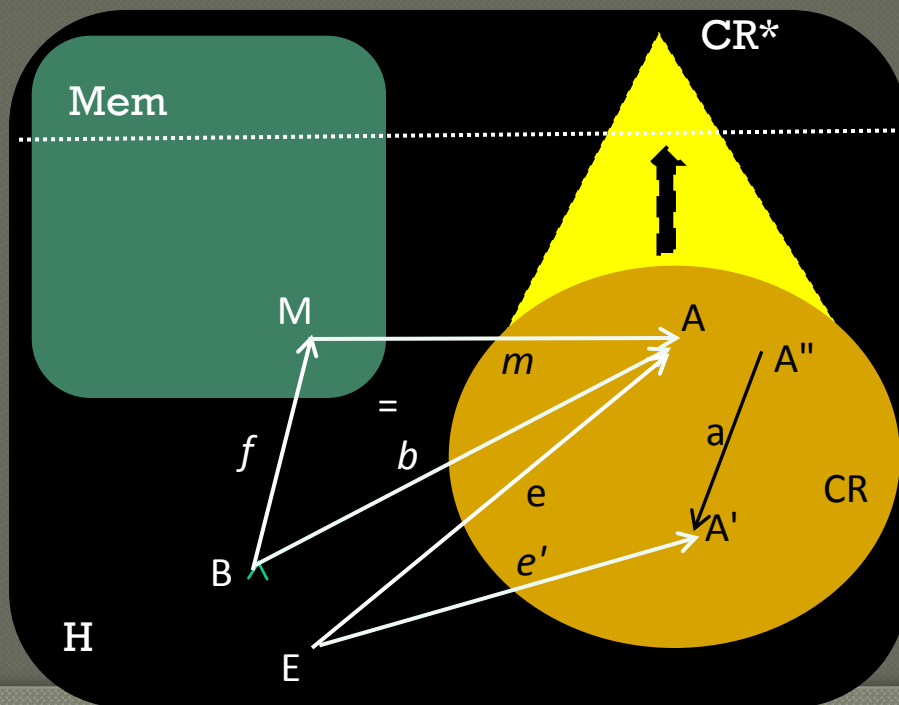


Liens: les liens entre les objets phénoménaux du CR, i.e. la façon dont **CR recompose internement** les relations des composants de D entre eux actives à cet instant

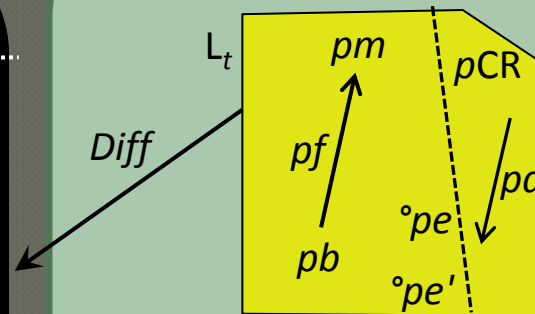
b. Dynamiques opératives locales

● En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par

- le type d'informations qu'il reçoit
- le type d'opérations qu'il peut commander



Définition du paysage d'un CR

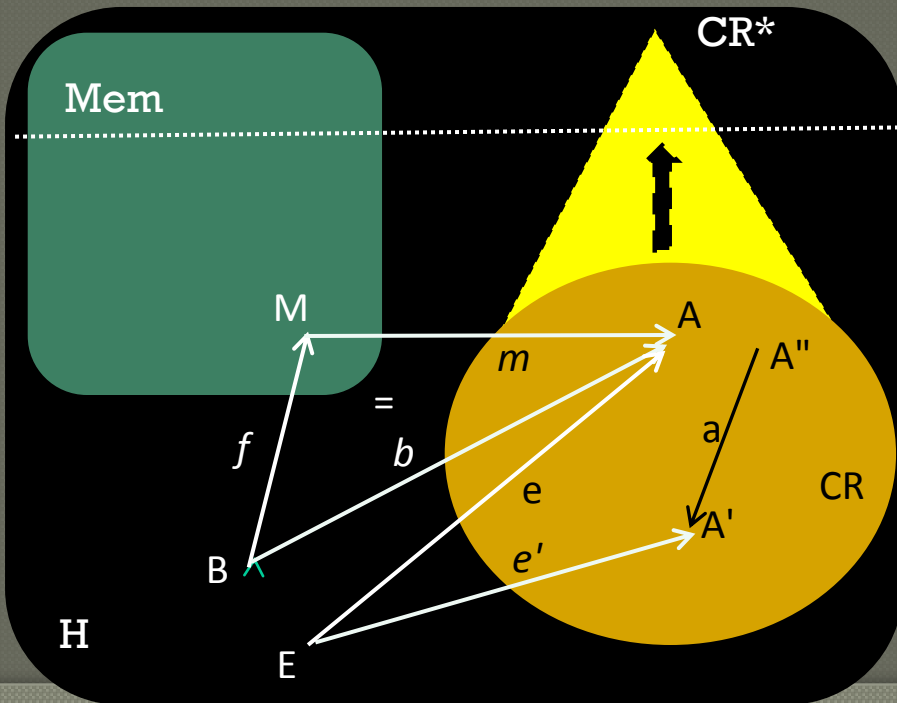


Exemple:

