

Séminaire Mines Paris Tech – PSA
Les défis de la collaboration Hommes-Robot

Vers une construction de la coopération
Humains-Robot
Approche de l'ergonomie constructive

Flore Barcellini, enseignant-chercheur en ergonomie
Centre de Recherche sur le Travail et le Développement
flore.barcellini@cnam.fr

Introduction

- Point de vue de l'ergonomie **constructive**
 - Ergonomie de l'activité en situation de travail

 - Perspective dite développementale
 - Modèle du développement socio-économique de Sen
➔ concept de capacités
 - Articulation de dimension productive et constructive (apprentissage) dans toute activité (de travail)

Introduction

- Point de vue de l'ergonomie **constructive**

- *Ergonomie de l'activité* en situation de travail

- Perspective dite développementale

- Modèle du développement socio-économique de Sen
➔ concept de capacités
- Articulation de dimension productive et constructive (apprentissage) dans toute activité (de travail)

Introduction

- Point de vue de l'ergonomie **de l'activité**
 - Science du travail et des activités humaines
 - **Compréhension** des activités humaines en situations dans un système social, technique, organisationnel
 - **Transformation** des systèmes techniques, sociaux et organisationnels via une démarche spécifique de conduite du changement
 - Contribution à la conception de système de travail favorisant la santé, l'efficacité, la fiabilité et le développement des compétences

Introduction

■ Point de vue de l'ergonomie **de l'activité**

- ≠ de la représentation « classique » d'une ergonomie normative (type *human factors*)
 - « Bonne » posture , « bonne » pratique, « bonne » taille de bureau, adaptation à un Homme « moyen » ou standard

- **Prise en compte** (*avec des méthodes spécifiques*)
 - De la singularité des situations et des humains
 - Distinction tâche prescrite / activité réelle
 - Activité comme mobilisation d'une personne dans une situation

- **Visant la conception de futures situations de travail dans toutes leurs dimensions...**
 - et pas de technologies, de postes, de bâtiments...

Introduction

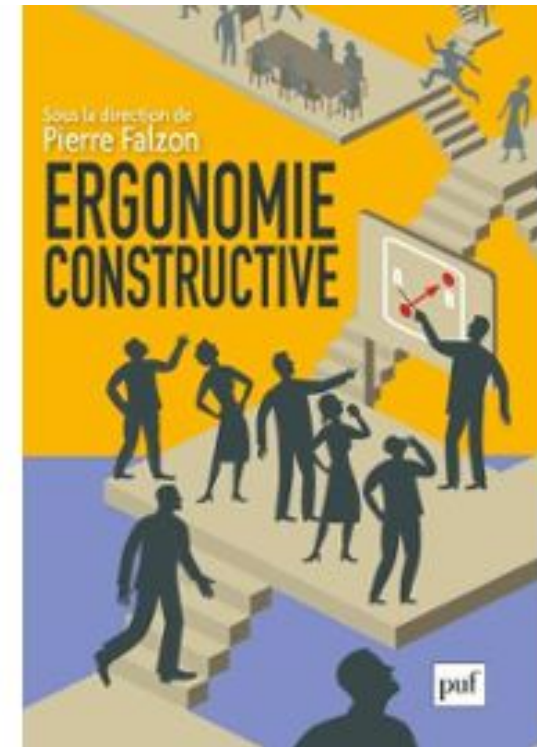
■ Point de vue de l'ergonomie **constructive**

■ Manifeste pour une ergonomie constructive

- Dépassant l'objectif de l'adaptation du travail à l'Homme

■ Visant le développement

- *des individus* mise en place de situations d'actions favorisant la réussite et l'acquisition de savoir-faire, de connaissances et de compétences
- *des organisations* en capacité d'évoluer intégrant des processus réflexifs, ouvertes aux capacités d'innovation des opérateurs eux-mêmes



Objectif du séminaire

- Point de vue de l'ergonomie constructive sur la construction de la coopération Humains-Robots
 - Qu'est-ce que la coopération? Qu'est-ce que la coopération avec une technologie?
 - Pourquoi est-il nécessaire d'accompagner la conception de dispositifs technologiques destinés à « équiper » des situations de travail?
 - Comment accompagner la conception de ces technologies et au-delà le développement de leurs usages (organisationnels et dans l'interaction) ?

