




Thinking System

Bruno Monsuez
Professeur ENSTA

U2IS



Le Système : une tentative de définition (1/4)


- ENSEMBLE d'ELEMENTS ASSURANT une FONCTION

- ELEMENTS :

- Composants, objets, agents, ...

- Principes, actions, intentions, manoeuvres,...

- Moyens, opinions, normes, connaissances, concepts...



Le Système : une tentative de définition (2/4)


➤ ENSEMBLE d'ELEMENTS ASSURANT une FONCTION

➤ ENSEMBLE :

Aggrégation, Composition, Hiérachisation

Ordonné, Structuré ou Libre, Rigide, Souple

Moyens, opinions, normes



Le Système : une tentative de définition (3/4)


- ENSEMBLE d'ELEMENTS ASSURANT une FONCTION

- ASSURANT une FONCTION :

- Opération, Action particulière

- Gain (connaissances, compétences, biens, ...)

- Méthode, Plan



Le Système : une tentative de définition (4/4)


- ▶ Un Système peut-être :
 - ▶ Tangible ou non-tangible
 - ▶ Matériel ou immatériel
 - ▶ Productif ou non productif
 - ▶ Construit ou observé
 - ▶ Ouvert ou fermé

Attention, ce n'est pas une notion liée uniquement aux sciences, techniques et la production !



Les notions connexes : Système de Systèmes

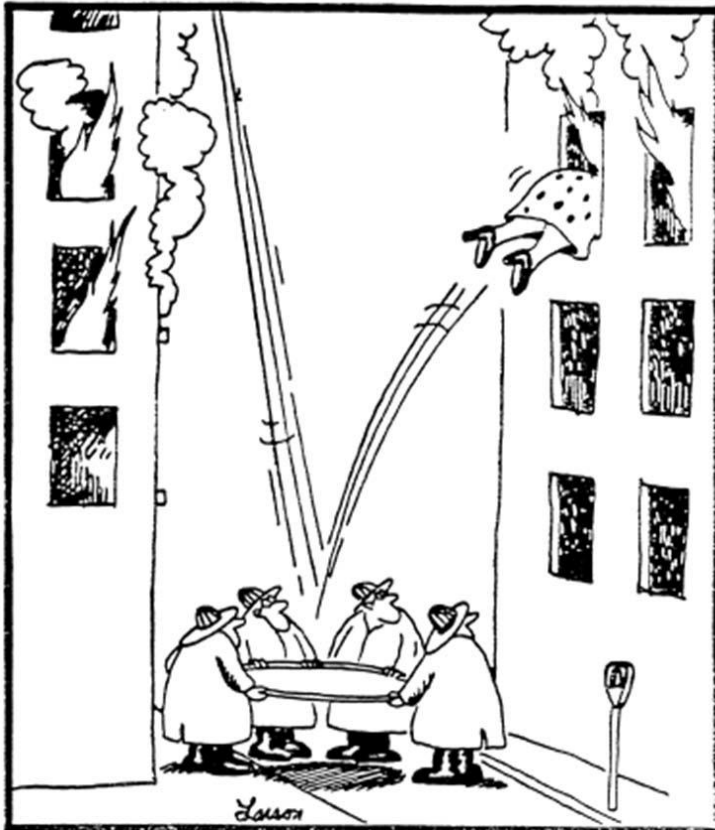
- Ensemble de systèmes **dédiés** dont la **résultante des interactions** est plus riche que **la somme des fonctions fournies** par chacun **des systèmes**.



Les notions connexes : Système complexe

- Système dont la logique de fonctionnement est délicate, voire impossible à complètement appréhendée
 - Chaque élément, fonction portée par l'élément, interaction avec les autres éléments sont simples mais l'ensemble entraîne une **émergence comportementale**,
 - Certains éléments, certaines fonctions portées par ces éléments ou interactions ne sont pas parfaitement identifiées et parfaitement modélisées ou modélisables.