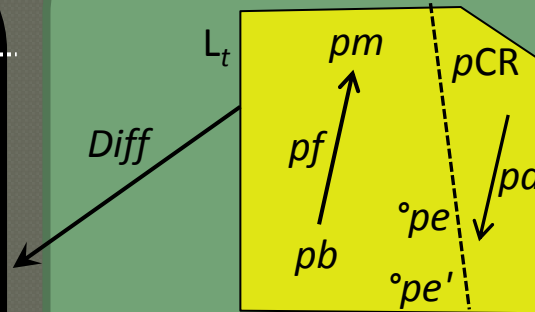
Perception d'une maquette **M** par un concepteur **A** / Un nouveau prototype **E** n'est pas perçu de la même manière par **A** et **A'**

b. Dynamiques opératives locales

- En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par
 - le type d'informations qu'il reçoit
 - le type d'opérations qu'il peut commander



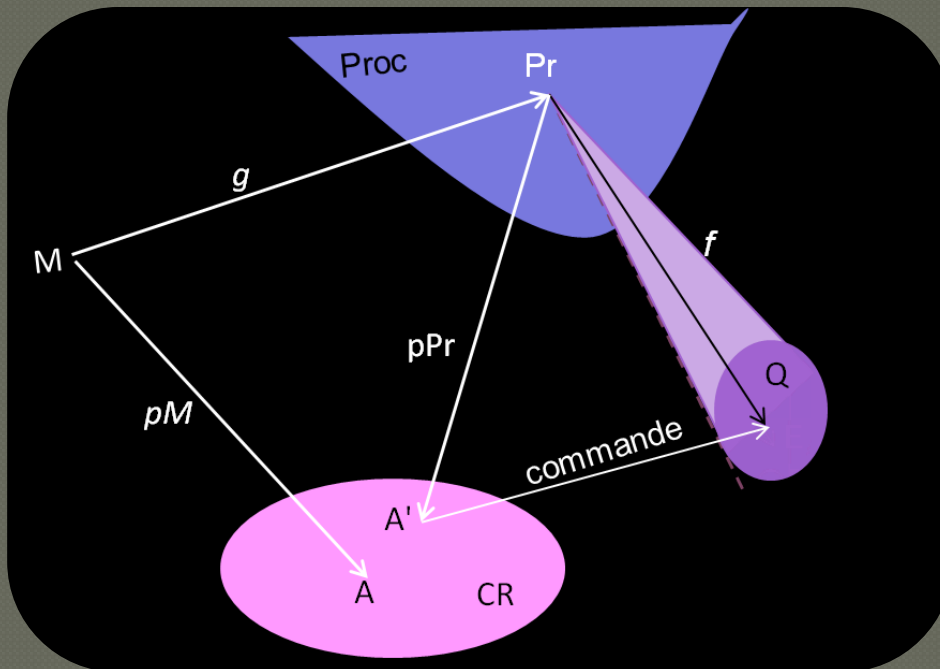
Définition du paysage d'un CR



NB: M peut « résonner » de façon plurielle dans D-Mem et la relation tripartite « Objet, D-Mem, CR » permet d'intégrer toute la richesse d'une **relation sémiotique**.

b. Dynamiques opératives locales

- En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par
 - le type d'informations qu'il reçoit
 - le type d'opérations qu'il peut commander**



