

Théories et organisations de la conception innovante : panorama des recherches contemporaines

Sylvain Lenfle

Séminaire IDEAS, 28 novembre 2017



Qui suis-je ?

- Professeur en gestion de l'innovation au CNAM (LIRSA)
- Chercheur associé au Centre de Recherche en Gestion (i3) de l'Ecole Polytechnique – Chaire de Management de l'Innovation
- Thème de recherche : management de projet et innovation
- Terrain de recherche :
 - Usinor (1996-2001) : projet hydroformage
 - PSA (2001-2004) : services télématiques / voiture connectée
 - Assurance automobile (2004-2006) : services télématiques
 - France Telecom / Orange (2007-2009) : convergence fixe/mobile/web
 - CNES (2010 - present) : processus d'innovation et évaluation des projets pour les systèmes d'observation de la terre.
- Page web : <http://www.sylvainlenfle.com>

Les recherches sur la conception

- Un intérêt grandissant pour l'organisation de la conception de nouveaux produits depuis les années 90 qui se déploie sur deux axes plus ou moins liés entre eux.
 1. L'organisation de la conception de nouveaux produits et des processus d'innovation
 2. Les théories de la conception
- Un champ interdisciplinaire (sciences de l'ingénieur, gestion, économie, design, sociologie...) en pleine expansion
- 15 min => Un point de vue nécessairement subjectif sur l'évolution du champ 😊.

1. La « révolution de la conception »

Table 3 : Product development performance by regional auto industries, mid-1980s

	Japanese producers	American producers	European Volume Producers	European Specialist Producers
Average Engineering Hours per new Car (millions)	1.7	3.1	2.9	3,1
Average Development Time per New Car (in Months)	46.2	60.4	57.3	59,9
Number of Employees in Project Team	485	903	904	
Number of Body per New Car	2.3	1.7	2.7	1,3
Average Ratio of Shared Parts	18%	38%	28%	30%
Supplier Share of Engineering	51%	14%	37%	32%
Engineering Change Costs as Share of Total Die Cots	10-20%	30-50%	10-30%	
Ratio of Delayed Products	1 in 6	1 in 2	1 in 3	
Die Development Time (months)	13.8	25	28	
Prototype Lead Time (months)	6.2	12.4	10.9	
Time from Production Start to First Sale (months)	1	4	2	
Return to Normal Productivity after New Model (months)	4	5	12	
Return to Normal Quality after New Model (months)	1.4	11	12	

« De la bataille pour mieux produire à la bataille pour mieux concevoir » (Navarre, 1992)

- La « *projectification* » de la firme (Midler, 1995) autour du modèle concourant
 - Chevauchement des phases du projet (*concurrent engineering*)
 - Communication intensive entre les acteurs (ex : plateaux projets)
 - Renforcement de la fonction projet (*heavyweight project team*)
 - Co-développement avec les fournisseurs



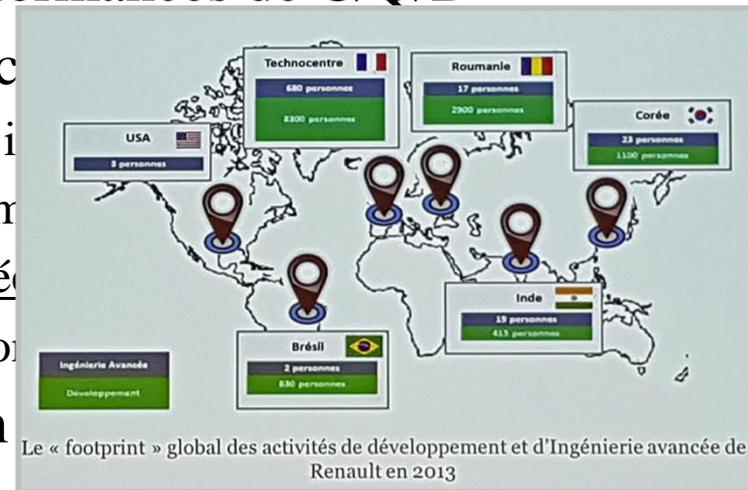
• Conséquences

1. Une amélioration spectaculaire des performances de C/Q/D

2. Une réorganisation des activités de conc

- Réorganisation des métiers pour améliorer l'i
- Stratégie de plate-forme pour gérer le dilemn
- Attention croissante au management de ligné
- Déploiement international des activités de co