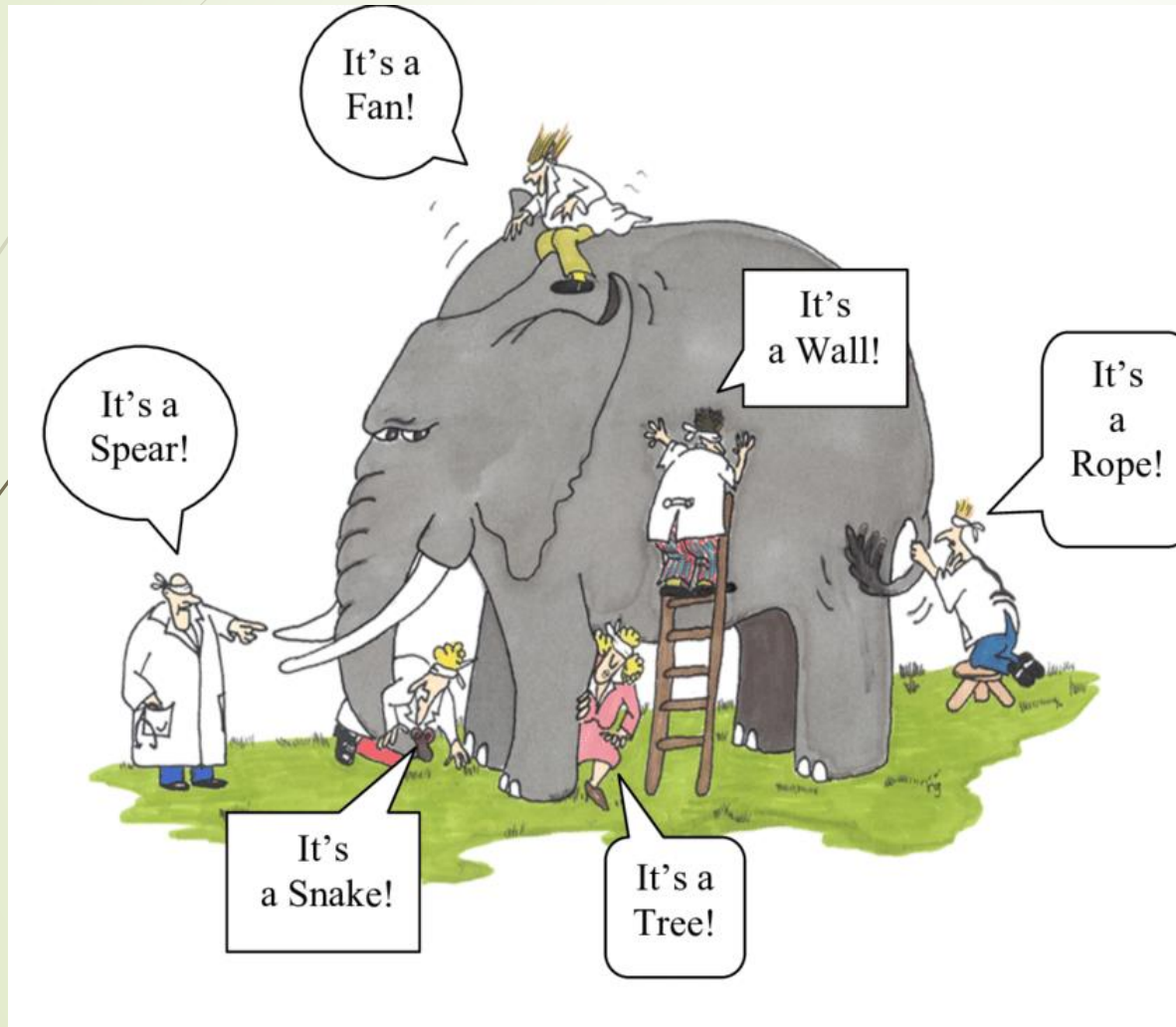
L'objectif du „Thinking System“



Artist:
Gary Larson

- Absence de vue système peut conduire à un comportement non-souhaité.
- Nécessité d'analyser la globalité
 - Des éléments
 - Des interactions
- Nécessité de comprendre la causalité
- Nécessité de comprendre l'orchestration

L'objectif du „Thinking System“



- Eviter de se concentrer sur une seule partie
- Appréhender l'intégralité



Les concepts du „System Thinker“



Concept 1 - L'interconnexion

- ▶ Principe fondamental :
 - ▶ Existence d'une relation potentielle entre chacun des éléments composants le système
 - ▶ Relation immédiate :
 - ▶ Chaise faite en bois nécessite l'existence d'un arbre
 - ▶ Relation indirecte :
 - ▶ L'humain consomme de l'oxygène qui doit lui être fournie
 - ▶ Production d'oxygène (vivant sur terre, chimique dans une capsule spatiale)
- ▶ Difficulté
 - ▶ Déterminer les dépendances pertinentes et les dépendances non pertinentes



Concept 2 - Analyse versus Synthèse

- Synthèse
 - Composition/Aggrégation de plusieurs éléments pour créer quelque chose de nouveau (Synthétiser => Créer)
- Analyse
 - Décomposition d'un ensemble complexes en éléments maitrisable (cf. Maitrise de la complexité)
Attention découper une vache en morceau donne des hamburger !
- Appréhension d'un système complexe :
 - Appréhension des comportements nouveaux, prise en compte macroscopique de l'environnement (Entropie versus mouvement Brownien)
- La Synthèse est intrinséquement lié à l'interaction.
- Conclusion : Nécessité de mélanger approche Top/Down et Bottom/Up pour la compréhension d'un système.