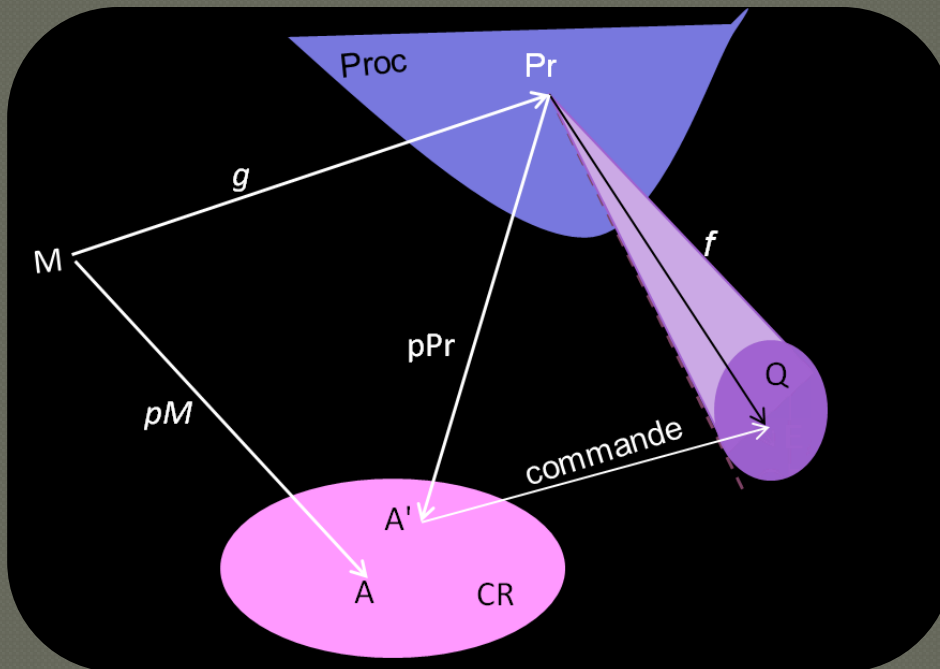
Définition de l'opérativité de CR

L'opérativité de CR (*operans*) est définie par ses « **procepts admissibles** »

Le procept Pr est la limite projective d'au moins un pattern Q de composants (*operanda*)

b. Dynamiques opératives locales

- En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par
 - le type d'informations qu'il reçoit
 - le type d'opérations qu'il peut commander**



Définition de l'opérativité de CR

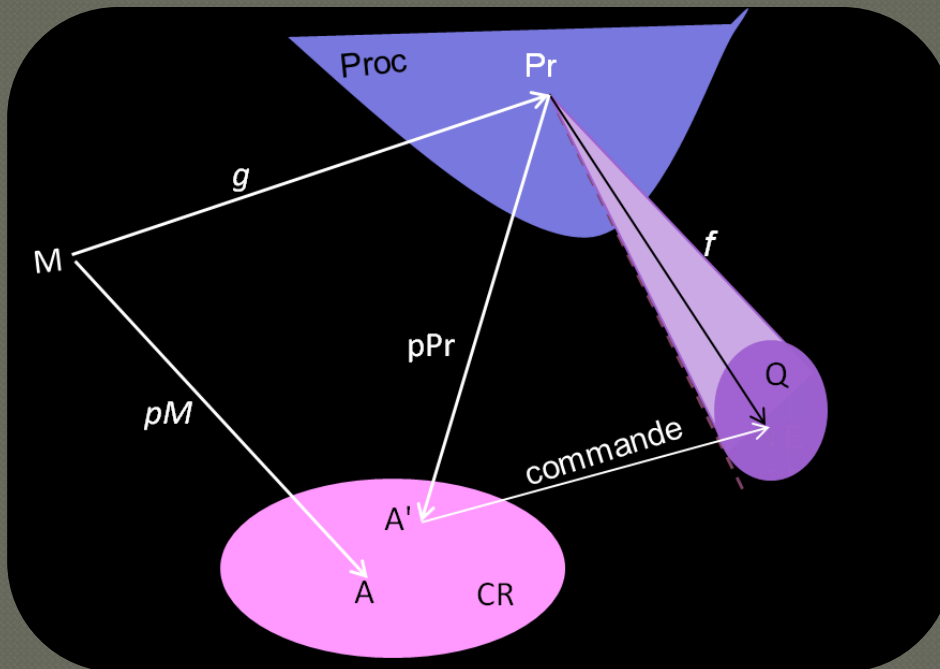
La **commande** de Q, via le cône-limite de Pr vers Q, formalise une des procédures que Pr peut activer

NB: Pr peut être la limite de plusieurs telles procédures

b. Dynamiques opératives locales

● En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par

- le type d'informations qu'il reçoit
- **le type d'opérations qu'il peut commander**



