## UCL

Université catholique de Louvain



# Moving from intervention to system development evaluation: Analyzing complex situations with system thinking tools

Jean Macq, Hedwig Deconninck, Nathalie Ribesse Jean.macq@uclouvain.be



### **Exemples:**







### Exemple: Hospitalisation à domicile extrait de KCE

- « L'hospitalisation à domicile (HAD) consiste à délivrer à domicile des soins spécialisés qui ne sont normalement délivrés qu'à l'hôpital, comme par exemple certaines chimiothérapies anticancéreuses, certaines antibiothérapies intraveineuses, certains soins pédiatriques, etc.
- C'est donc un concept différent de celui des « soins à domicile », qui sont des soins de nursing classiques prodigués à domicile.
- Le concept d'hospitalisation à domicile (HAD) s'inscrit dans la tendance actuelle à raccourcir les durées de séjour à l'hôpital, voire à éviter l'hospitalisation.
- Il correspond aussi aux préférences de beaucoup de patients qui souhaitent, dans la mesure du possible, recevoir des soins dans leur environnement familier.
- Une série de projets sont finances en Belgique pour tester cette nouvelle modalité d'offre de soins »



- « Le projet "Appui au Renforcement des Départements et Zones Sanitaires du Mono Couffo et de l'Atacora Donga - PARDZS"
- Le PARZS.. A été.. « Mis en œuvre du 1er octobre 2010 au 30 septembre 2014,... et a contribué à renforcer la qualité de l'offre des soins, la gestion et la gouvernance du secteur au niveau local dans les zones appuyées. »
- « Jusqu'à présent au niveau des ZS on a privilégié l'action, l'opérationnalisation des stratégies provenant du niveau central via les directions départementales de la santé (DDS) à tel point qu'il n'existe pas de cadre formel de réflexion et d'analyse régulière, systématique, encore moins de documentation, ni de feedback vers le niveau central des expériences basées sur des évidences. »



- « Dès le démarrage du PARZS en 2010, le Ministère de la Santé a accordé aux cinq ZS du projet, le statut de «ZS pionniers», donnant aux Equipes d'Encadrement des Zones Sanitaires (EEZS) concernées la marge de manœuvre nécessaire pour mener des activités dans le cadre de stratégies et systèmes novateurs. »
- « D'où l'initiative de l'EEZS de Klouékanmè-Toviklin-Lalo (KTL) à mettre en place une équipe dite «innovante» en janvier 2012. »
- « Elle constitue un cadre d'approfondissement des réflexions, d'échange d'expériences pour améliorer le fonctionnement de la zone. Elle soutient les efforts de capitalisation des expériences de la zone. C'est aussi un creuset de partage des visions et de valeurs des différents acteurs, de plateforme pour aborder les sujets sensibles et de mobilisation de compétences extérieures. »



- « Après deux ans de fonctionnement, plusieurs résultats ont été enregistrés parmi lesquels la gestion de la référence et contre référence, la gestion des Médicaments Essentiels Génériques (MEG) qui seront abordées dans ce document. »
- Suite doc word...

Mooclab



- « Recommandations:
  - A l'Equipe Innovante de KTL
    - Présenter les produits de réflexion et les résultats de l'équipe au niveau central
    - Entretenir les différentes bases de données (RCR, Medistock,..) et les analyser périodiquement pour les prises de décisions.
- Aux autres ZS
  - Prioriser la mise en place et l'animation de leur équipe innovante.
- PASS, MS
  - Accompagner cette opportunité de double ancrage »



### Types de connaissance

Chirurgie obstétrique

"complexe"

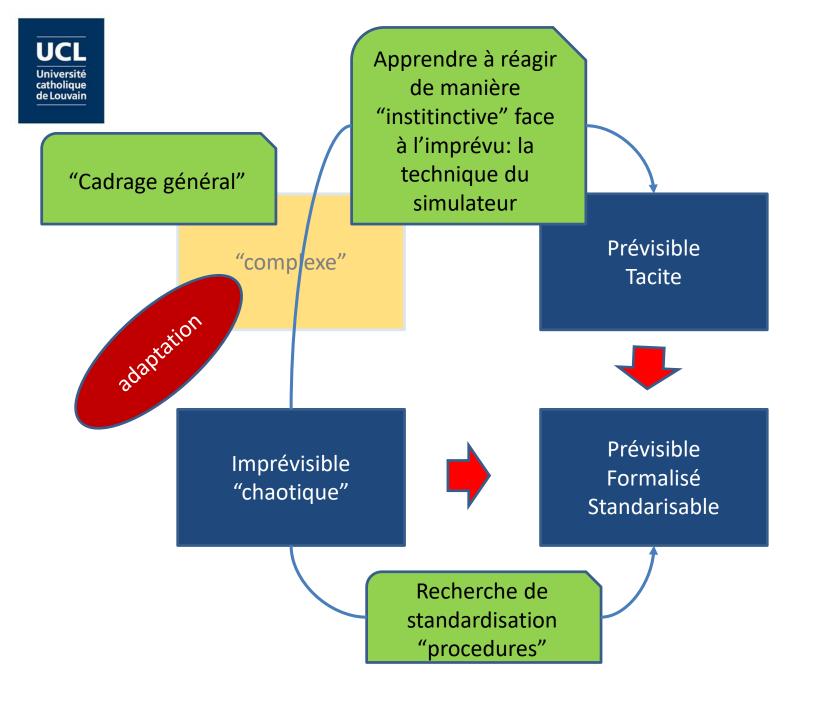
Prévisible tacite

Imprevisible "chaotique"

Previsible Formalisé(able) Standardisé(able)

Médecine de catastrophes

Médecine interne EBM





## Connaissance tacites et heuristiques cognitifs

- Heuristiques cognitifs: « are simple, efficient rules, hard-coded by evolutionary processes or learned, which have been proposed to explain how people make decisions, come to judgments, and solve problems, typically when facing complex problems or incomplete information. These rules work well under most circumstances, but in certain cases lead to systematic errors or cognitive biases." from <a href="http://www.cognitiveatlas.org/concept/cognitive\_heuristic">http://www.cognitiveatlas.org/concept/cognitive\_heuristic</a>
- Connaissances tacite: "This type of knowledge .. refers to intuitive, hard to define knowledge that is largely experience based. Because of this, tacit knowledge is often context dependent and personal in nature. It is hard to communicate and deeply rooted in action, commitment, and involvement..." de <a href="http://www.knowledge-management-tools.net/different-types-of-knowledge.html">http://www.knowledge-management-tools.net/different-types-of-knowledge.html</a>



## Intervention, programme ou système à évaluer?



#### **Structure**

- 1. Gérer le changement: Pourquoi (et quand) se centrer sur un système et pas sur une intervention?
- 2. Approche systématique pour développer une approche systémique



IRSS FSP

### Gérer le changement: Pourquoi (et quand) se centrer sur un système et pas sur une intervention?

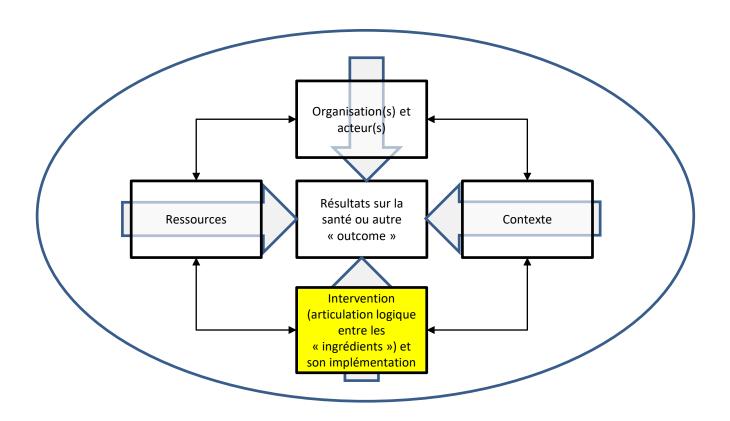
- Intervention ou système?
- Système « Soft » ou « hard »
- Heuristiques cognitifs et connaissances tacites
- Système adaptatif complexe
- Gouvernance adaptative
- Modèles nécéssaires