Concept 3 - Emergence

- Aggrégation de fonctions :
 - Par défaut : somme des fonctions
- Dans certains cas :
 - Emergence d'un comportement, d'un élément, d'une fonction (qui n'est pas la somme des comportements élémentaires)
 - Ex: flocon de neige, résonance oscillatoire, ...
- Emergence
 - Comportement désiré (Synthèse de diamant industriel)
 - Comportement non-désiré (Absence de freinage du fait de l'ABS)



Concept 4 – Boucle de contrôle

- Flux entre les différents éléments
 - Flux unidirectionnel/Bidirectionnel/Multidirectionnel
- Naissance de boucle de contrôle
 - Ouvertes, Fermées, Mixtes
- Contrôle
 - Divergent (Reinforcing)
 - Stable (Balancing)
- Concept venant de l'automatisme
 - Sous-entend une notion de causalité ou dépendance temporelle



Concept 5 – Causalité

Action, Evènement, Notion, ...

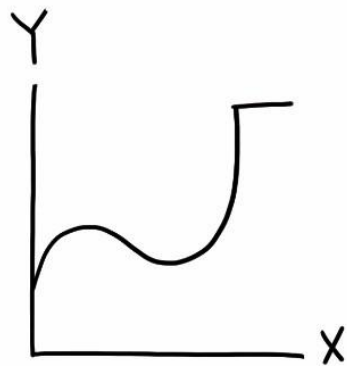
CONDUIT A

Fonction, Action, Synthèse, Evènement, Notion, ...

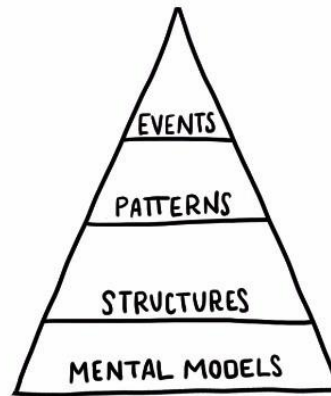
- ▶ La causalité peut-être :
 - ▶ Tangible ou intangible
 - ▶ Temporelle
 - ▶ Conditionnelle
 - ▶ ...

Concept 6 – La représentativité

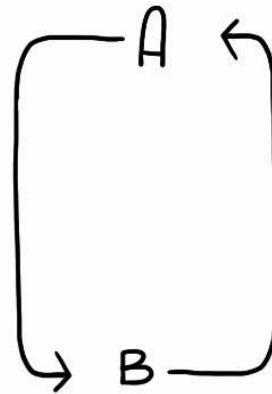
TYPES OF SYSTEM MAPPING



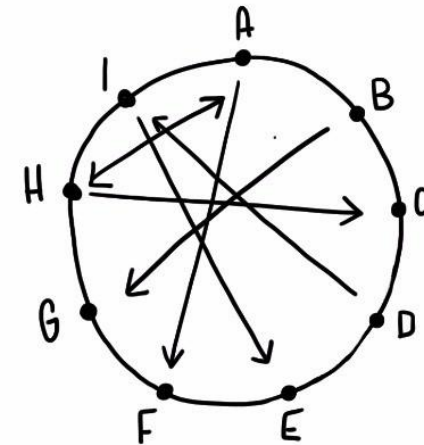
BEHAVIOUR OVER
TIME GRAPHS



ICEBERG
MODEL



CAUSAL LOOP
DIAGRAMS



CONNECTED
CIRCLES



L'émergence du „System Thinking“



Hard System Thinking

L'approche fonctionnelle

- Modélisation fortement descriptive :
 - Représentation de la réalité perçue sous la forme de systèmes dynamiques
 - Autorise une prédiction d'évolution dynamique du système
 - Autorise une identification des forces et faiblesses d'un système