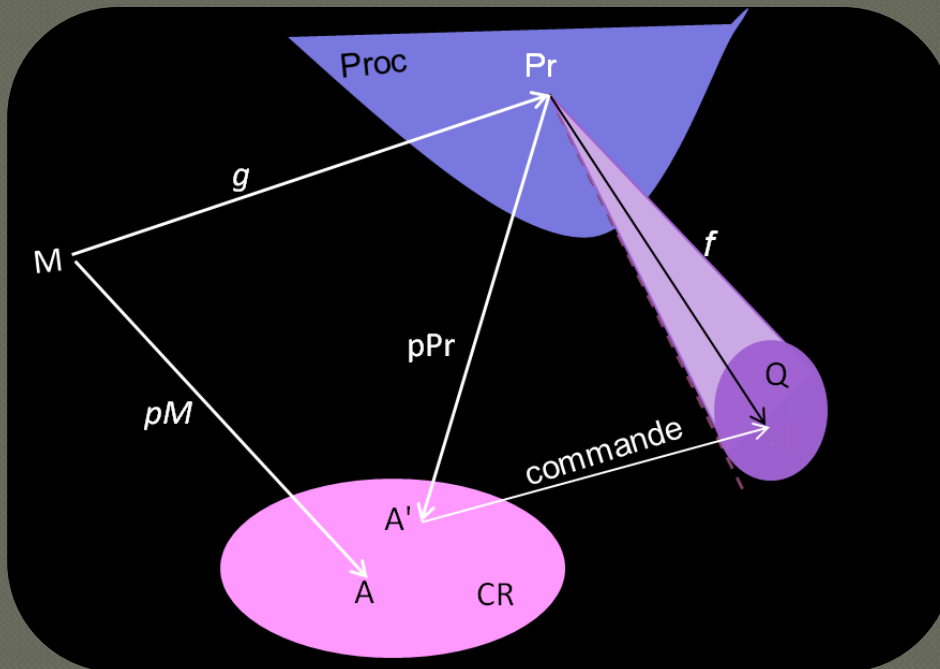
Définition de l'opérativité de CR

Ex.: L'opérativité de chacun des CR-membres est définie par ses procepts admissibles (ex. stratégie de prototypage).

De même pour le CR-équipe, qui peut mettre en œuvre ses procepts admissibles, collectivement (ex. : ingénierie concourante), ou via un membre particulier (ex. tâche déléguée d'un processus collectif)

b. Dynamiques opératives locales

- En sus de sa dynamique propre, un CR se distingue par
 - le type d'informations qu'il reçoit
 - **le type d'opérations qu'il peut commander**



Définition de l'opérativité de CR

NB.:

D-Mem contient beaucoup d'autres procepts, notamment ceux « inclus » dans des éléments de **l'environnement** (exemple: procédures formelles, logiciels...).

En tant que composant, les procepts acquièrent leur propre individuation multi-facettes

b. Dynamiques opératives locales

● Dernière remarque sur les dynamiques opératives locales :

- La définition technique d'un CR ne présuppose rien de la « nature » du CR considéré
- Dans D-MES , les types de CR représentent et/ou possèdent des composants tant « humains » que « non-humains »
- Les NTIC sont centrales en conception (ex.: outils de visualisation, simulation ,CAD,...)
- Nous n'avons ici considéré que certains CR particuliers dans un souci de simplification de l'exposé...

c. Dynamique opérative globale

○ Définition

- la dynamique globale est définie par la résultante du « jeu » des CR entre eux
- Attention: y compris les interactions entre les CR-Membres et le CR-équipe, dont l'opérativité est locale

○ Dans D-MES, deux points sont étudiés

- Le « **Jeu** » des CR
- La genèse, sous certaines conditions, d'un « **macro-paysage** »

c. Dynamique opérative globale / le « Jeu » des CR

● « Composants accessibles » pour un CR

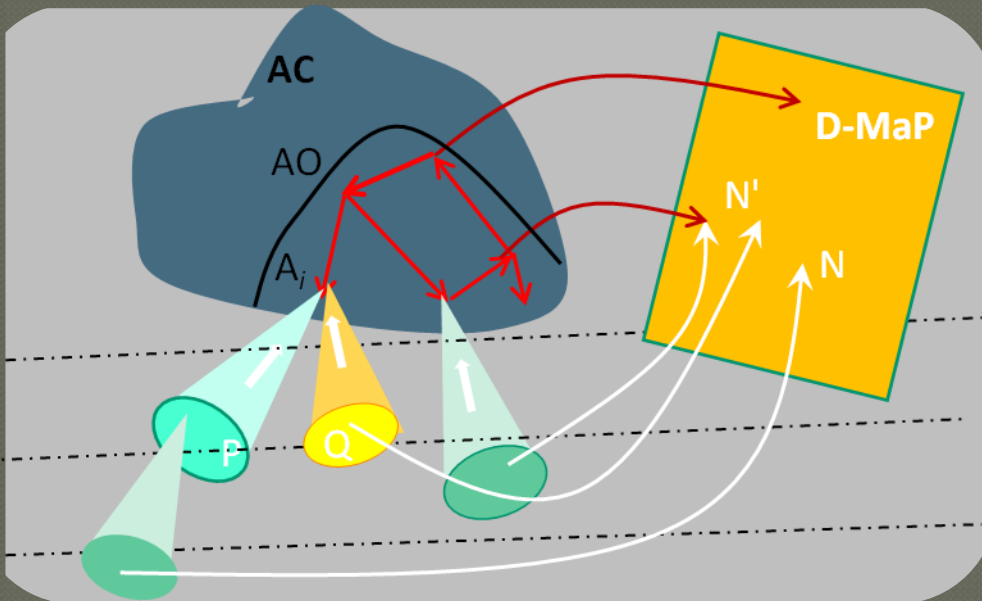
- Un CR ne peut réussir à agir que sur les composants sur lesquels il peut effectivement avoir le temps d'agir pendant son étape
- Sont par exemple exclus les objets qui existent sur une durée inférieure à la durée d'une étape du CR ...