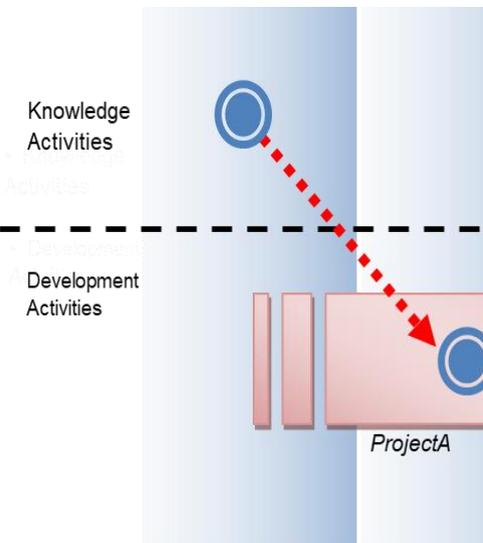
3. Au détriment de l'innovation en raison sur les projets (Ciavadini, 1996).



Organiser l'exploration

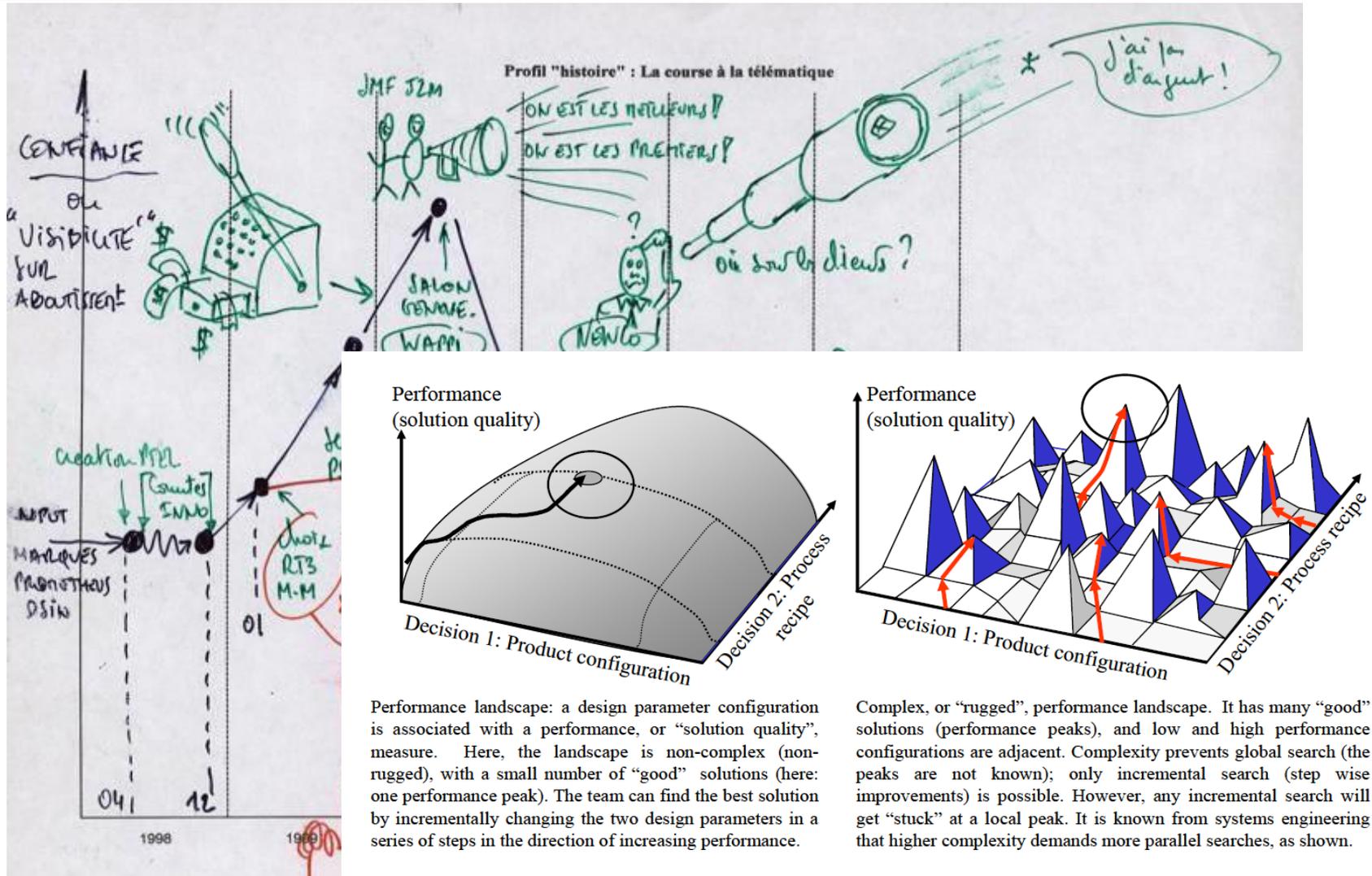
- D'où une attention grandissante à « l'amont », au « hors-cycle » => comment organiser *l'innovation en tant qu'activité spécifique distincte de R et D* (Le Masson & al., 2006 ? => Une prolifération de concepts : Organisation Ambidextre / Cellule d'innovation / « Labs » / Intrapreneur / Open Innovation Le modèle RID (Le Masson & al., 2006)