Objectif du séminaire

- Point de vue de l'ergonomie constructive sur la construction de la coopération Humains-Robots
 - Qu'est-ce que la coopération? Qu'est-ce que la coopération avec une technologie?
 - Pourquoi est-il nécessaire d'accompagner la conception de dispositifs technologiques destinés à « équiper » des situations de travail?
 - Comment accompagner la conception de ces technologies et au-delà le développement de leurs usages (organisationnels et dans l'interaction) ?

Coopération

■ Coopération

- Situation impliquant plusieurs partenaires devant atteindre un objectif « commun »
 - Importance de la répartition des tâches entre partenaires
- Acteurs prenant en charge des tâches différentes, mais en interdépendance
 - P.ex. les sorties de la tâche de l'un sont les entrées de la tâche de l'autre
 - Importance de la compréhension des buts poursuivis par chacun des partenaires et des conditions de l'atteinte de ces buts
 - Importance de la coordination entre métiers, gestion des interdépendances

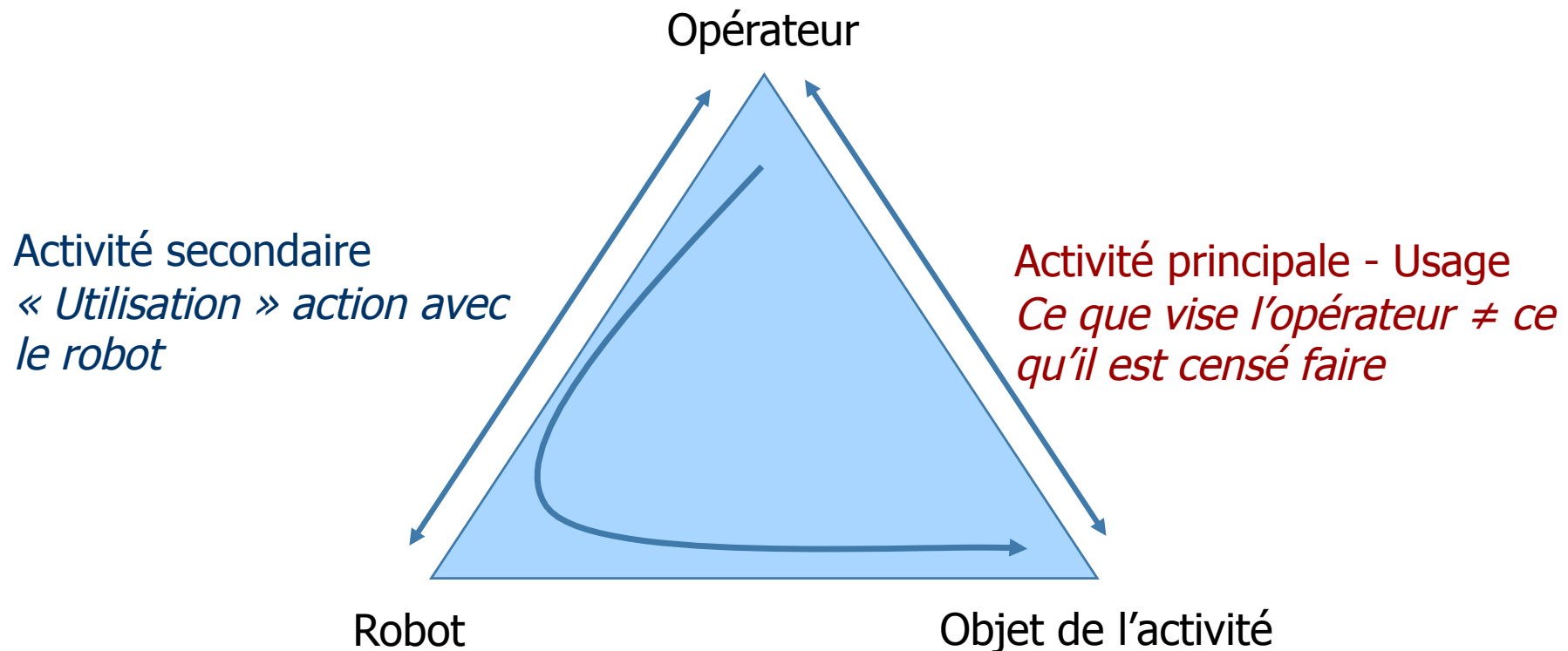
■ Collaboration

- Si interactions pour construire une compréhension commune de la tâche à réaliser ensemble
 - Pour servir à établir collectivement ce qui va être valide
- *A priori les situations impliquant des technologies robotiques sont des situations coopératives et non collaboratives*