### Approche systémique ou recherche de l'intervention efficace?

- Intervention (complexe)
  - → il faut comprendre dans quelles conditions une intervention est efficace (ressources, ingrédients, contexte)
  - → les connaissance concernent la compréhension de l'intervention et ses conditions d'efficacité







### Approche systémique ou recherche de l'intervention efficace?

- Approche systémique
  - → il faut comprendre la dynamique du système pour pouvoir identifier l'intervention la plus pertinente à un moment donné et progressivement l'adapter en fonction de ce qu'on apprend de la dynamique d'évolution du système
  - → les connaissances concernent beaucoup plus la manière d'analyser le système (et les actions qui en découlent directement), et la compréhension des grandes règles qui le régissent plutôt que l'intervention elle-même
  - → l'étude de l'implémentation de l'intervention est une manière de comprendre les « clés » d'analyse du système



Department of Industrial Engineering and Management

Supporting service innovation via evaluation: a future oriented, systemic and multi-actor approach

Kirsi Hyytinen



A 35 Aalto University

DOCTORAL DISSERTATIONS



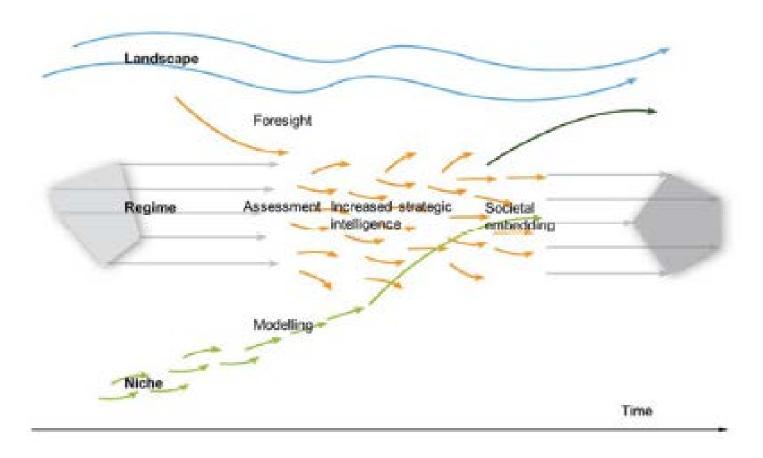


Figure 5. A multi-level framework for future oriented impact assessment (Nieminen & Hyytinen, 2015, 456; originally modified from Geels, 2002)

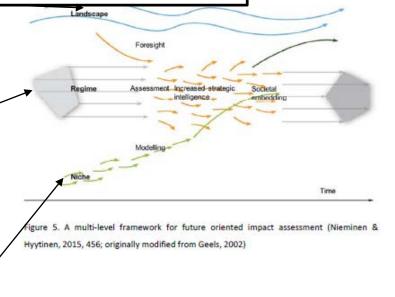


general societal values and norms, political changes, economic fluctuations, society's infrastructure etc., i.e. factors the actors at the regime level can affect a little or only indirectly. The status quo is maintained so long as there is 'compatibility' between the landscape level and regime. However, if the structures and action models in the regime are not compatible with the landscape, the regime confronts pressure from the landscape to change.

Régime = système de soins de santé= élément "conservateur" (stable)

- 1. available and used technologies;
- 2. scientific institutions and paradigms;
- 3. politics and administration;
- 4. socio-cultural values and symbols etc.; and
- 5. users and markets.

innovations and experiments taking place outside the regime. These innovations have the potential to reform or even transform the existing regime. Niche could include a small niche market, or a protected and publicly supported segment where new innovation can be developed without fierce market competition which might destroy it



Le changement est le résultat de l'interaction entre les 3 éléments



#### Il est nécessaire de changer de paradigme dans la prise de décision concernant l'organisation des services de santé

- De nombreuses situations ne sont pas "simples" mais "wicked"
- L'incertitude ne peut uniquement se gérer de manière "idéologique" ou au travers de logique statistique classique (régression linéaire) ou en considérant uniquement l'équation "une action – un moment – un contexte – des acteurs" (pas de généralisation posible..)



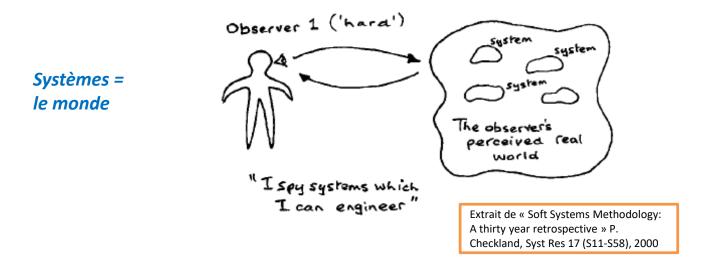
### De nombreuses situations ne sont pas "simples" mais "wicked" (ou "vagues")

- Différentes perceptions. Différentes explications possibles
- Il n'y a pas une solution finale universelle (seulement une solution acceptable pour le moment)
  - → Il est nécessaire d'envisager les différentes solutions possibles (il y a une infinité de solutions mais seules quelques unes sont possibles)
  - → Ni correcte ni fausse. Seulement bien ou mal en fonction des perceptions.
- Les décisions (et les actions) pour résoudre ces problèmes ont toujours des conséquences. Il n'est pas possible de retourner à la situation initiale sans autres conséquences.
- Ces problèmes sont souvent les symptômes d'autres problèmes



#### Pensée systémique « hard » et « soft »

- Pensée systémique « hard »:
- « Le monde peut être pris comme un ensemble de systèmes en interaction, certains d'entre eux ne fonctionnent pas bien et peuvent être réparés pour mieux fonctionner »

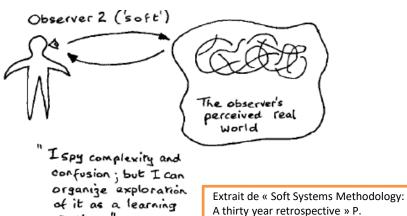




#### Pensée systémique « hard » et « soft »

- Pensée systémique « soft »:
- « Le monde peut être pris comme très complexe, problématique, mystérieux. Cependant, notre façon de l'appréhender, le processus d'investigation, peut être organisé comme un système apprenant»

Système = Processus d'investigation



Ribesse N- 10/2016- Cours approche systémique

system

Checkland, Syst Res 17 (S11-S58), 2000



### **Paradigme**

"Every situation in which we undertook action research was a human situation in which people were attempting to take purposeful action which was meaningful for them" (P. Checkland)

=> Changement de paradigme :

« problème dans un système constituant une entité physique »



« situation dans un monde réel complexe que certaines personnes, pour certaines raisons, peuvent trouver problématique

=> Apprendre sur les significations que les acteurs donnent à la situation, pour identifier de façon participative et consensuelle les changements souhaitables, souhaités et réalisables à mettre en œuvre



## Licitation d'experts, connaissance tacites et heuristiques cognitifs

- Identifier le « bon »...:
  - Qui confirment les connaissances « scientifiques » mais permettent d'agir plus rapidement
  - Générer des nouvelles connaissances (formaliser des connaissances tacites)
- ... du « mauvais »:
  - Amenant à un jugement biaisé



### De nombreuses situations ne sont pas "simples" mais "wicked" (ou "vagues")

- Différentes perceptions. Différentes explications possibles
- Il n'y a pas une solution finale universelle (seulement une solution acceptable pour le moment)
  - → Il est nécessaire d'envisager les différentes solutions possibles (il y a une infinité de solutions mais seules quelques unes sont possibles)
  - → Ni correcte ni fausse. Seulement bien ou mal en fonction des perceptions.
- Les décisions (et les actions) pour résoudre ces problèmes ont toujours des conséquences. Il n'est pas possible de retourner à la situation initiale sans autres conséquences.
- Ces problèmes sont souvent les symptômes d'autres problèmes