Soft Systems Thinking

L'approche interprétative

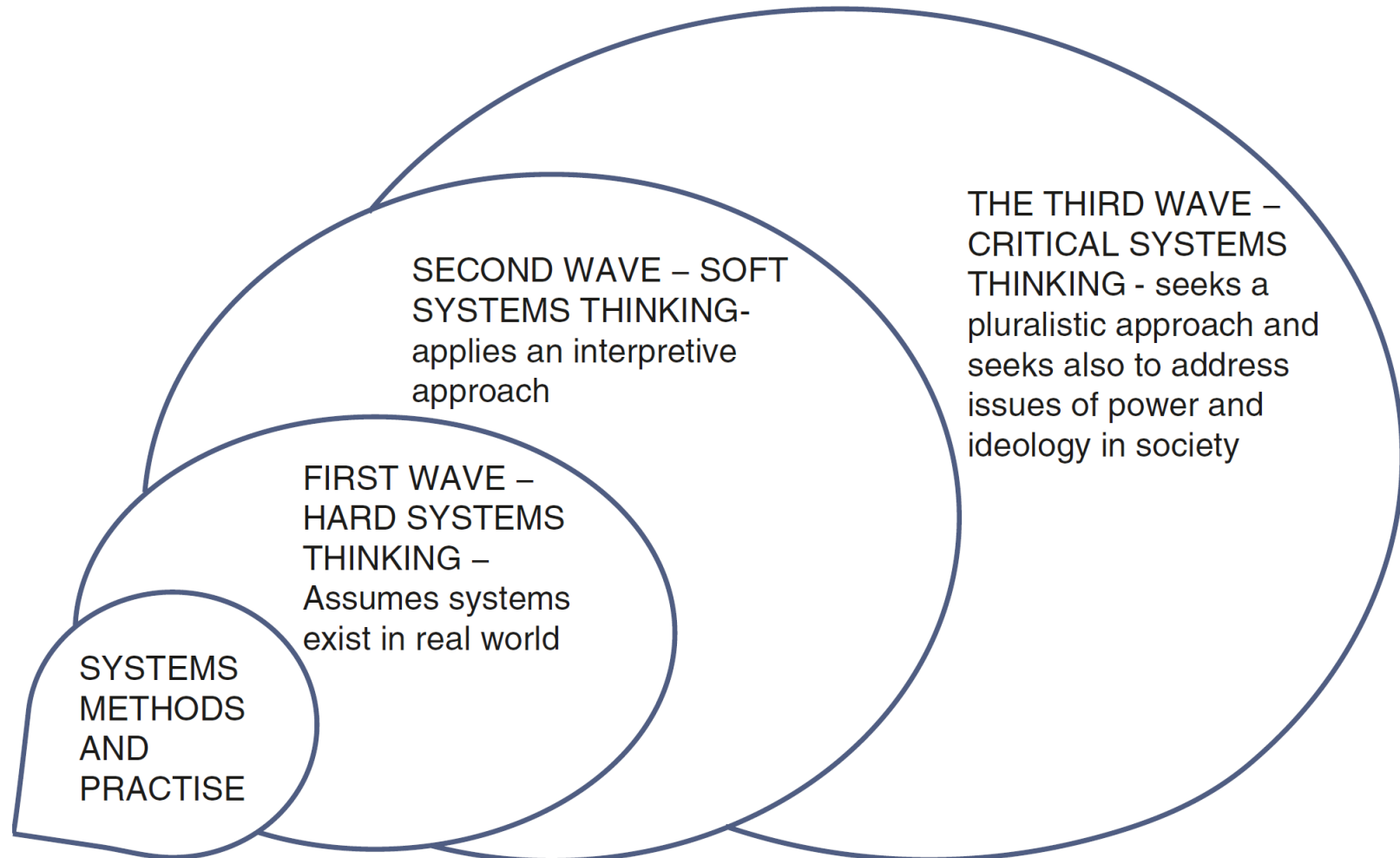
- Plus de focus uniquement sur l'aspect fonctionnel
- Prise en compte d'autres perspectives
- Abandon d'un système de l'ensemble des systèmes méthodologiques
- Définition de « Vue Système » représentant des projections sur des dimensions particulières du système
- Approches multiméthodologiques
- Supporte l'analyse mais aussi l'évolution d'un système



Critical Systems Thinking

- Problème de la SST
 - Concurrence des modèles et méthodologies et cohérences entre ceux-ci
- Solution
 - Tentative d'unification des différentes approches
 - Introduction d'une contextualisation

Les trois phases en un schéma



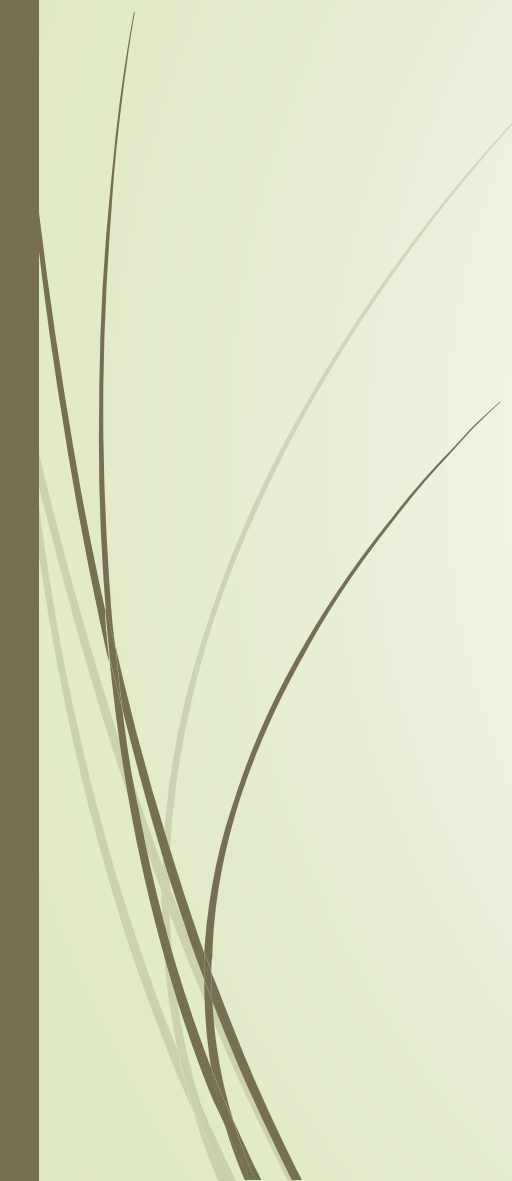
Credits : Jackson & Midgley



Mise en oeuvre du „Thinking System“



A quoi sert l'approche système ?