Coopération avec technologie

■ Relation Humains - Technologie

- Opérateur (utilisateur)- artefact (p.ex. robot)- objet de l'activité



Coopération avec technologie

Interaction



- **Machine** outil de manipulation et d'appréhension de l'objet de l'activité
- **Interface** Partie matérielle et logicielle de la machine servant aux échanges d'informations et permettant de créer un milieu pour l'*interaction* de l'humain et de la machine
- **Interaction** Ensemble des phénomènes cognitifs, matériels, logiciels mis en jeu dans l'accomplissement de tâches sur support matériel (machine, logiciel...)

■ Enjeux

➤ Modalités d'interactions

■ P.ex ICARO

- *Prise d'information de R* Capteurs, vidéo
- Communications gestuelles H → R, mais R → H?

➤ Utilisabilité - Optimisation de l'interaction Humains-Machines

- Facilité d'apprentissage, qualité des affichages et des moyens d'action, adaptation aux différences individuelles, protection contre les erreurs...

➤ Bases théoriques

- Ergonomie des dispositifs de commande (perception des signaux, terminologie...), physiologie et métrologie humaines, Psychologie cognitive (perception, attention, planification des actions, mémoire...)

Coopération avec technologie



- **Usage** Travail à réaliser avec l'outil qui ne se réduit pas à l'utilisation, mais intègre l'objet de l'activité
 - Système technique vu comme un intermédiaire permettant de réaliser un ensemble d'action ...dans un milieu culturel et social
 - Objet produit dans le cadre d'une organisation (prescrit) et redéfini par les opérateurs
- 1ère façon de penser l'usage → Système coopératif H-M (R)

■ Principe

- Recherche de complémentarité entre l'humain et la machine

- *Hypothèse sous-jacente* « Machine » plus rapide que l'humain, plus fiable pour certains types de tâches, plus puissante
 - Mais capacité d'interprétation, d'adaptation à des contextes évolutifs, aux imprévus plus faible

- Objectifs
 - Performance, sécurité, fiabilité...

Cf. salle de contrôle d'une centrale nucléaire, Régulateur de vitesse, CAO, robot



- Humains et Machines engagés *conjointement*, dans la réalisation d'une tâche
- Machine = partenaire
- Répartition des fonctions entre humains et machine?
 - *Systemes coopératifs*
 - Capable de mener des actions
 - Capable d'effectuer des choix entre plusieurs solutions
 - Assistance « intelligente », répartition des tâches

- Qualité de la collaboration * → Soutenir la coordination
 - Gestion du processus d'allocation des tâches de manière adaptative
 - Déclenchement des tâches, arrêt, simultanéité ou séquentialité
 - P.ex. Interprétation et replanification « fluide » par R
 - Nécessite
 - Existence et partage d'informations ad hoc « contextuelles » de R → H et de H → R
 - P.ex. ICARO : H pousse des informations gestuelles, mais construction H se construit une représentation des intentions de R

* Détienne et al., 2012

- Qualité de la collaboration → Soutenir la synchronisation cognitive entre les partenaires de la coopération
 - Construction et maintien de connaissances mutuelles permettant d'agir ensemble (H-H)
 - P.ex. ICARO ?
 - Construction et maintien de connaissances communes relatives à l'état de la tâche ?
 - P.ex : Où en est-on de la tâche en cours?