● « Fractures » et « Dyschronies »

- Chacun des CR a des paysages et des temporalités propres
- Les CR n'opèrent donc pas sur les mêmes composants et leurs horizons temporels sont différents
- Les commandes qui arrivent à un certain temps ne sont pas toutes compatibles
- Il faut une « homogénéisation » des commandes (non calculable)
- Des dyschronies dans le jeu des CR peuvent apparaître et causer des « fractures » pour certains CR-membres (et éventuellement pour le CR-équipe)

c. Dynamique opérative globale / Macro-paysage et Archétype

- Sous certaines conditions, un Macro-Paysage D-MaP peut se former



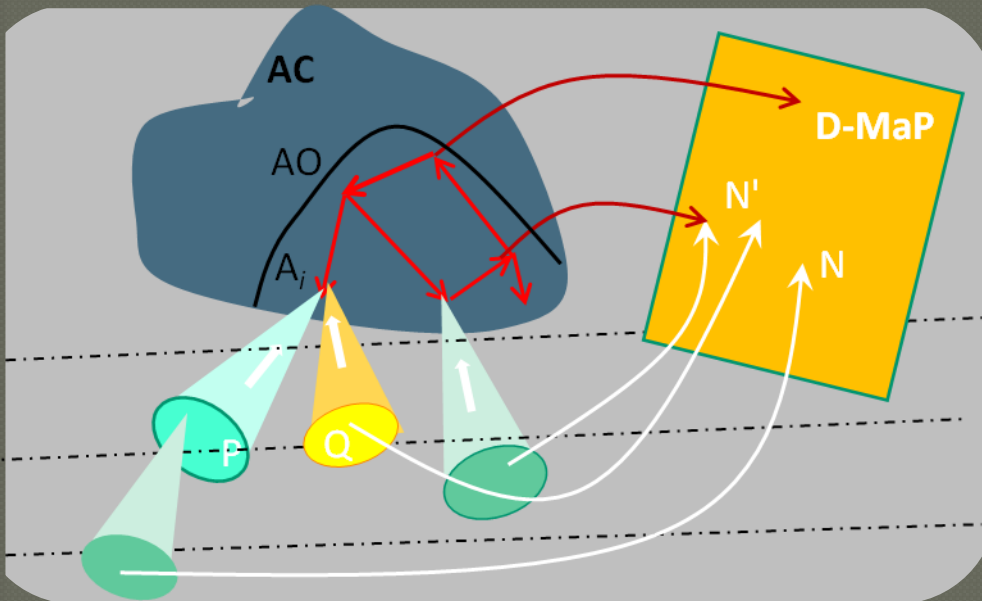
Définition du macro-paysage

D-MaP formalise l'émergence d'une « conscience collective ». Il permet des opérations collectives de « rétrospection », « prospection » et « complexification » (cf. plus loin)

NB: D-MaP n'est pas le paysage d'un CR, quel qu'il soit!

c. Dynamique opérative globale / Macro-paysage et Archétype

- Sous certaines conditions, un Macro-Paysage D-MaP peut se former



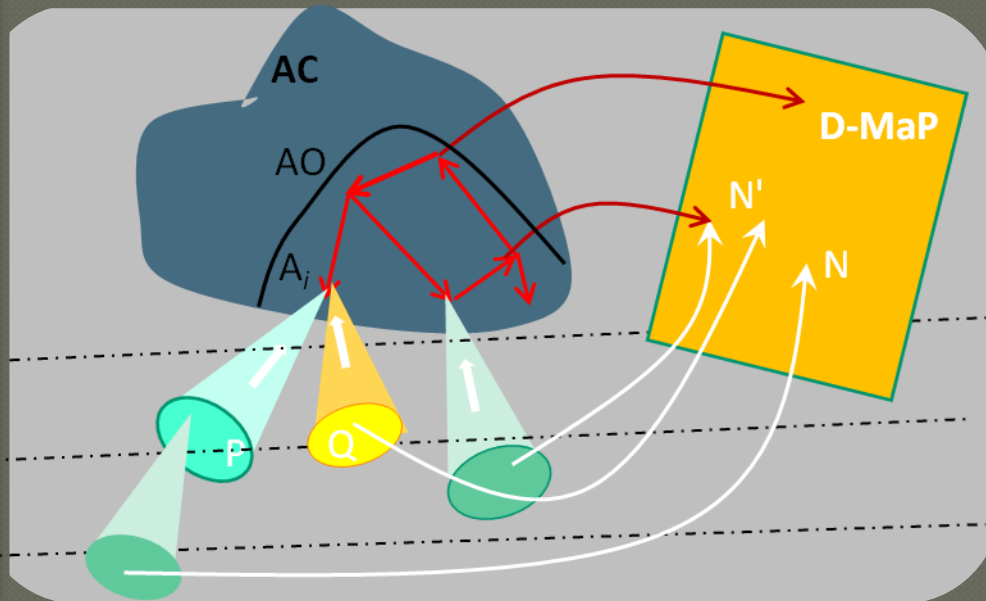
Définition du macro-paysage

D-MaP est une **construction englobante** qui utilise un sous-système spécifique de la mémoire, nommé **AC** (*archetypal core*)