- Identifier le système
 - Appréhender les propriétés
 - Expliquer le comportement des propriétés et du système en sa globalité
 - Expliquer l'évolution du système
 - Evaluer la pertinence des changements, d'une rupture
- 

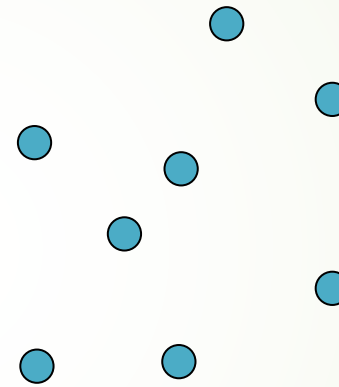


Mettre en oeuvre le „Thinking System“

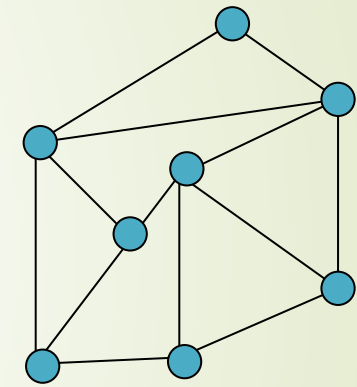
- Comprendre les interactions d'un système
 - Qui de dépend de qui
 - Qui cause quoi
 - Quels sont les flux informationnels
 - Quelles sont les décisions
 - Comment mobiliser les ressources
 - Comment intervenir et organiser (orchestrer) les actions

Comment exprimer les relations ?

- Solution 1: Graphe relationnel
 - Modélise les dépendances
 - Modélise la causalité
 - Modélise les flots d'information
 - Prise en compte des dimensions spatiales et temporelles