Coopération avec technologie

■ Bilan

- *Approche interaction « IHM »* Prise en compte des caractéristiques des êtres humains en lien avec l'interface (capacités psychologiques, physiologiques...)
- *Approche coopérative « SHM »* Prise en compte des processus cognitifs impliqués dans la réalisation de tâches au sein de systèmes complexes (planification, raisonnement, mémoire, attention...)
- Mais...peu de prise en compte du travail et de ses évolutions...pas de prise en compte du développement des usages

Objectif du séminaire

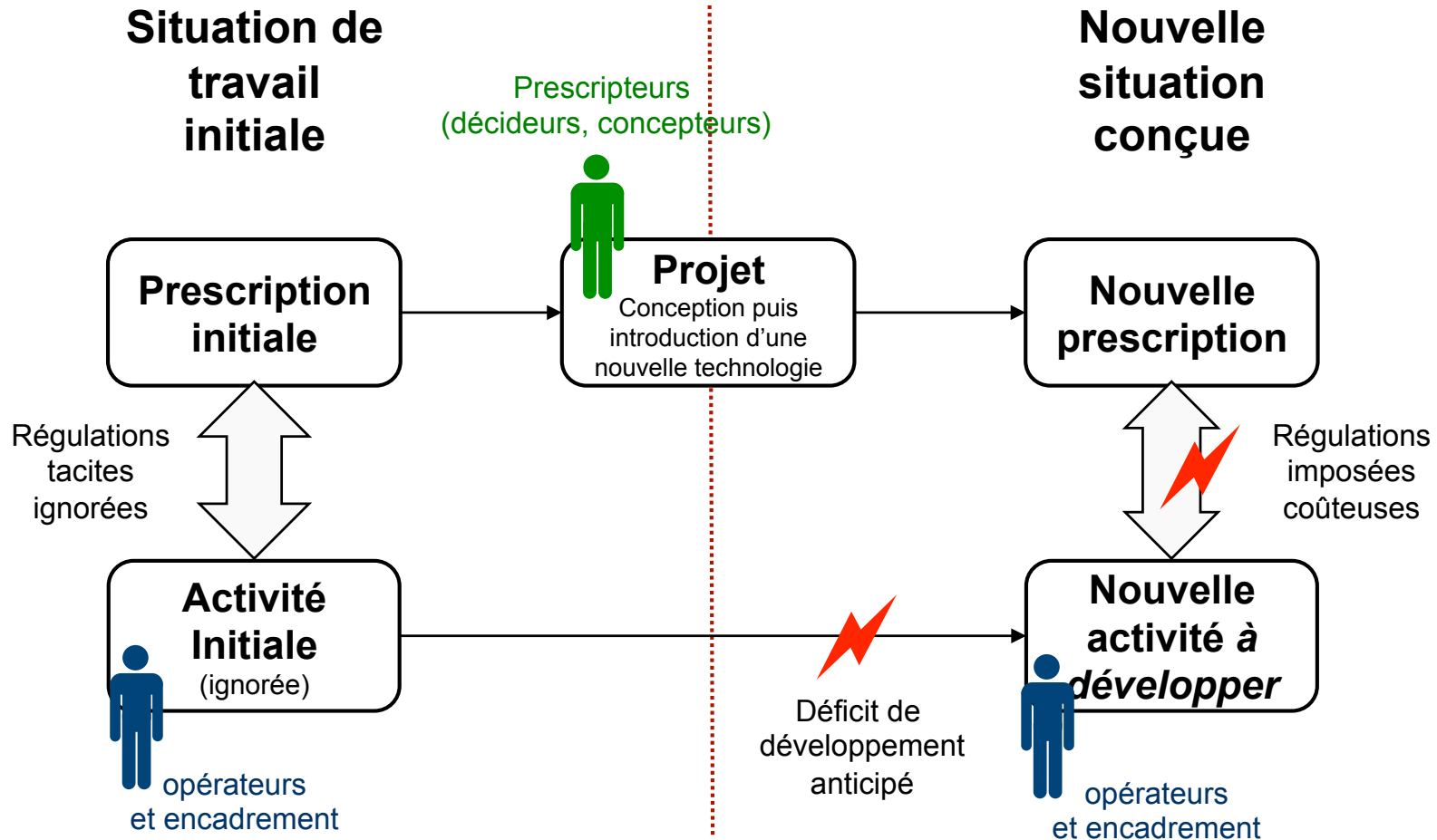
- Point de vue de l'ergonomie constructive sur la construction de la coopération Humains-Robots
 - Qu'est-ce que la coopération? Qu'est-ce que la coopération avec une technologie?
 - Pourquoi est-il nécessaire d'accompagner la conception de dispositifs technologiques destinés à « équiper » des situations de travail?
 - Comment accompagner la conception de ces technologies et au-delà le développement de leurs usages (organisationnels et dans l'interaction) ?