### Système adaptatif complexe (CAS)

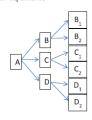
- Un ensemble de composants (ou agents):
  - Interagissant entre eux
  - Ayant chacun leur propre:
    - » Règle de comportement
    - » Responsabilités
    - » Charactéristiques
- Certain composants / agents ont une plus grande influence que d'autres mais aucun d'eux ne contrôlent le comportement de l'ensemble du système
- Interaction entre les agents est non-linéaire
- Le résultat (outcome) atteint par le système est plus que la somme des résultats atteints par chacun des composants du système. Les phénomènes observés qui en résultent sont résumés dans la dia suivante.
- Les CAS sont des systèmes recherchant l'équilibre. Les fluctuations
   « Random » sont souvent une condition pour que le système soit robuste et stable.
- La Co-évolution est une caractéristique importante: l'adaptation à l'environnement provoque des changements de l'environnement (les CAS sont des systèmes ouverts)



Table 1 Examples of phenomena in complex adaptive systems (CAS)

#### CAS phenomena

#### Path dependence



#### Definition

 Non-reversible processes have similar starting points yel lead to different outcomes, even if they follow the same rules, and outcomes are sensitive not only to initial conditions, but also to bifurcations and choices made along the way

#### Health sector examples

- Health reforms such as introduction of social health insurance or quality assurance programmes may work well in one country but cannot be simply copied to a developing country and have similar results
- Adoption of different standards for health technology in different countries

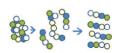
#### Feedback



Scale-free networks



Emergent behaviour



Phase transitions





- Happens when an output of a process within the system is fed back as an input into the same system:
  - Positive feedback increases the rate of change of a factor towards an extreme in one direction
  - $_{\odot}$  Negative feedback modulates the direction of change
- Structures which are dominated by a few focal points or hubs with an unlimited number of links, following a power-law distribution
- The spontaneous creation of order, which appears when smaller entities on their own jointly contribute to organized behaviours as a collective, resulting in the whole being greater and more complex than the sum of the parts
- Events that occur when radical changes take place in the features of system parameters as they reach certain critical points

- 'Vicious circles' between poverty and ill health; or malnutrition and infection
- Swings in the prices or demand for certain health services
- How standardized modes of health care delivery continue to serve the same populations, but fail to reach the poor
- Rapid pandemic disease transmission
- The persistence of slow-spreading viruses to combat eradication
- The disproportionate effect of influencing highly connected members of a sexual network on the transmission of sexually transmitted infections
- The adoption of new health practices disproportionately influenced by 'hub' individuals
- Why health workers can suddenly organize to go on strike
- How informal providers form organizations to protect practices in their trade
- 'Tipping points' in health services, leading to sudden changes in demand for health services or changes in referral patterns
- How epidemic thresholds or herd immunity develops
- Changes in collaboration-competition behaviours and referral patterns for patients within and across health facilities

#### Health Policy and Planning Advance Access published August 5, 2011

Fablished by Oxford University Press in association with The Landon School of Egypter and Trapical Medicine O The Author 2011 of highly reserved.

i Pliy od Nicely 2013-9 doi:10.069hapilca64

Understanding pathways for scaling up health services through the lens of complex adaptive systems

Ligia Paina and David H Peters\*

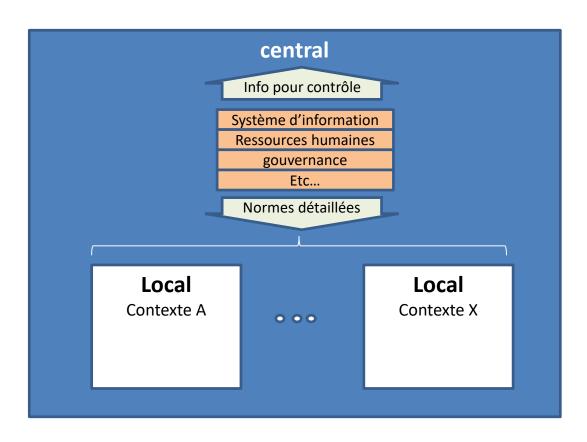


L'incertitude ne peut uniquement se gérer de manière "idéologique" ou au travers de logique statistique classique (régression linéaire) ou "une action – un moment – un contexte – des acteurs" (pas de généralisation posible..)

- Il n'est pas possible de prévoir tout dans le futur. Il est néanmoins possible de décider à un niveau "micro" et "macro"
- Les décisions acceptables sont les décision qui prennent en compte les perceptions, interactions et mécanismes de contrôle de parties prenantes

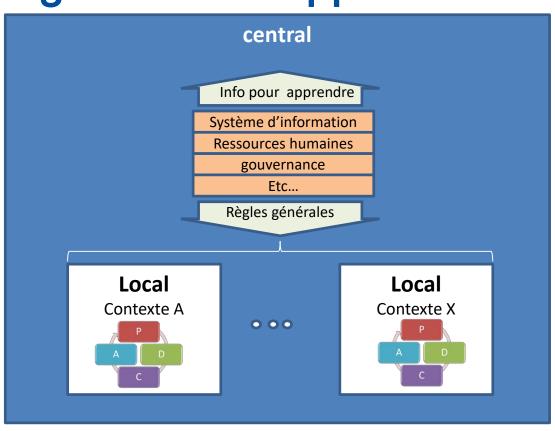


### Bureaucratie mécaniste



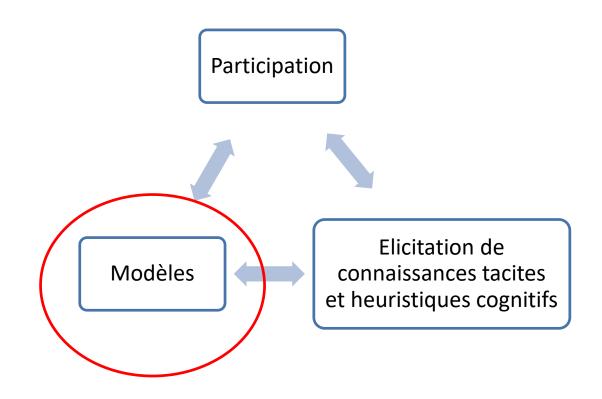


# Système complexe adaptatif, gouvernance adaptative et organisations apprenantes





### Comment faire emerger des connaissances utiles par rapport à des situation "wicked"?





#### IRSS FSP

## Approche systématique pour développer une approche systémique

- Décrire une dynamique dans un contexte donné (histoire et BOTG)
- Ontologie → carte conceptuelle
- Perspective macro → diagramme en boucle causale
- Perspective micro → modèle multi-agent



### Etapes dans la construction des

modèles

Décrire le système au travers d'une « hisoire »

Disseminer et transférer l'appropriation du modele BOTG réfléchir aux évolution dynamiques du système en fonction d'une caractéristique

Analyser les résultats pour recommender des politiques (carte conceptuelle) Conceptualiser le système

Construire le diagramme

Identifier les variables d'importance

Établir les liens dans les cercles de connexion

Source: adapted from Peters et al 2016



IRSS FSP

# Approche systématique pour développer une approche systémique

- Décrire une dynamique dans un contexte donné (histoire et BOTG)
- Perspective macro 

   diagramme en boucle causale
- Perspective micro → modèle multi-agent



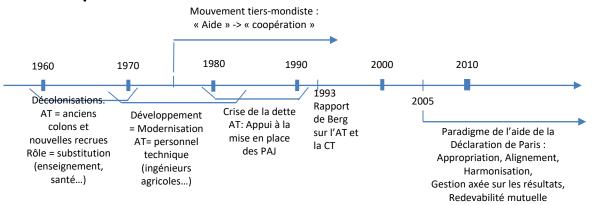
### **Graphique BOTG**

- BOTG = « behaviour over time graph »
- Décrire le « comportement » du système au cours du temps.
- Une représentation visuelle de la perception des acteurs / parties prenantes et pas nécessairement un graphique avec des données empiriques quantifiées.