Structurer le hors-cycle (M)



	Recherche	Innovation	Développement
Sujet	des questions de recherche ouvertes ou imposées	Champs d'innovation (CI)	Spécification d'un produit et d'un processus
Cible	maîtrise de la connaissance	Stratégies de conception (lignées, connaissances, questions de recherche...)	Maîtrise de la performance du projet (Qualité, Coût Délai,...)
Horizons	Liés à la question posée à la recherche	Contingents	Le délai du projet
Ressources	Compétences, laboratoires, bibliothèques	Des équipes innovantes en compétition ou en coopération	Equipe interfonctionnelle
Valeur économique	Valeur de la question	Profits des produits aboutis et réutilisation des connaissances créées	Rentabilité du Produit-Process
Stratégies de gestion	Ditribution des ressources de production des connaissances et des questions de Recherche	Comités, transfert de savoir, liste des champs d'innovation	Management de projet
Principes d'organisation	Equipes pluridisciplinaires fondées sur les compétences	Equipes innovantes duales	Equipes de projets, matrice, conception participative

Conséquences : l'inadéquation du modèle dominant de management de projet

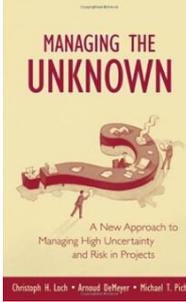


Source : séminaire interne

Figure 1: Planning and Selectionism under Low Unforeseeable Uncertainty

Les projets d'exploration

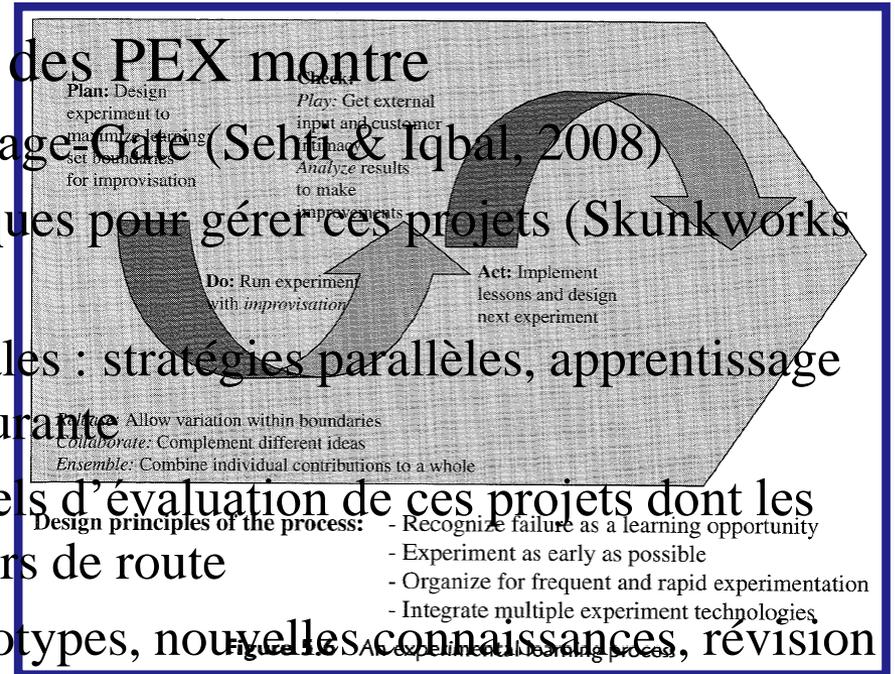
(Lenfle, 2008, 2011, 2014)



- Des projets pour lesquels ni l'objectif, ni les moyens pour y parvenir ne peuvent être définis au départ. Fortes incertitudes sur de multiples dimensions (*unk unks*).