■ Difficultés potentielles

- Un risque de rigidification de l'activité
 - Réelle possibilité d'échanges fluides et symétriques dans les outils dits collaboratifs?
 - Difficulté de synchronisation cognitive
- Des décisions de conception motivées par des considérations techniques ou économiques
- Pas de prise en compte des conséquences sur le travail ou alors avec une représentation prescrite des tâches à réaliser
 - Faible association des opérateurs et de leur encadrement
- Des outils obéissant à **une logique techno-centrée** sans prise en compte
 - de l'évolution des contextes organisationnels → *développement d'un usage organisationnel de la technologie*
 - du développement des compétences associées à leur introduction → *développement de connaissances liées à l'usage de la technologie*
- **Risque pour la santé des opérateurs, pour le développement de leurs compétences et pour la performance de l'entreprise**

Coopération avec technologie

Difficultés



Objectif du séminaire

- Point de vue de l'ergonomie constructive sur la construction de la coopération Humains-Robots
 - Qu'est-ce que la coopération? Qu'est-ce que la coopération avec une technologie?
 - Pourquoi est-il nécessaire d'accompagner la conception de dispositifs technologiques destinés à « équiper » des situations de travail?
 - Comment accompagner la conception de ces technologies et au-delà le développement de leurs usages (organisationnels et dans l'interaction) ?

Agir sur la conception ...

- **Apports des recherches en conception** (sociologie, ingénierie, management de l'innovation, droit science d'organisation et de gestion, ergonomie)
 - Importance de l'analyse de la réalité des situations existantes
 - Importance d'une définition « riche » des objectifs du projet (conception, puis introduction de la technologie robotique en situation de travail)
 - Réflexion sur la structure la plus appropriée pour le ou les « groupes » de personnes impliquées dans la conception
 - Réflexion sur l'intérêt et les méthodes de la participation des futur/es opérateurs/trices
 - Production de connaissances sur le travail
 - Méthode projective permettant de construire les usages (organisationnels et des opérateurs)

Agir sur la conception ...

- ...de situation de travail coopératif avec une technologie robotique
- Proposition de l'ergonomie de l'activité
 - Action sur la conduite des projets de conception
 - Passage d'un projet de conception techno-centré à des projets de conception centré sur le travail et les activités réelles