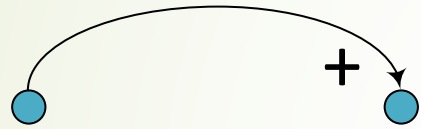


Déconnecté

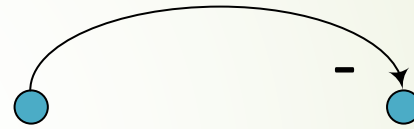


Interconnecté

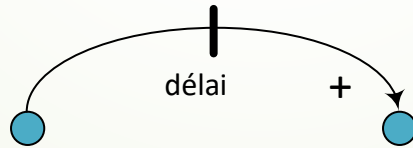
Identification de la causalité



Lien de causalité positive

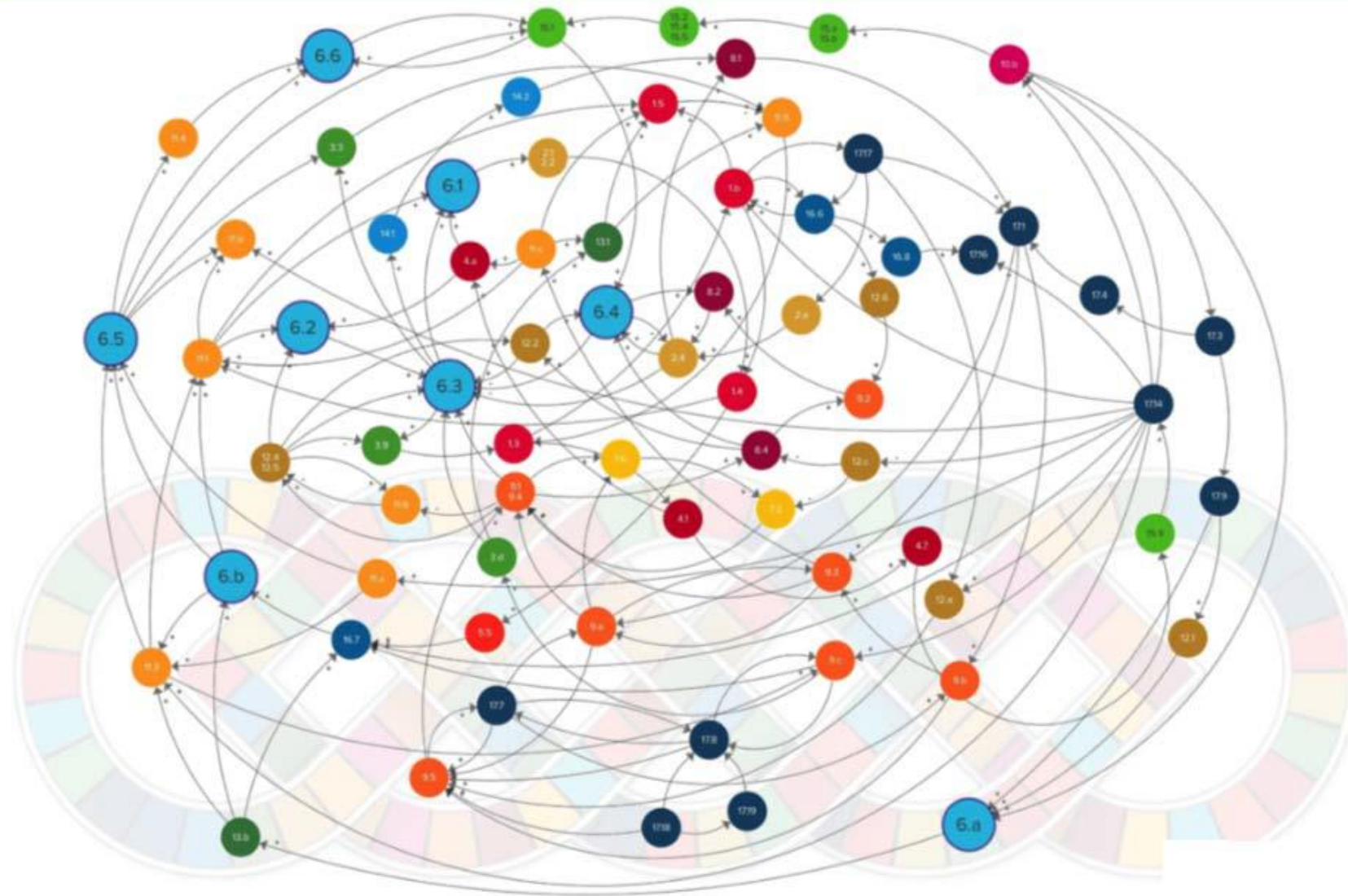


Lien de causalité négative



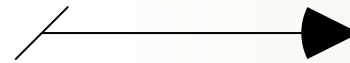
Lien de causalité positive avec délai

Developing Causal Loop Diagrams

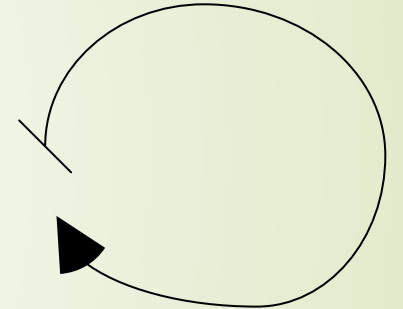


Des relations à la dynamique du système

- Identification des boucles de contrôle
- Identification de la nature des feedbacks