Sa formation, grâce à AC, constitue une « **articulation dynamique** » pouvant s'étendre sur plusieurs étapes des CR et englober/réunir leurs paysages successifs sur cette durée

c. Dynamique opérative globale / Macro-paysage et Archétype

- D-MaP est construit grâce à l'activation engendrée dans AC par un « événement » et qui se diffuse et se maintient



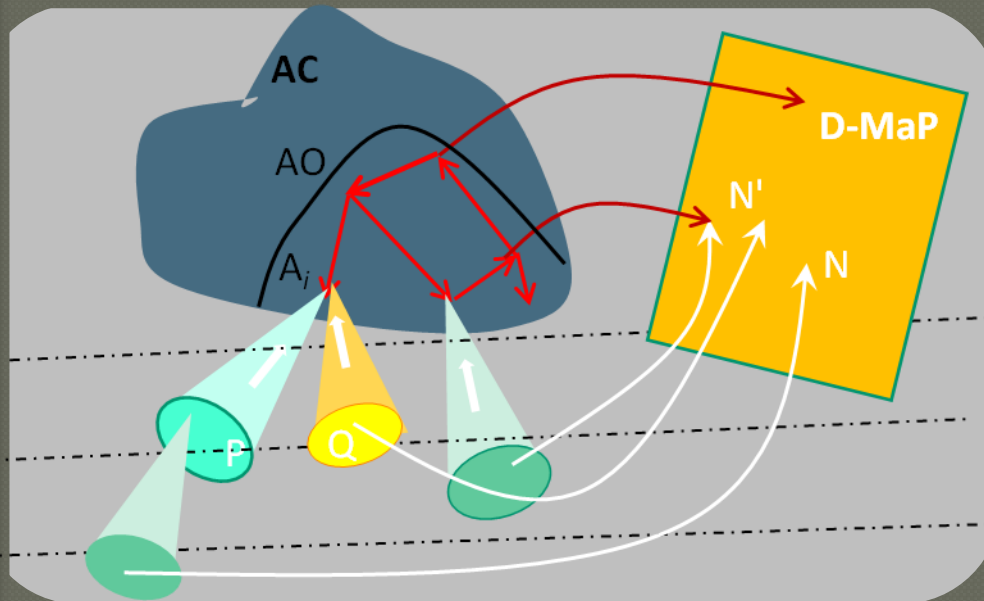
Définition de l'archétype

AC est formé d'**objets archétypaux** (ex. ci-contre: A_i).

Ce sont des composants d'ordre supérieur intégrant des **empreintes significatives**, avec de nombreuses ramifications et possibilité de balancements entre elles

c. Dynamique opérative globale / Macro-paysage et Archétype

- D-MaP est construit grâce à l'activation engendrée dans AC par un « événement » et qui se diffuse et se maintient



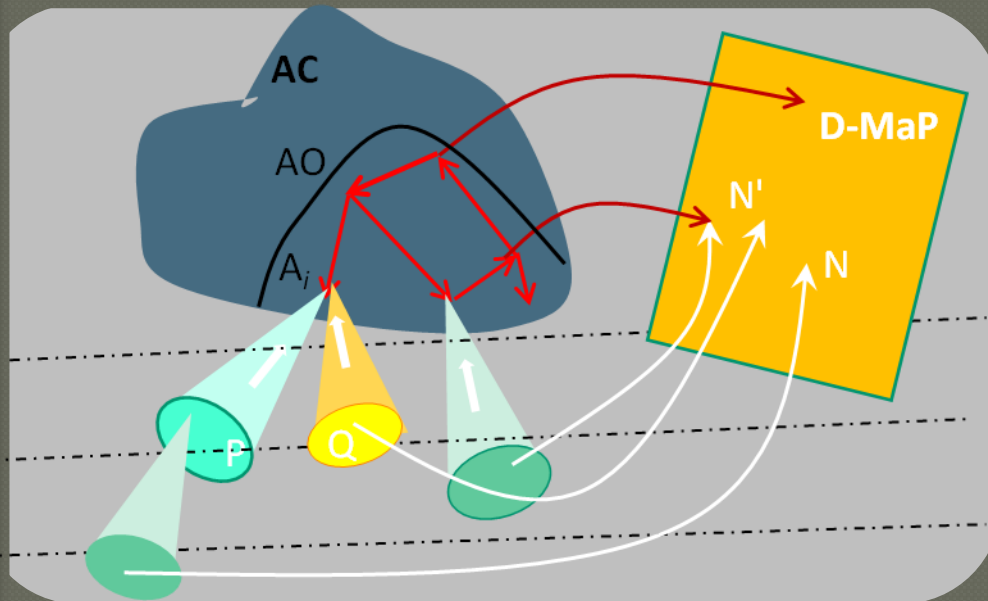
Définition de l'archétype

Les liens entre les objets archétypaux, souvent activés, sont de plus en plus rapides et forts (Hebb).