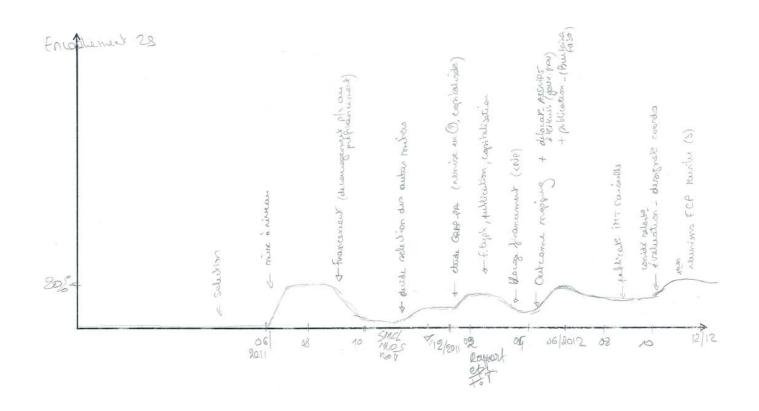
 Identifier les évènements et repères temporels sur une ligne du temps



• Choisir une ou plusieurs variable(s), et raconter graphiquement son évolution dans le temps



### **Behavior Over Time Graph (BOTG)**



Ribesse N- 10/2016- Cours approche systémique



IRSS FSP

# Approche systématique pour développer une approche systémique

- Décrire une dynamique dans un contexte donné (y inclus BOTG)
- Ontologie → carte (mentale) conceptuelle
- Perspective macro 

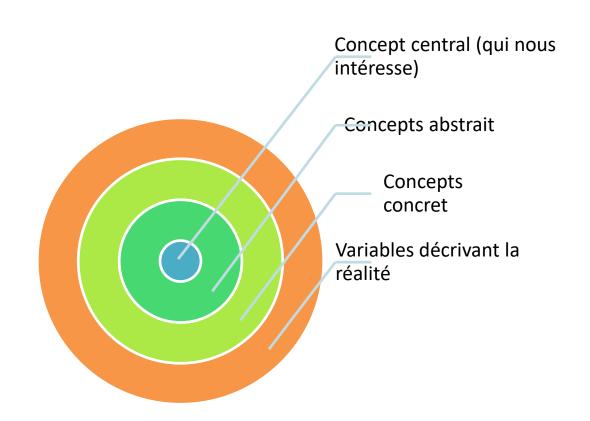
   diagramme en boucle causale
- Perspective micro → modèle multi-agent



# Carte mentale - conceptuelle: partager

- Il s'agit d'une représentation visuelle d'informations
- Aide à structurer et organiser l'information: Lier les concepts théoriques (abstraction) avec des informations (éventuellement manquantes) du contexte
- Une manière de faire: commencer par un nœud central (la question centrale – concept central abstrait que l'on se pose) et « radie » avec des détails du nœud central pour faire lien avec des données empiriques.
- On peut rajouter des liens logiques entre les noeuds
- Peut être fait à la main ou en utilisant des programmes informatiques disponibles online



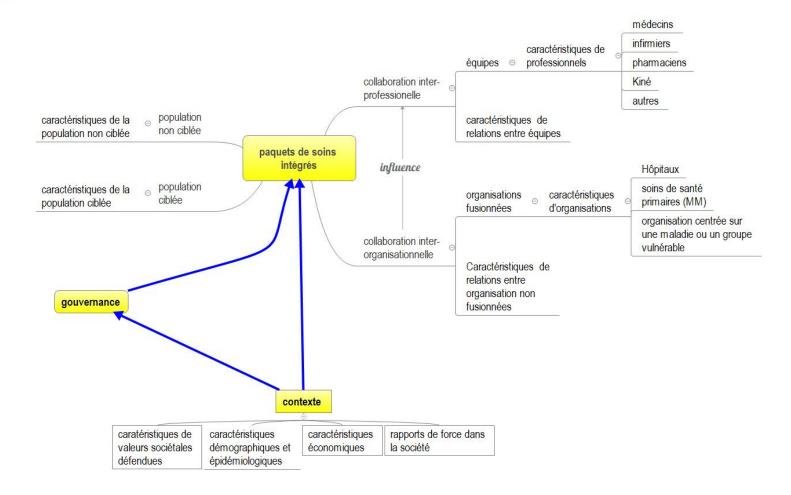




## Intégration: soins intégrés

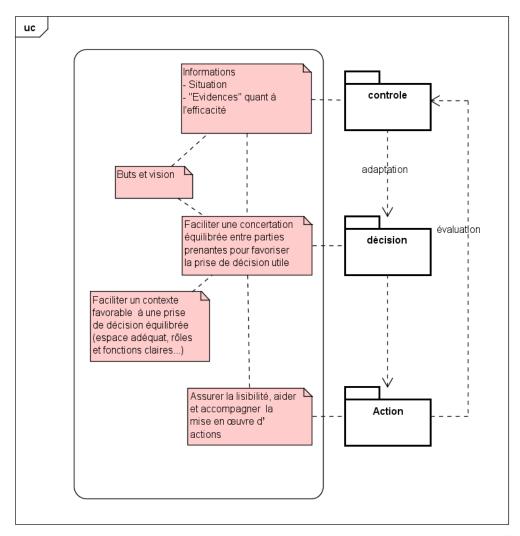
• "Les soins intégrés sont des soins gérés et offerts de telle manière que cela permette aux personnes de recevoir un continuum de promotion de la santé, de prevention de maladies, diagnostic, traitement, gestion de maladie, revalidation et soins palliatifs aux différents niveaux et endroits où sont prestés les services, en function de leurs besoins tout au long de leur vie." (2015 – WHO global strategy on people-centred and integrated health services).





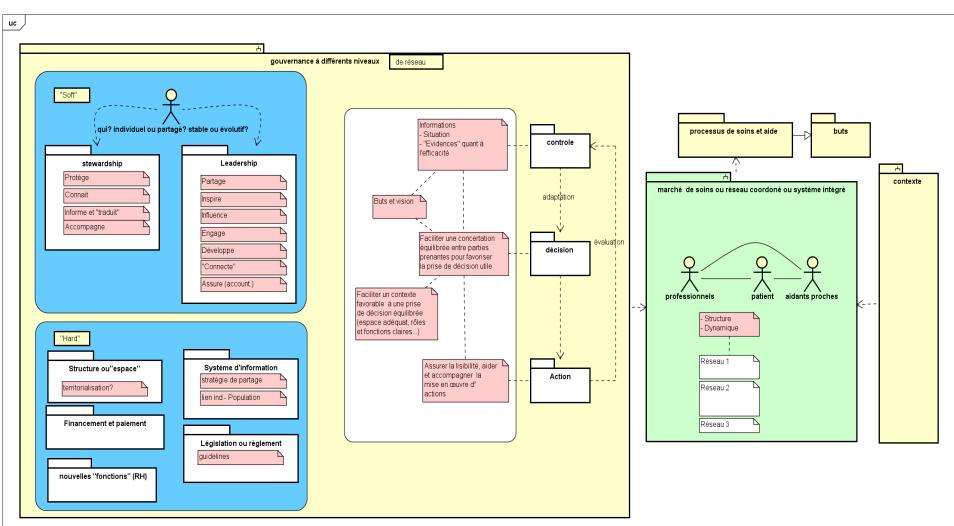


# Gouvernance: quoi?





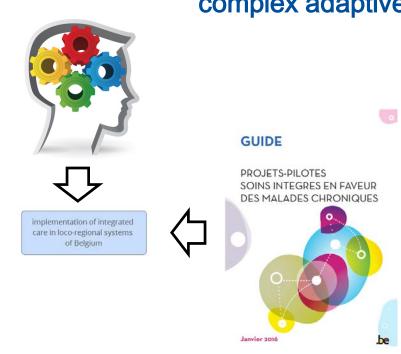
## Gouvernance: comment?