=> un processus d'apprentissage par l'expérimentation.

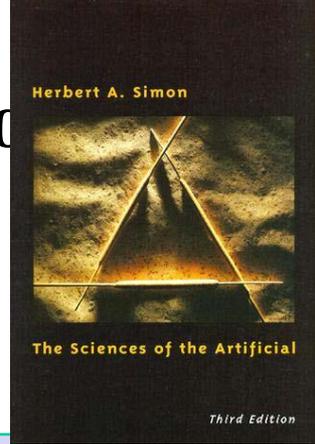
- La recherche sur le management des PEX montre
 - L'inadéquation totale du modèle Stage-Gate (Sehri & Iqbal, 2008)
 - La mise en place d'équipes spécifiques pour gérer ces projets (Skunkworks ou autres)
 - Des stratégies managériales originales : stratégies parallèles, apprentissage par essai-erreur, exploration concurrente
 - La nécessité d'adapter les référentiels d'évaluation de ces projets dont les objectifs évoluent fortement en cours de route
 - Des résultats variés : produits, prototypes, nouvelles connaissances, révision des modèles de conception





2. Vers une théorie unifiée de la conception

A la recherche d'une théorie de la conception



- La recherche d'une théorie formelle des raisonnements de conception est une question ancienne (Marple, 1961 ; Alexander, 1964)
- Simon (1969) inscrit la conception dans la théorie de la décision
- Yoshikawa ouvre la voie aux recherches mathématiques sur la conception (Suh, Reich, Braha...)
- K. Clark (1985), K. Ulrich (1995) et C. Baldwin & Clark (2000) font le lien entre conception et management

General design theory
(Yoshikawa 1981)

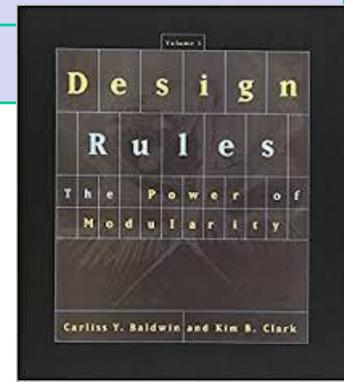
Axiomatic Design (Suh 1988)

Coupled design Process
(Braha & Reich 2001)

Infused Design (Reich & Shai
2001)

C-K theory (Hatchuel & Weil
2002)

...



Modéliser les raisonnements de conception : la théorie C/K (Hatchuel & Weil, 2002 – 2009 & next)

- Développée au CGS de l'Ecole des Mines par A. Hatchuel et B. Weil.
- Enjeux : dépasser les limites des théories de la décision (post-Simon, Hatchuel, 2002) qui considèrent l'espace des possibles comme étant connu au départ (ex : jeu d'échec).



Une opposition structurante :
théorie de la décision
versus
théorie de la conception