Ces objets archétypaux forment des « **boucles archétypales** » qui s'auto-entretiennent sur de longues temporalités

c. Dynamique opérative globale / Macro-paysage et Archétype

- D-MaP est construit grâce à l'activation engendrée dans AC par un « événement » et qui se diffuse et se maintient



Une « articulation dynamique »

D-MaP se maintient sur une durée grâce à l'**auto-activation** de AC

D-MaP s'étend dans la profondeur via les ramifications des empreintes archétypales non accessibles dans les Lt locaux (cf. **processus non conscients**)

Des macro-paysages successifs se recouvrent partiellement

(iv) Contribution des MES

- L'identification mathématique du sous-système archétypal est un résultat majeur des MES
- Dans D-MES, AC permet la formation du macro-paysage D-MaP qui étend les paysages locaux
- Or c'est dans D-MaP que les opérations des CR supérieurs ont lieu :
 - Rétrospection
 - Prospection
 - Complexification



Exemple dérivé de (Ehresmann & Béjean 2013)

Une communauté scientifique spatiale, spécialisée dans l'observation de la terre, veut étudier les « forêts » grâce à la technologie « Lidar »

Ils demandent au CNES d'aider à monter une mission spatiale dédiée à ce projet pour un appel ESA. D'autres scientifiques (forestiers) sont recrutés pour former le « groupe mission ».

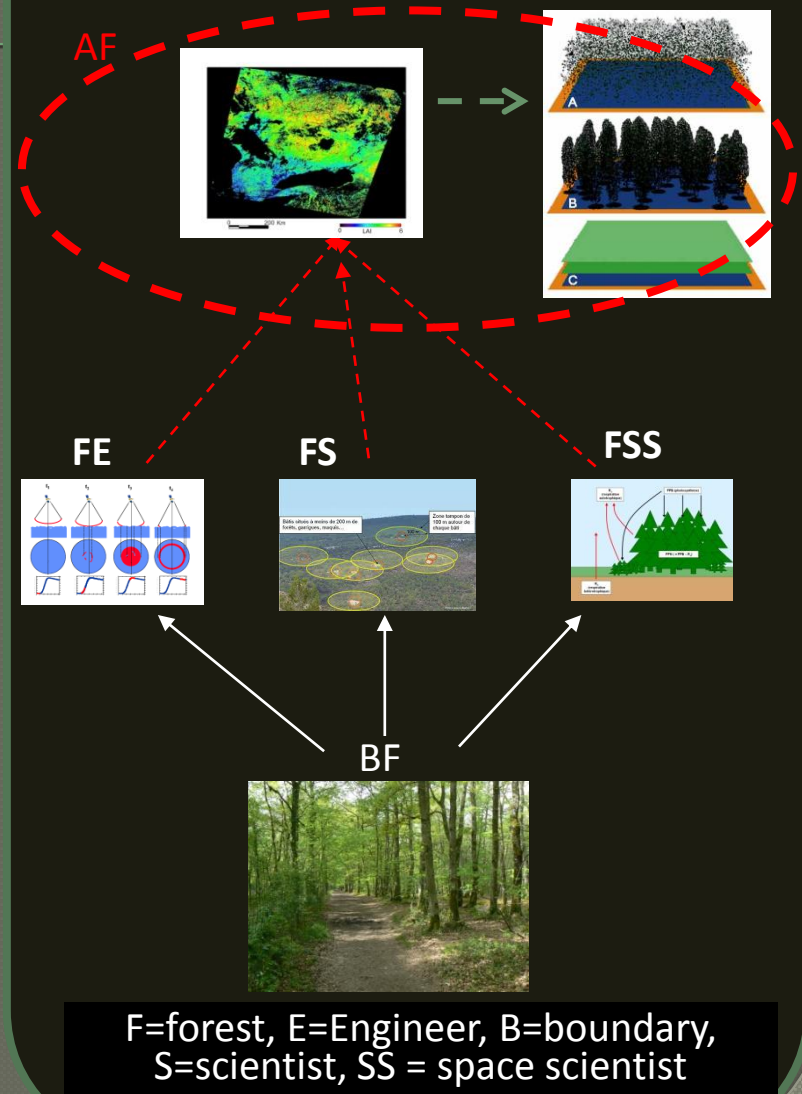
Problème: ni les ingénieurs du CNES, ni les scientifiques spatiaux, ou forestiers n'ont la même définition d'une « forêt ». La mission (« Atilidar »), rejetée à l'ESA, est abandonnée.

Puis, le PASO (CNES) reprend le projet en interne et le confie à une ingénieure senior (PASO). Elle réalise que la forêt, bien que partiellement compréhensible, recouvre des définitions très différentes...