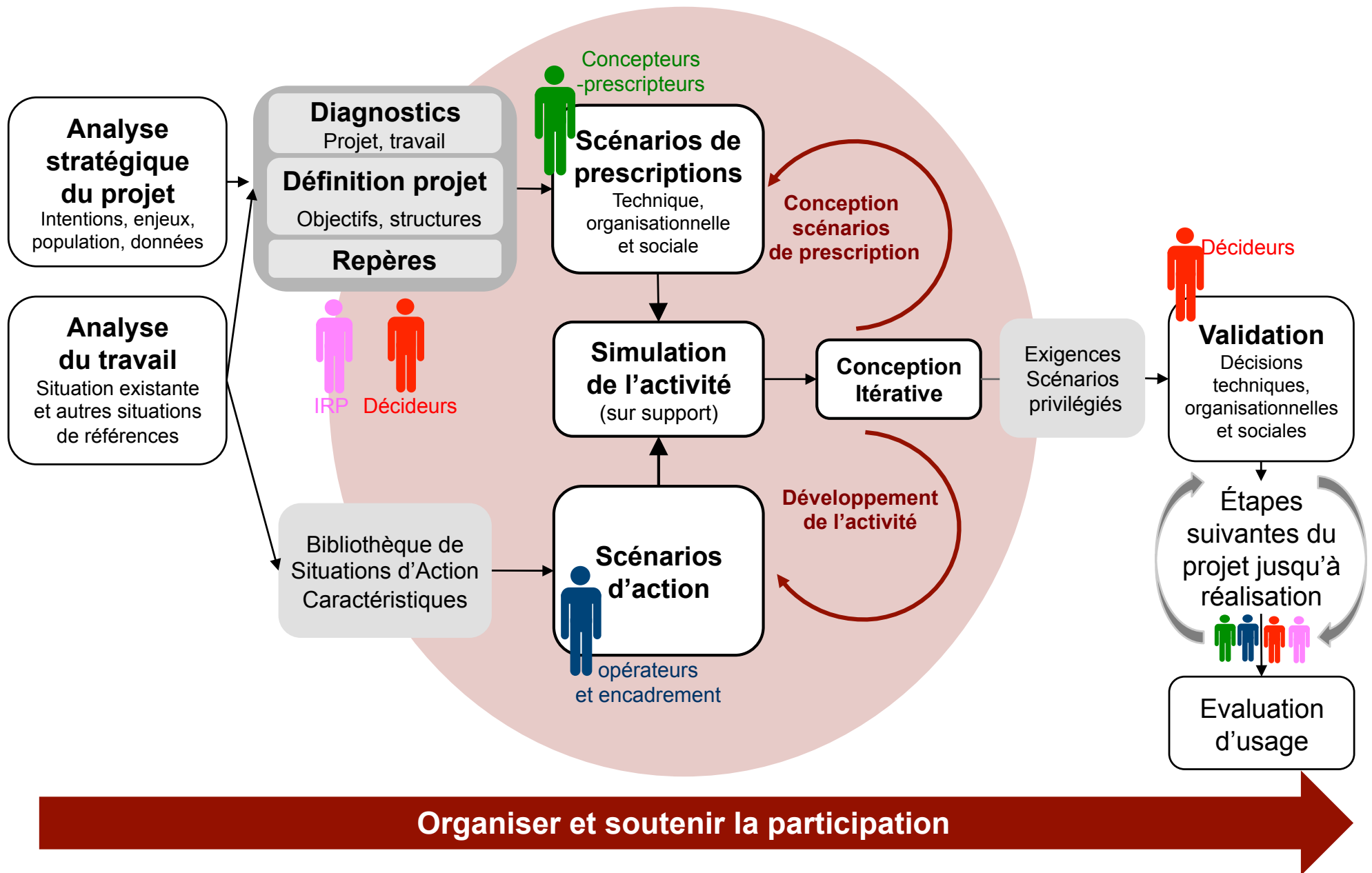
Agir sur la conception ...

- Analyser le projet et l'enrichir
 - Identifier ou aider à identifier les intentions-objectifs du projet et ses enjeux (économique, technique, RH, formation, organisationnel, santé-sécurité...)
- Analyser des situations dites de référence pour produire des modèles des activités à assister
 - Identifier les déterminants de l'activité actuelle et de l'activité future
 - Identifier les structures significatives de l'activité permettant de se projeter dans les activités futures potentielles
- Simuler
 - Construire et utiliser des modèles (scénarios, supports)
 - Choisir des formes de simulation adaptées et les organiser
- Formaliser et produire des repères pour la conception et la prise de décisions
 - Critères de choix pour la conception
- Accompagner le projet tout au long de son déroulement
 - Phase de conception
 - Phase de développement des usages (organisationnels, opérateurs)