Res Eng Design (2009) 19:181–192
DOI 10.1007/s00163-008-0043-4

ORIGINAL PAPER

C-K design theory: an advanced formulation

Armand Hatchuel · Benoît Weil

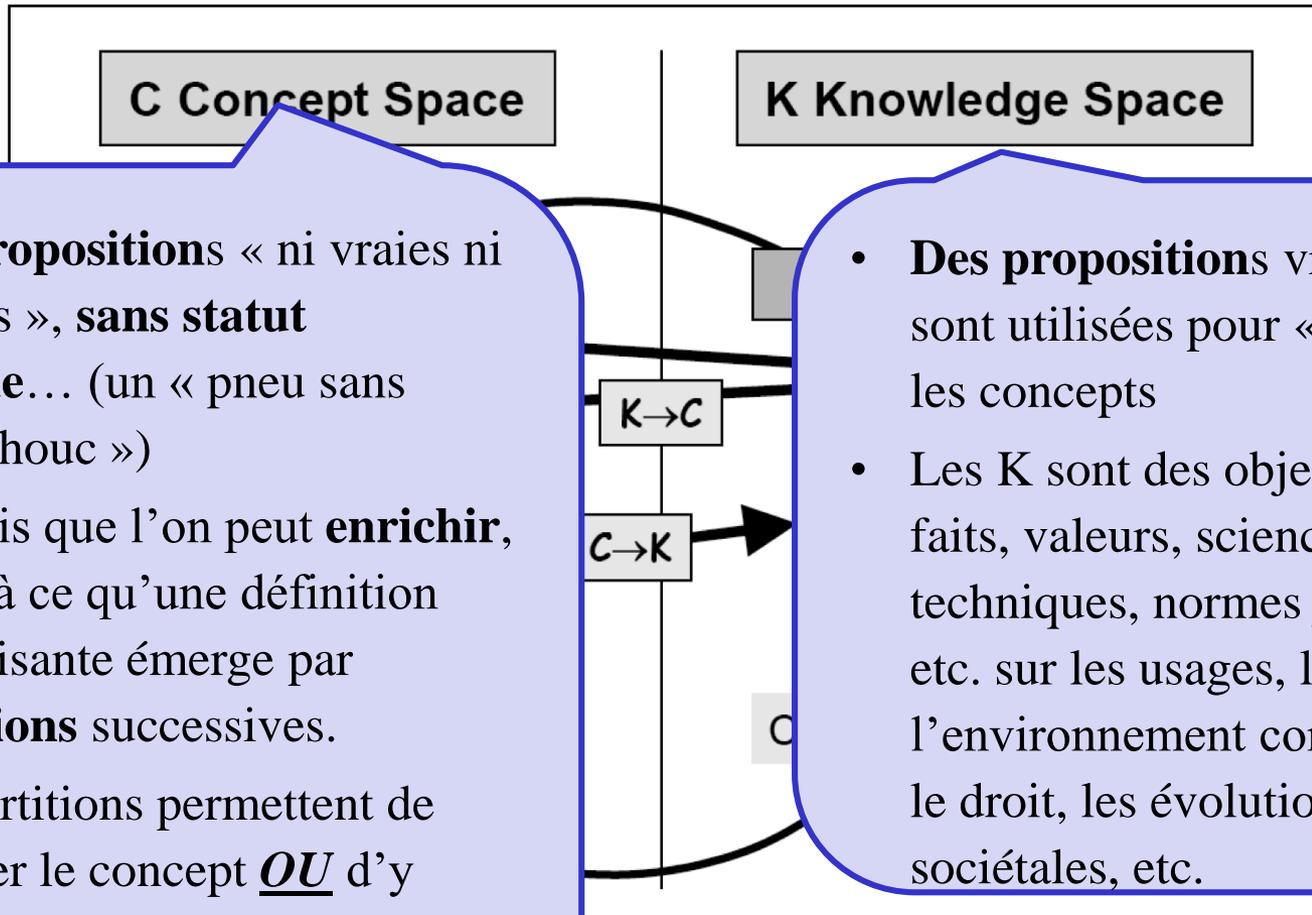
Pascal Le Masson · Benoît Weil
Armand Hatchuel

Design
Theory

Methods and Organization for
Innovation

C/K design theory

(Hatchuel & Weil, 2009; Agogué & al, 2014)