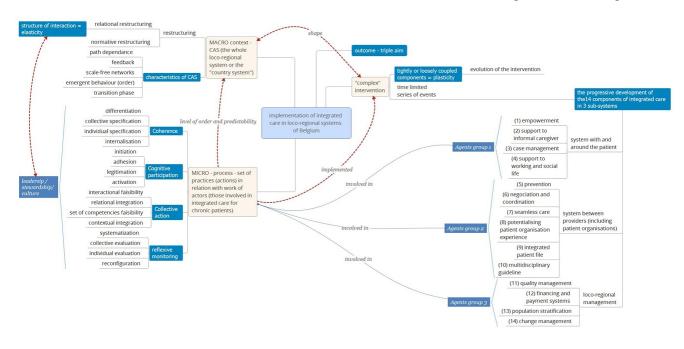
Mind map of Implementation « components » for integrated care for chronic diseases in Belgium inspired from May C. and complex adaptive theory







# Mind map of Implementation « components » for integrated care for chronic diseases in Belgium inspired from May C. and complex adaptive theory





#### IRSS FSP

# Approche systématique pour développer une approche systémique

- Décrire une dynamique dans un contexte donné (y inclus BOTG)
- Ontologie → carte conceptuelle
- Perspective macro 

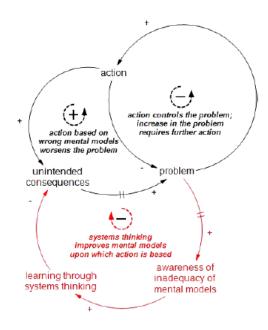
   diagramme en boucle causale (inspiré de H. Deconnink)
- Perspective micro → modèle multi-agent



#### Utilising Systems Thinking for Sustainable Consumption: How Participatory Systems Mapping Achieves Four Types of Insight

Michal Sedlacko<sup>1</sup>\*, Andre Martinuzzi<sup>1</sup>, Inge Røpke<sup>2</sup>, Nuno Videira<sup>3</sup>, Paula Antunes<sup>3</sup> and Francois Schneider<sup>4</sup>

#### Graphical abstract





# 1. Diagramme de boucles causales: outil de modélisation issue de la dynamique des systèmes

Outils adaptés à conceptualiser (en regardant le système « d'en haut ») la structure dynamique d'un (problème issu du) système de santé qui est complexe, pour maximaliser les synergies et mitiguer des impacts négatifs:

- → Auto-organisation
- → Changement constant (in / out flux)
- → Non-linearité
- → Boucles de rétroaction
- → Les intervalles de temps entre les inputs et les résultats
- → Connexions et interactions
- → Conséquences inattendues



### But des diagrammes de boucle causale

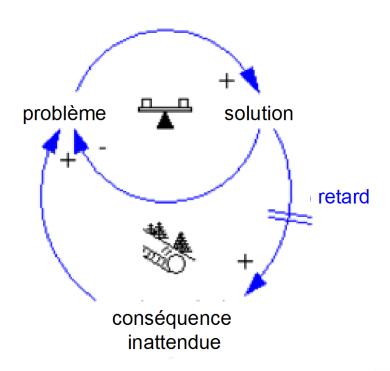
Une méthode utilisée à étudier la dynamique d'un système, pour développer une conceptualisation qualitative d'un système

- Focus sur "expliciter", la visualisation, des modèles mentaux internes et de documenter les hypothèses
- Peut aider à rassembler des perspectives et des données provenant de différentes disciplines
- Facilite la construction d'un consensus, un engagement participatif, un remueméninges (brainstorming)
- Représentation de la structure et des processus où la rétroaction existe
- Identification des lacunes dans les données qui doivent être remplis
- Outil de communication le diagramme n'est PAS une simulation
- Le processus est important, peut-être plus important que le diagramme lui-même

Source: Peters et al 2016



### 2. Construire le diagramme de boucles causales





# Conventions de langage des diagrammes de boucles causales

Source: Sterman 2000, Peters et al 2016

L'histoire décrire l'histoire (avec des limites) et BOTG

Variables A B (etc.) résultant directement de l'histoire ou du travail conceptuel

Causalité assigner un lien causal unissant 2 variables avec une flèche qui indique la direction

de l'influance

A B si A change, B change

Polarité assigner une polarité positive ou négative: si la variable initale augmente (ou

diminue), la variable influencée change dans la même direction (positive) ou la

direction opposée (négative)

la polarité de la flèche est + (similaire S), un changement dans la même direction la polarité de la flèche est - (opposée O), un changement dans la direction opposée

#### Boucle de rétroaction

R (renforcement): une boucle de rétroaction qui amène à renforcer le comportement

la boucle renforce l'effet de causalité positif (virtueux) ou négatif (vicieux)

A (amortissement): une boucle de rétroaction qui amène à rééquilibrer le comportement

la boucle neutralise l'effect

« un nombre impaire de polarité opposée = une boucle équilibrant »

Délais

A

l'effet de A sur B a un retard

Cercles dans le/contre le sens des aiguilles d'une montre:





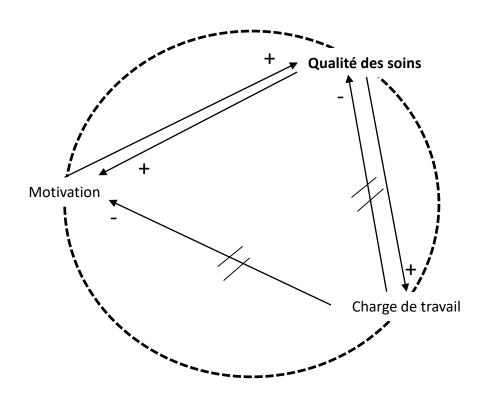


## « carte » conceptuelle simpliste

Motivation Qualité des soins Charge de travail

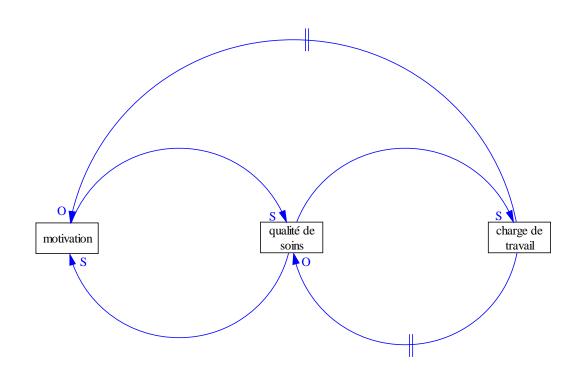


## Cercle de connexion



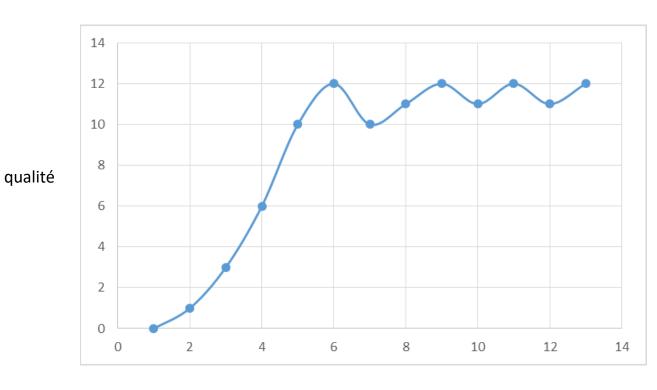


# Diagrammes en boucle causale





# **BOTG**



temps



### Construire un diagramme en boucle causale

#### Étapes:

- 1. Partant de la carte conceptuelle, définir la question centrale de recherche évaluation
- 2. Identifier une ou des variables qui permettent de mesurer un changement observable en relation avec la question centrale
- 3. Identifier les facteurs (et processus) qui influent sur la (les) variable(s) en relation avec la question centrale (liste)
- 4. Pour chaque variable (en utilisant le cercle de connexion)
  - 1. Vérifier le lien causal, et définir dans quelle direction la variable évolue : S (+) ou O (-)
  - Demander si le lien de causalité est logique (en réfléchissant aux changements attendus avec le BOTG)
  - 3. Rayer la variable utilisée dans la liste et identifier la prochaine variable qui provoque le changement
- 5. Répéter les étapes et essayer de fermer la boucle en attention regardant les chaînes logiques (limites fixées)
- 6. Si des problèmes ou des désaccords en suspens: discuter et résoudre ou ajouter au stationnement, et de discuter plus tard
- Document où les données (relations) proviennent en l'absence de données physiques: discuter avec les participants pour arriver à une hypothèse de causalité
- 8. Conclure: regarder la logique du schéma de boucle et de discuter à nouveau, résumer le résultat, demander derniers commentaires