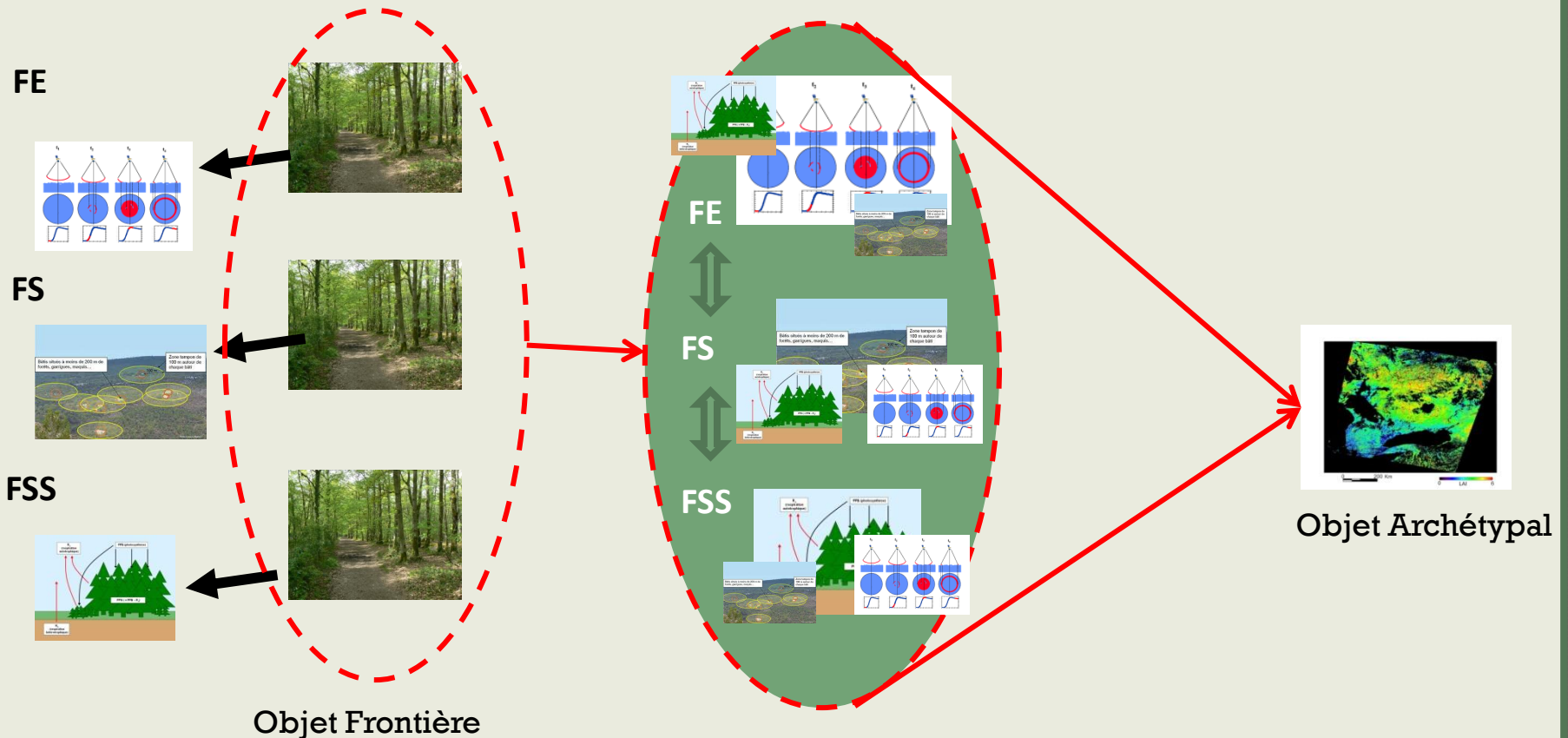
Elle mène une étude exploratoire (« LEAF ») construire une compréhension commune de la « forêt » et « spatialiser ».

L'étude aboutit à un nouvel objet intégrant des informations venant de tous les participants ainsi que de nouvelles (ex: index « LAI »)

Interprétation du cas « LEAF »



De l'objet frontière à l'objet archétypal



Étape 1

Étape 2

Étape 3

« Innovation »

Penser et représenter
la formation du nouveau désirable

Travail en cours!!!

i. Notion « initiale » :

- possible → nouveau / inconnu → désirable

ii. Difficultés associées

- i. Les dualismes « connu/inconnu », « existant / non-existant »

iii. Approche catégorique

- i. Nouveauté: liens complexes
- ii. Désirable : rôle d'AC
- iii. Complexification associée à une procédure
- iv. Itération d'une complexification

→ Prochaine séance :

Conférence d'A. Ehresmann / Complexification

Réflexions « MaCréphiques »

Éléments conclusifs et ouverture...



« Penser avec mathématique »

- Un effort constant pour réfléchir l'articulation entre mathématique et théorisation du travail de conception...

● Un cheminement (ardu!) sous des « ombrages » philosophiques (mal maîtrisés!)

- Pas de philosophie unique...
- Mais des « ombrages » philosophiques locaux
 - Goodman, le *worldmaking* / MES vs D-MES
 - Simondon, l'*individuation* / les composants de D-MES
 - J. W. Miller, le *locus of control* / opérativité locale