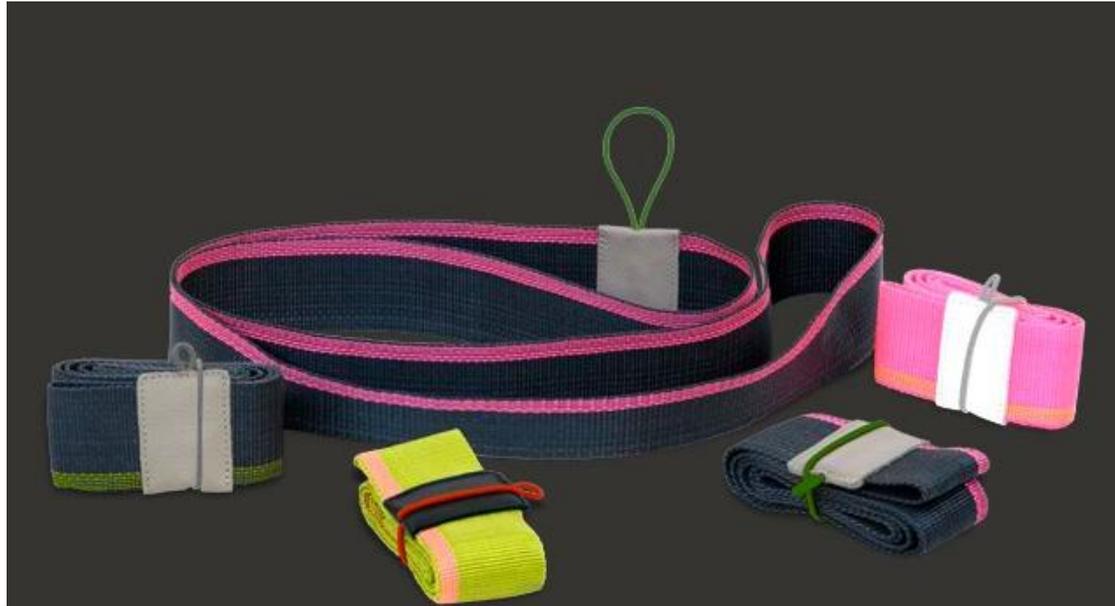
- **Des propositions** « ni vraies ni fausses », **sans statut logique**... (un « pneu sans caoutchouc »)
- ... Mais que l'on peut **enrichir**, jusqu'à ce qu'une définition satisfaisante émerge par **partitions** successives.
- Les partitions permettent de préciser le concept **OU** d'y ajouter des attributs nouveaux et inattendus (**partition expansive**)

- **Des propositions** vraies qui sont utilisées pour « **expandre** » les concepts
- Les K sont des objets, règles, faits, valeurs, sciences techniques, normes juridiques, etc. sur les usages, la technique, l'environnement concurrentiel, le droit, les évolutions sociétales, etc.

Le processus de conception comme interaction
des concepts (C) et les connaissances (K)

Conception innovante.

Une chaise qui n'est pas une chaise : Chairless© by Vitra



- Un exemple typique d'innovation : surprise, sentiment « d'expansion » du monde et des connaissances
- La théorie de la décision ne permet pas d'arriver à cet objet
- On peut par contre modéliser ce type de raisonnement dans le formalisme CK.





Biais cognitifs dans la génération d'idées

(Agogué, 2013; Agogué & al, 2014)



Population: 28 Etudiants en psychologie de Paris V, âgés de 17 à 22 ans

Procédure: Chaque participant a 10 min pour générer le plus de solutions possibles à la tâche de l'oeuf

C space

K space

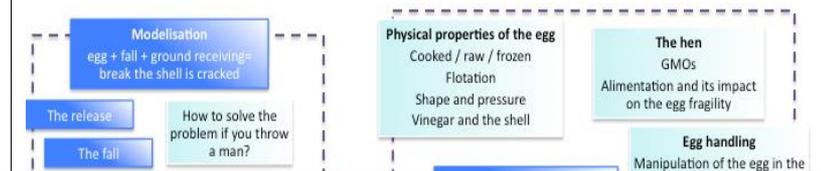
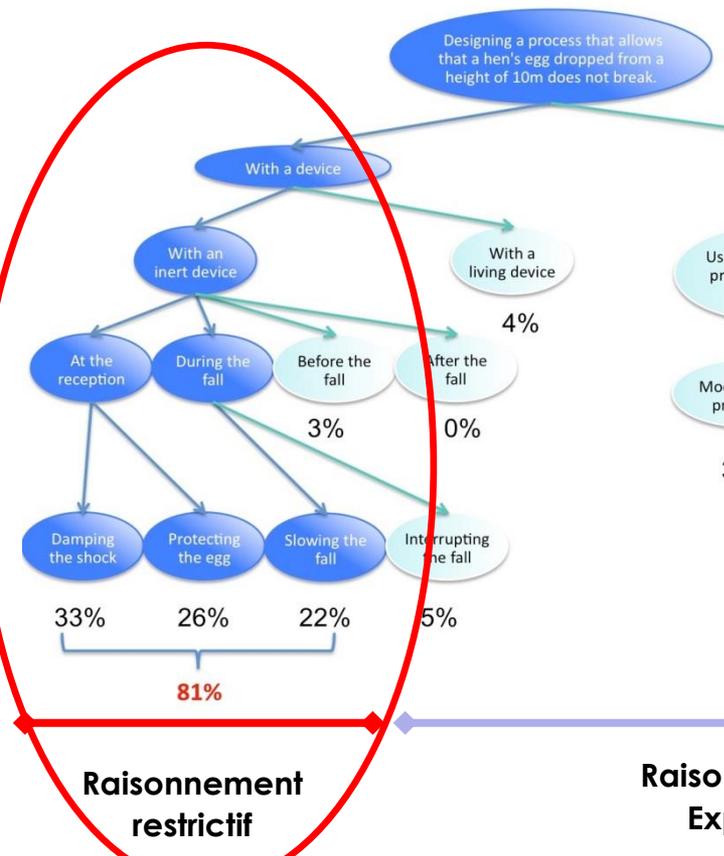