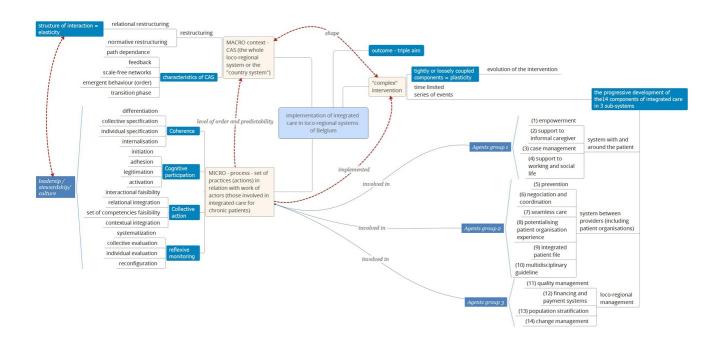


### Construire un diagramme de boucle causale

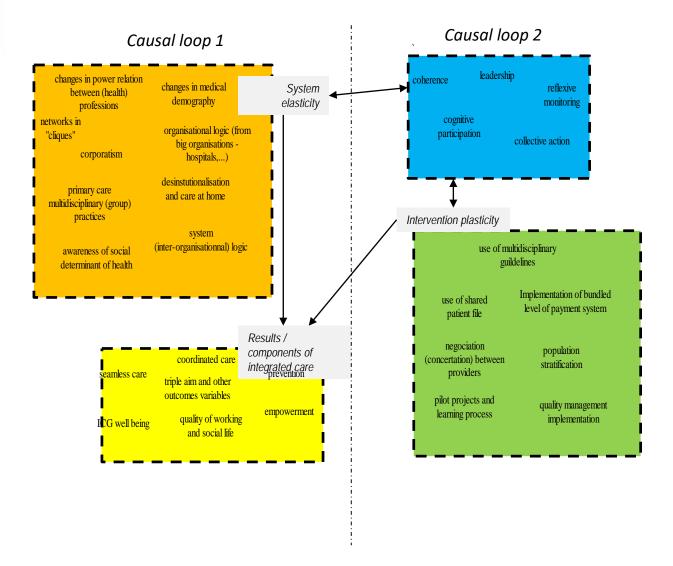
## Exercice un peu plus élaboré



Mind map of Implementation « components » for integrated care for chronic diseases in Belgium inspired from May C. and complex adaptive theory

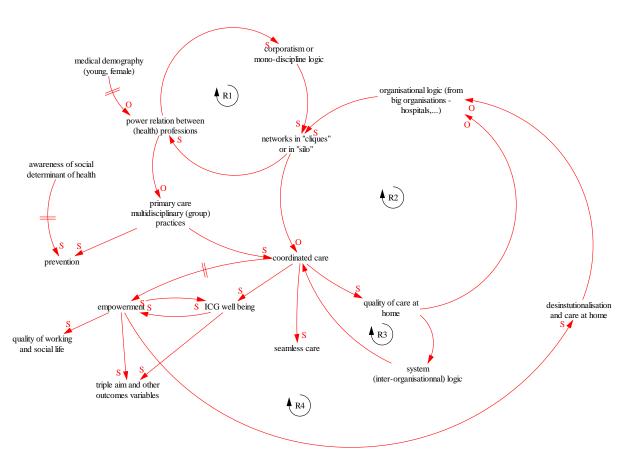








### Causal loop 1





### **BOTG?**

- Soit on décompose le diagramme en bout
- Soit commencer un travail de « system dynamics » formel → Vensim

https://forio.com/simulate/brownssdl/health-services-2/run/#p=page5

65



### Discutter le résultat final

- 1. Que signifie le diagramme de la boucle causale? Est-ce que l'effet est souhaitable ou indésirable?
- 2. Quels autres variables seraient utiles à inclure?
- 3. Quels facteurs pourraient influencer les retards?
- 4. Où et pourquoi intervenir?
- 5. Proposer des scenarios d'interventions en décrivant les effets



### Considérations

## Rigueur et fiabilité:

De la même façon que lors de l'utilisation des données primaires (transferabilité/cessibilité, fiabilité, confirmabilité, crédibilité)

## Validation par les parties prenantes:

- Décomposer boucles causales pour la lecture et l'évaluation facile
- Tester la clarté du modèle
- Tester la représentation précise des relations
- Documenter d'où viennent les données et continuer à assurer la rigueur

Source: Adapted from Peters et al 2016



### Les sources des données

- 1. Litérature
- 2. Données secodnaires
- 3. Données primaires

Qualitatives

Quantitatives

4. Processus participatif et itératif

Source: Adapted from Peters et al 2016



### Les forces

Fournit une vision intégrée des systèmes grâce à l'illustration des modèles mentaux internes

Révèle des rétroactions et des domaines potentiels pour une exploration plus poussée

Complete l'assortiment "traditionnel" de l'analyse des données

- Rend l'utilisation des données disponibles
- Permet d'élaborer des théories, des hypothèses des relations non testées
- Permet d'élaboration des scénarios, d'identifier les décisions politiques qui pourraient influencer sur la rétroaction, les relations

Si développé de manière participative

- Facilite la recherche de consensus et de remue-méninges, la compréhension partagée, propriété
- Peut aider à engager les parties prenantes et de rassembler des perspectives et des données provenant de différentes disciplines
- Peut servir de base pour la modélisation quantitative

Source: Peters et al 2016



### Les faiblesses

#### Généralisable

le diagramme seul ne peut pas capturer le contexte

#### Le développement participatif contestant

- les perspectives et les hypothèses énumérées dans le diagramme sont/pourrait être les résultats des relations de pouvoir
- la tension des multiples façons pour encadrer le système

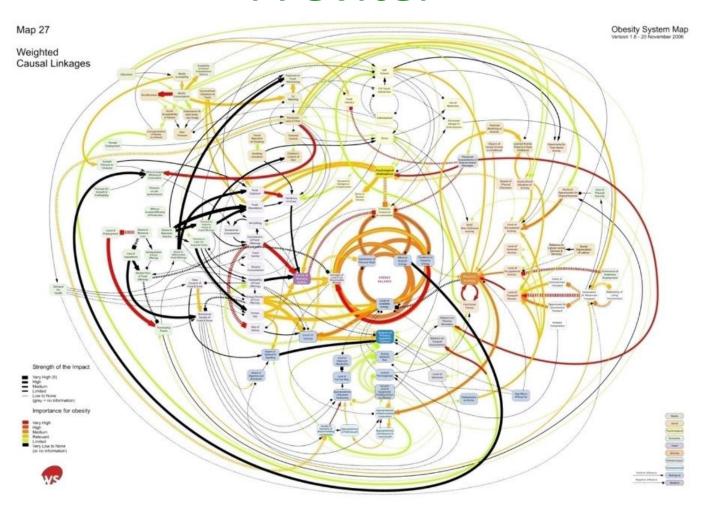
#### Problèmes avec le diagramme même

- le diagramme est nécessaire, mais pas suffisant : on a besoin d'un narrative et de documenter des hypothèses
- les variables, les relations, la polarité peut être ambiguë
- des facteurs ou de liens de causalité manquants en raison d'absence de données
- des relations non causales
- la validation / vérification / rigueur est délicate et demande du temps
- les diagrammes spaghetti

Source: Peters et al 2016



# A éviter





### 6. Vensim PLE®

Logiciel gratuit, très simple (en Anglais), pour PC et MAC :