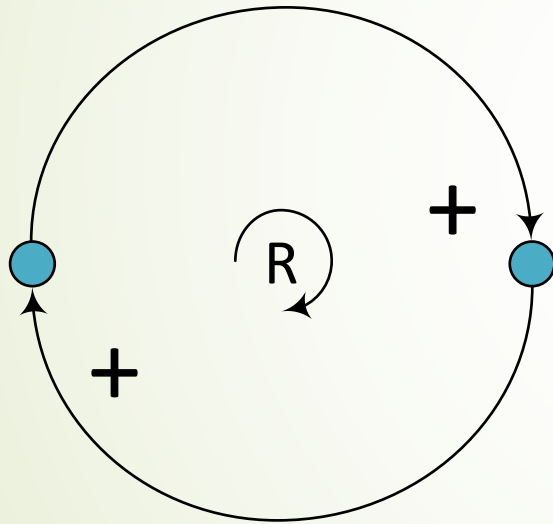


Dirigé

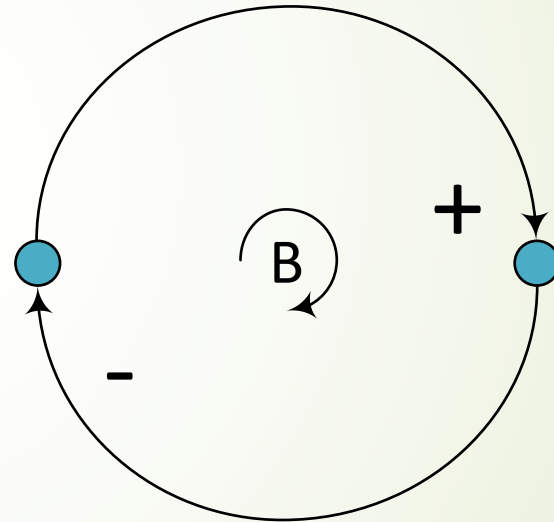


Rebouclé

Indentification des boucles amplifiantes ou stabilisantes un système



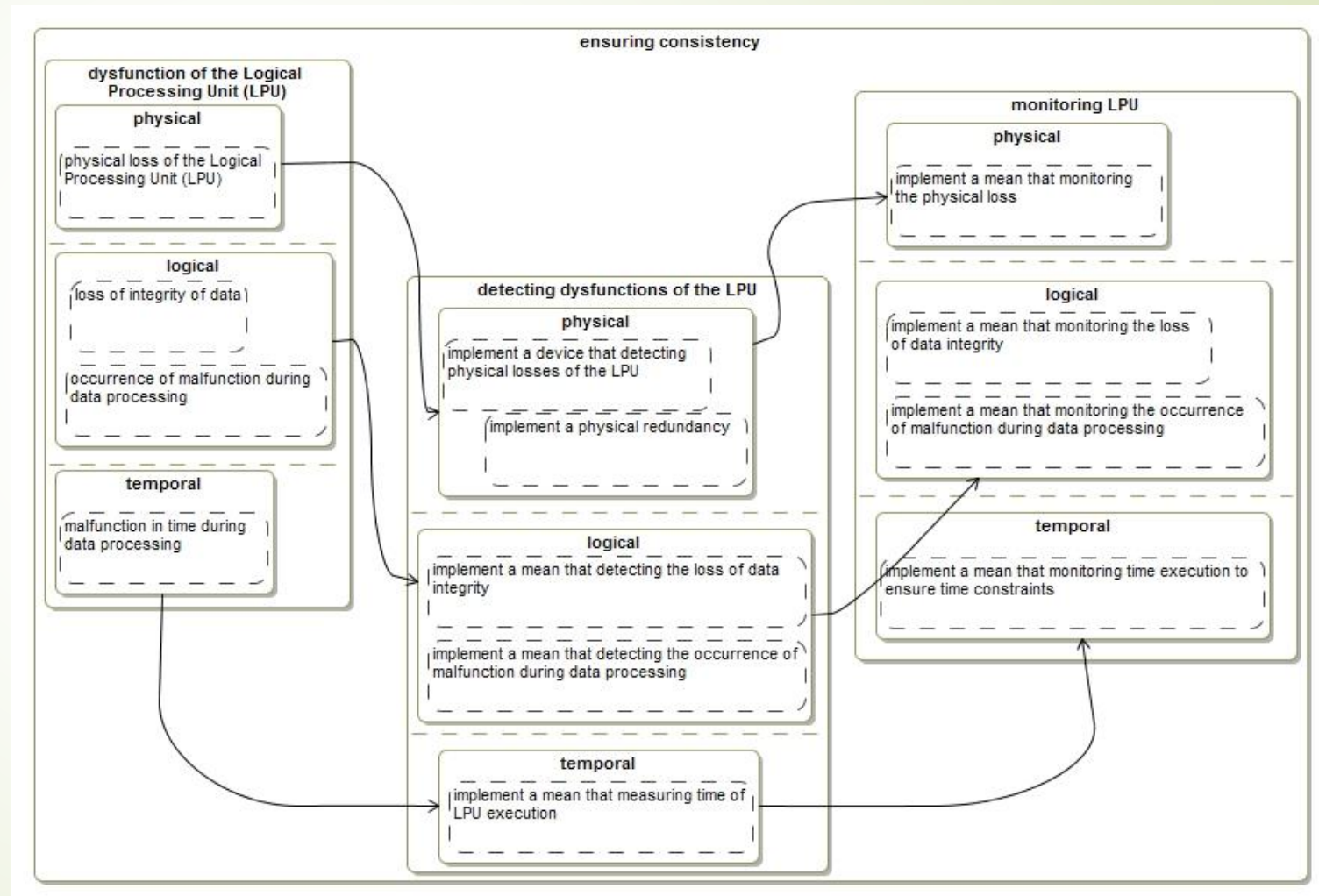
Boucle amplificatrice



Boucle stabilisatrice

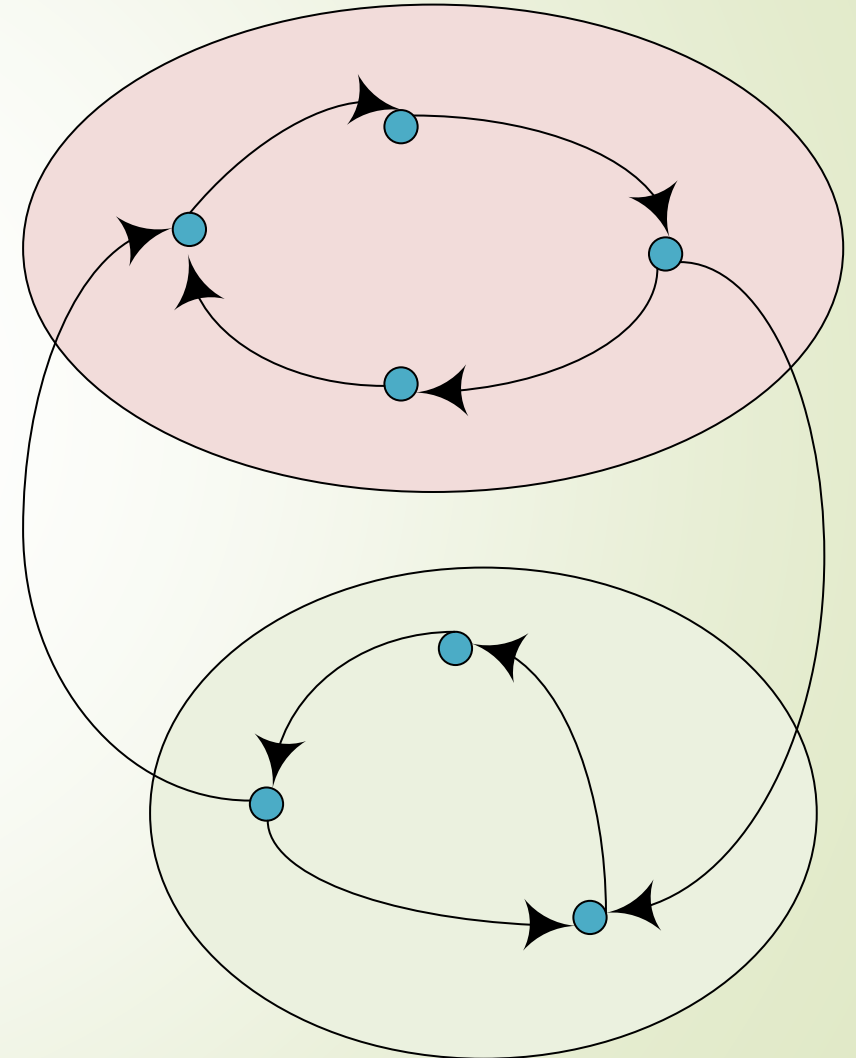
Identifier les différentes vues et projeter sur les vues

- Identifier la nature des éléments
- Identifier la nature des relations
- Projeter sur les différents plans (vues)



Clusterization & Emergence

- Identification des sous-ensembles
- Hiérarchisation
- Génération des relations entre clusters
- Identification des fonctions/comportements émergents



Maitriser la complexité

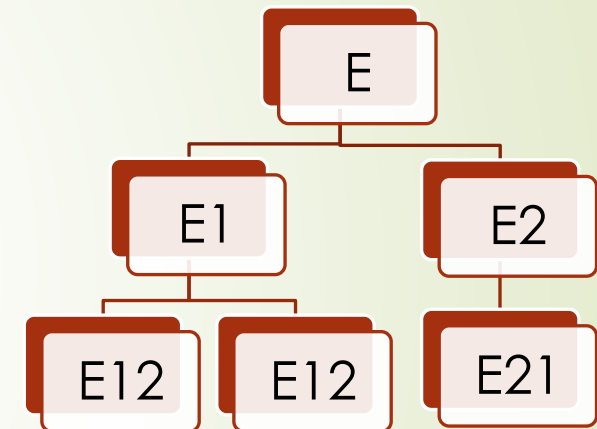
La complexité interne (Dvorak, 2009)

- La complexité des fonctions à réaliser
- L'environnement d'exploitation
- La criticité

La complexité externe

- La nouveauté
- Le temps de développement
- L'équipe
- La maturité organisationnelle
- Les outils

➤ Décomposition hiérarchique



➤ Quid des « nœuds »

- Soit des fonctions « function trees »
- Soit des composants « product trees »
- Soit une combinaison des deux.



Appliquer le „Thinking System“ à la Mobilité Electrique

► Objectif :