TABLE 1. Natural Distribution of Solutions to the Egg Task

Categories	Example of solution	Occurrence (%)
Damping the shock	Using a mattress	33
Protecting the egg	Using cotton around the egg to protect it	26
Slowing the fall	Hanging the egg to a parachute	21
Interrupting the fall	Using a net a few centimeters below the launch	7
Acting before the fall	Letting go of the egg at a height of 11 m	2
Acting after the fall	Replacing the broken egg by a sound one	0
Using a living device	Training an eagle, so that it catches the egg	3
Modifying the properties of the egg	Freezing the egg before dropping it	5
Using natural properties of the egg	Dropping the egg on its most robust axis	0
Using the properties of the environment	Dropping the egg while no gravitation	3

Raisonnement Exp

Les axes de recherche en théorie de la conception



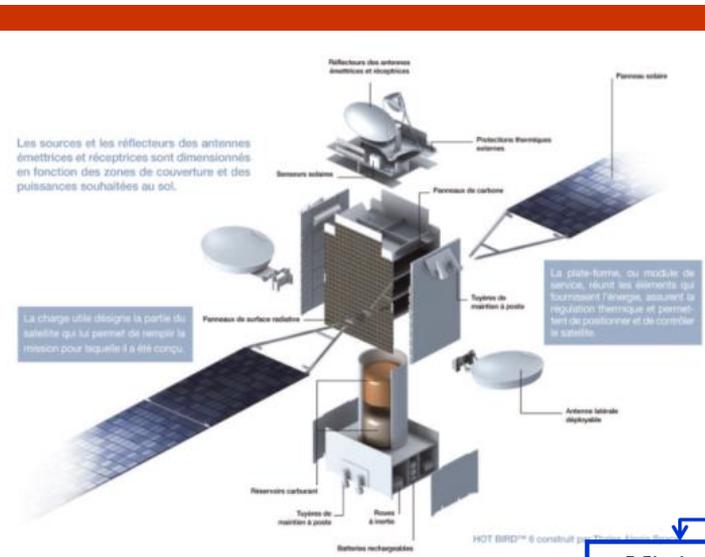
- *Les fondements théoriques de la conception et du raisonnement dans l'inconnu* : forcing, théorie des fonctions génératives, impact de la structure de K.
- *Outils, méthodes et organisation de la conception innovante* : DKCP, apports à différents domaines : agronomie, génie des procédés, etc.
- *Sciences cognitives – psychologie* : créativité pour dépasser les limites.
- *Histoire des activités de conception* : innovation. Relecture de l'histoire des métabolismes des collectivités.
- *Processus de révision de la conception* : discours critiques : objet de la réalité virtuelle, hybridation.