A télécharger ici

Ou à me demander une copie (sur la clé usb)

Source: Adapted from Peters et al 2016



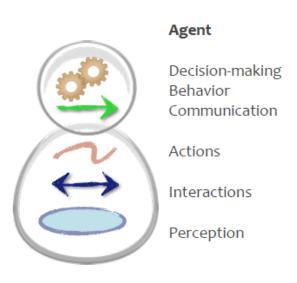
IRSS FSP

## Approche systématique pour développer une approche systémique

- Décrire une dynamique dans un contexte donné (y inclus BOTG)
- Ontologie → carte conceptuelle
- Perspective micro → modèle multi-agent



# Caractéristiques d'un agent (extrait de MISS-ABMS course)

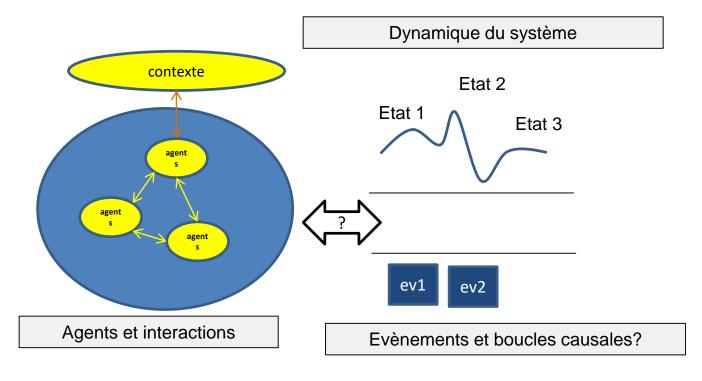


#### Exemples d'agents:

- Une personne
- Un ordinateur
- Le pilote automatique d'un avion
- Un groupe de personnes
- Une organisation



### Approche méthodologique générale





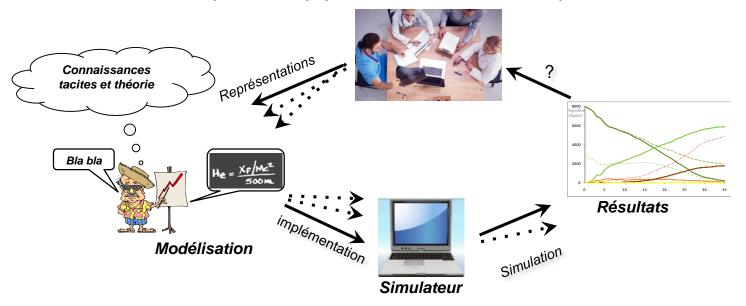
#### P.A.R.D.I

- Problème ou une question précise
- Agent (états)
- Ressources
- Dynamique (processus)
- Interactions



#### Le modèle et la simulation:

importance to pay attention to the model description



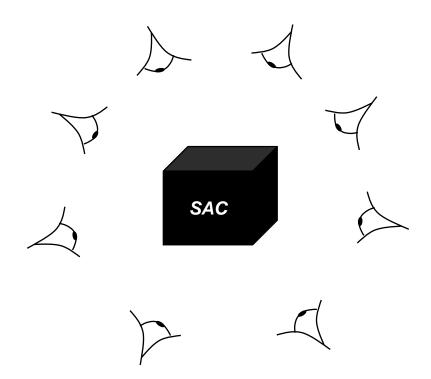
- 1 système => plusieurs représentations possibles (constructivism)
- 1 modèle => plusieurs implémentations de simulation
- 1 simulation => plusieurs résultats





## Les diagrammes UML = différentes perspectives d'un même objet

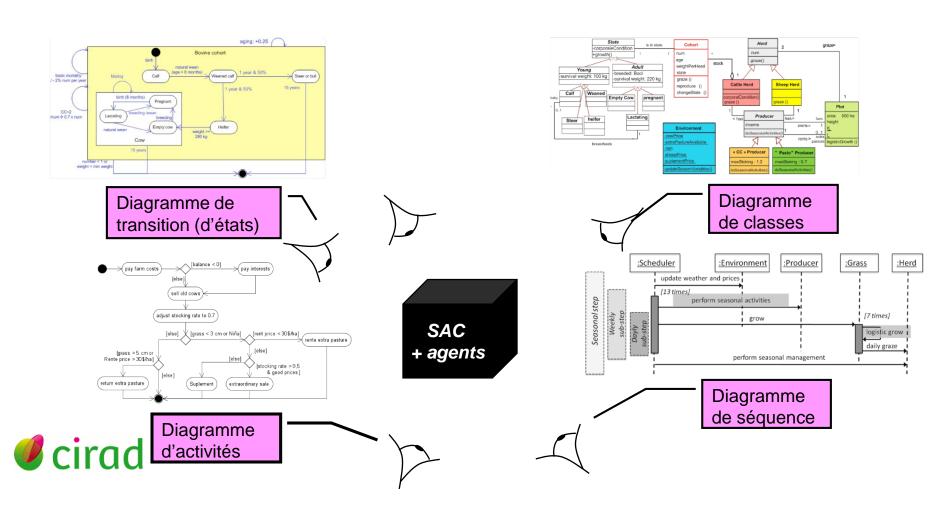
- Un SAC (système adaptatif complexe) est un objet complexe
  - Besoins de plusieurs diagrammes pour le décrire