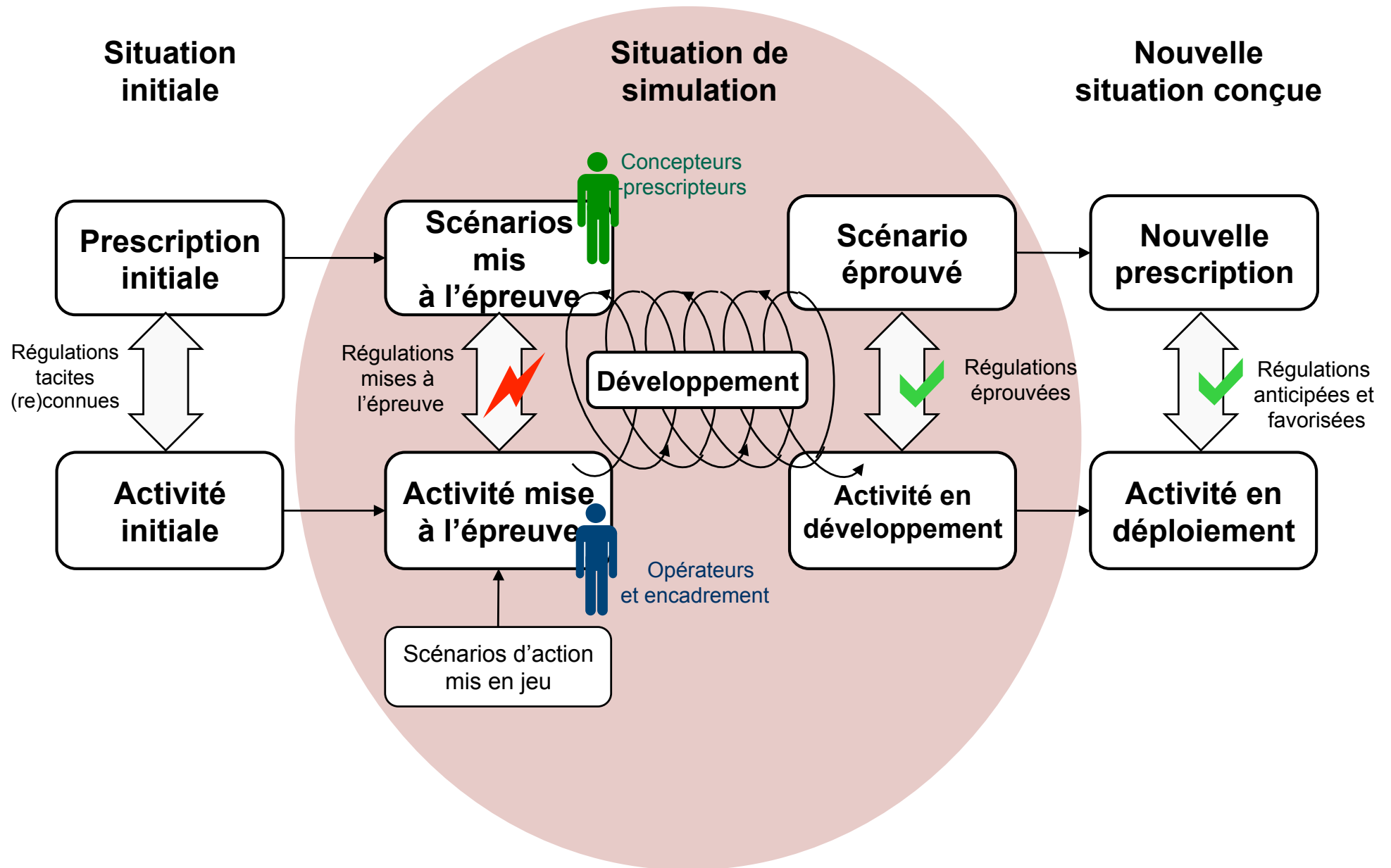
Analyser et aider à la prise de décision

Simuler et concevoir le travail futur

Accompagner



Agir sur la conception ...



Objectif du séminaire

- Point de vue de l'ergonomie constructive sur la construction de la coopération Humains-Robots
 - Qu'est-ce que la coopération? Qu'est-ce que la coopération avec une technologie?
 - Pourquoi est-il nécessaire d'accompagner la conception de dispositifs technologiques destinés à « équiper » des situations de travail?
 - Comment accompagner la conception de ces technologies et au-delà le développement de leurs usages (organisationnels et dans l'interaction) ?
 - ICARO – Financement ANR

ICARO

■ Et la suite...



trateur

Technologie?
Développement de
opérateurs?

Modèle ANACT : Fanchi . 1997 issu d'Antel 1993

Conclusion

- Une nécessité de comprendre les activités et leurs déterminants
- Pour conduire la conception de technologies robotiques
- Et accompagner le développement des usages

Merci de votre attention

Questions ?