- Appréhender l'impact de la mobilité électrique de manière systémique
- Mettre en oeuvre les outils du „System Thinker“
- Comprendre la notion de multidisciplinarité/transdisciplinarité
- Appréhender l'intérêt du „Thinking System“ pour l'ensemble des métiers:



Déroulement de la séance de Brainstorming par groupe

- ▶ 4 Groupes travaillant sur l'analyse de l'impact de l'électrification selon des regards différents :
 - ▶ Groupe A : Analyse au regard des acteurs responsables de la conception et la réalisation des véhicules
 - ▶ Groupe B : Analyse au regard des acteurs responsables de l'aménagement du territoire et de la ville
 - ▶ Groupe C : Analyse au regard des acteurs responsables de la fourniture de l'énergie
 - ▶ Groupe D : Analyse au regard des fournisseurs de nouveaux services.

Environ 45 minutes de travail



Confrontation des résultats des séances de brainstorming

- Phase 1 : Présentation en 5 minutes des résultats d'analyse
- Phase 2 : Compréhension des interactions entre les différents modèles proposés

NB : l'objectif n'est pas d'avoir un modèle complet de l'impact de la mobilité électrique sur la mobilité mais d'appréhender les interdépendances, la capacité d'agir des uns et le besoin de rétro-action des autres acteurs.