**cirad** 

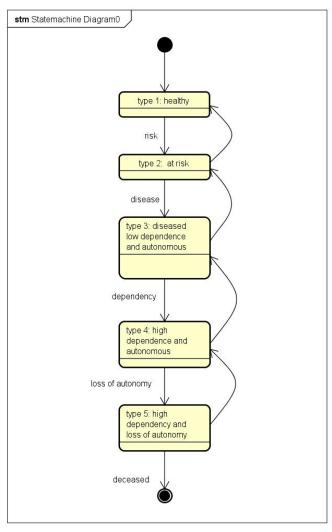


## Les modèles UML = différentes perspectives d'un même objet



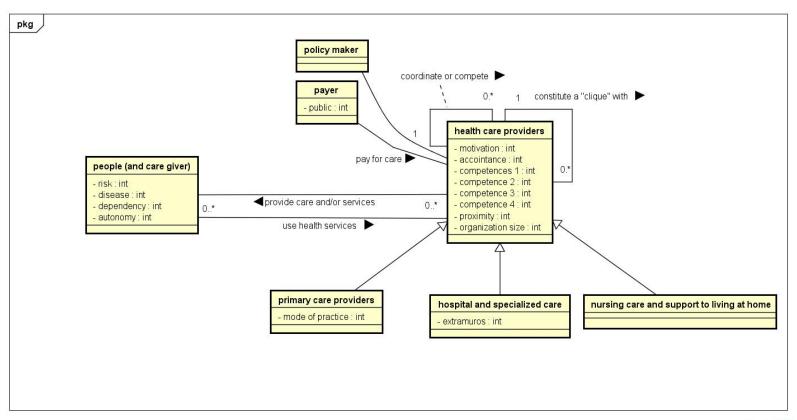


### Modèle d'états



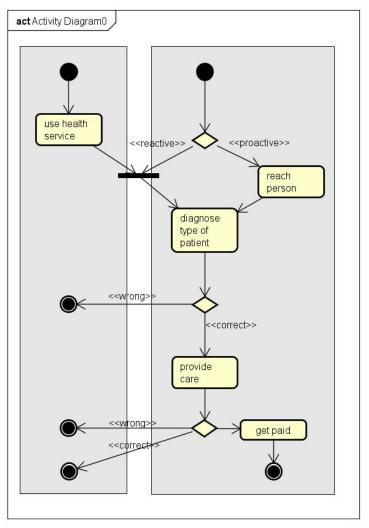


#### Modèle de classe



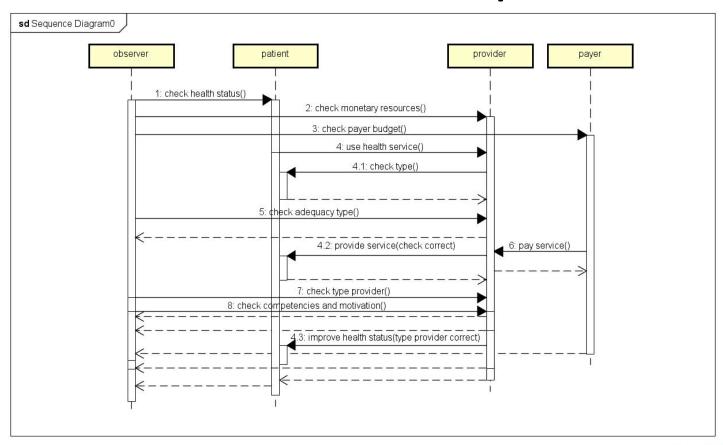


### Modèle d'activité

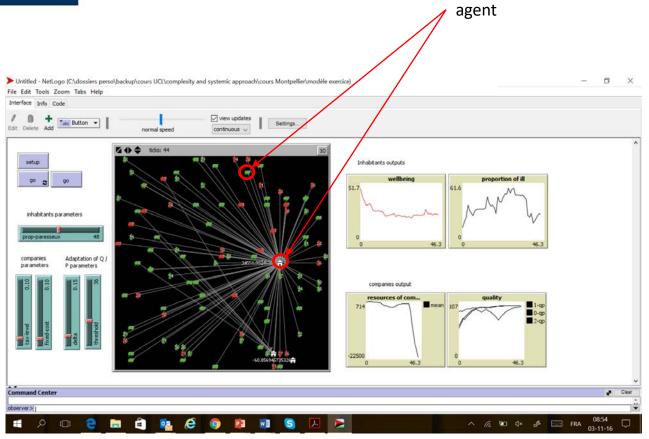




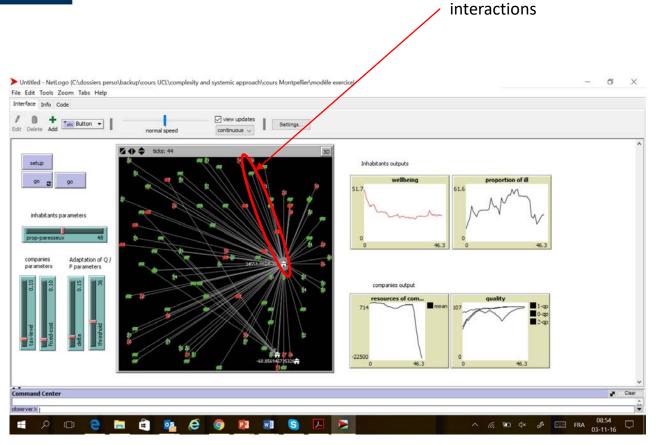
## Modèle de séquence



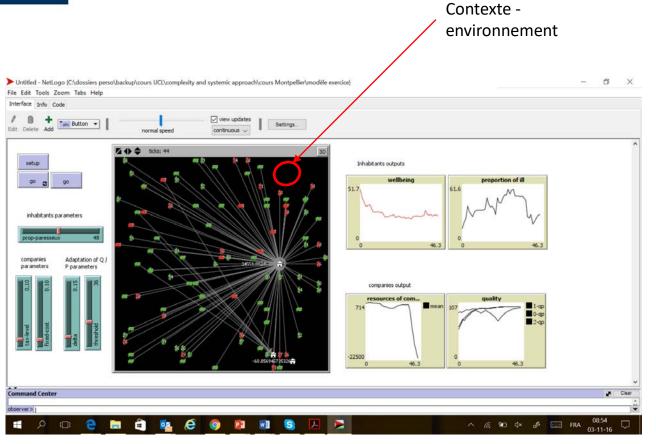




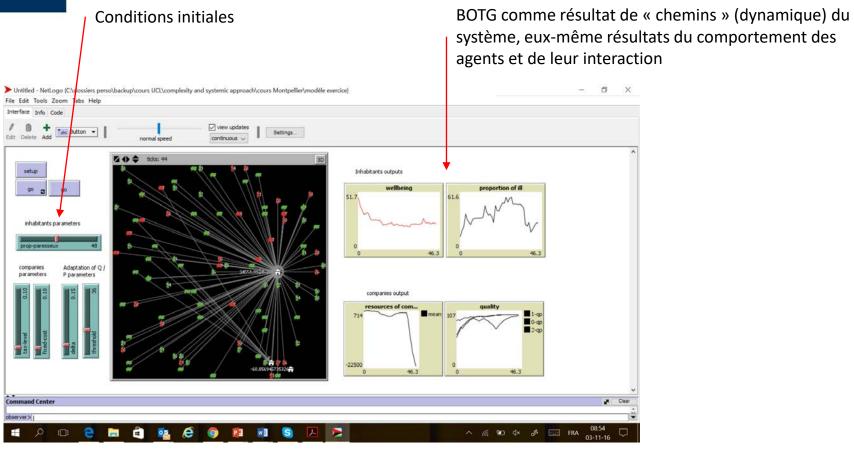














#### Quelques « clés » dans la programmation

- Quelles sont les attributs et opérations qui sont prévisibles et qui ne le sont pas.
- Faire la différence entre dynamique déterministe et stochastique
- Logique de si... alors



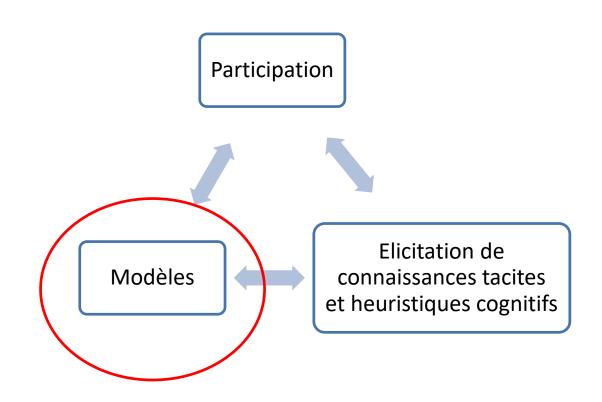
#### IRSS FSP

## Approche systématique pour développer une approche systémique

- Décrire une dynamique dans un contexte donné (y inclus BOTG)
- Ontologie → carte conceptuelle
- Perspective micro → modèle multi-agent

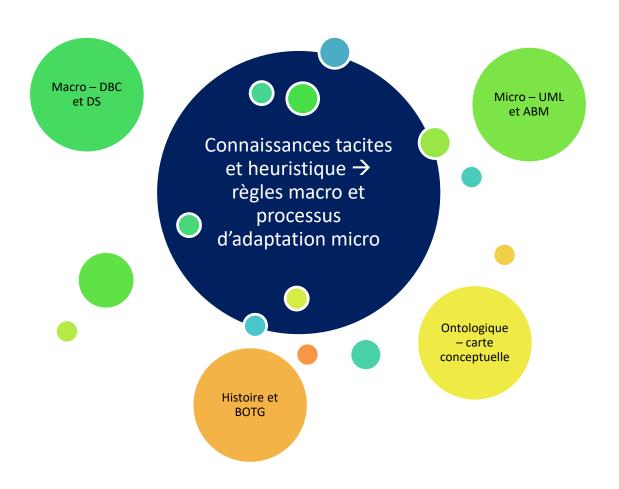


### Comment faire emerger des connaissances utiles par rapport à des situation "wicked"?





#### Logique générale





#### Quelque points clés

- Habitude de réfléchir de manière « linéaire »
- On veut pouvoir prédire le résultat de notre action. Les connaissances tacites peuvent y aider dans des situations complexes (« wicked »). Mais les heuristiques cognitifs peuvent nous induire en erreur.
- On manque d'instruments pour décrire de manière dynamique un système (on a souvent tendance à le décrire de manière linéaire)
- Apprendre de dynamiques inattendues (équilibre malgré des interventions ou changement inattendus) pourrait aider à expliciter les connaissance tacites utiles à la prise de décision et les heuristiques cognitifs qui peuvent biaiser notre raisonnement