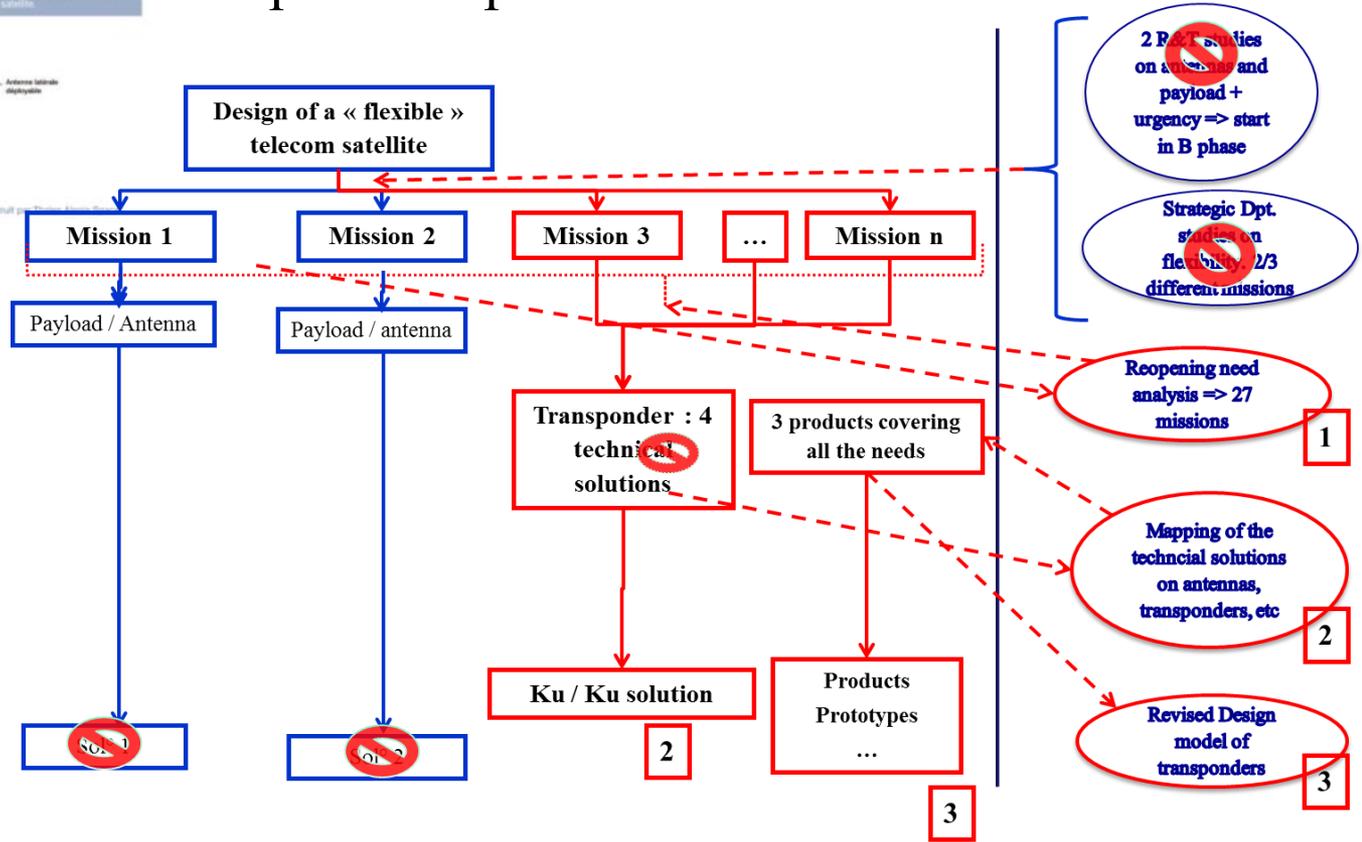
- **Plumpy Nut by Nutraset (Agogué et al. 2013)**
- Connecting three knowledge areas : nutrition (Knowledge on malnutrition disease), user-driven innovation, food-processing expertise.

Un exemple : quand le management de projet rencontre les théories de la conception (Lenfle, 2016)

- Une double expansion des C et des K typique des projets d'exploration.
- Un cadre théorique pour repenser les projets pour l'exploration.



Projet FLIP (CNES).
 Concept : un satellite de télécommunication « flexible »



La structuration d'une communauté scientifique



8th International Workshop on **DESIGN THEORY**
Special Interest Group of the Design Society

26th – 27th January 2015
MINES ParisTech

- CarnegieMellonUniversity
- CEA
- ColumbiaTeachersCollege
- CopenhagenBusinessSchool
- GeorgiaInstituteOfTechnology
- DeakinUniversity
- IKBM
- INRAE
- ISCParisSchoolOfManagement
- Krasnow
- LaboratoryForAppliedOntology,BSTC,CNRS
- LinköpingUniversity
- MassachusettsInstituteOfTechnology
- Matsumoto
- MINESParisTech
- PolitecnicoDiBar
- PolitecnicoDiMilano
- Polytechnique
- SKEMA
- Sohayb
- StanfordUniversity
- Techonion
- TelkomUniversity
- TélécomParisTech
- TheOpenUniversity
- TokyoUniversity
- UniversidadeDeLisboa
- UniversitatPolitecnicaDeCatalunya
- UniversitéBoulogne
- UniversitéGrenoble
- UniversitéDeMontpellier
- UniversitéParisSaclay
- UniversityOfBristol
- UniversityOfCambridge
- UniversityOfDuisburg
- UniversityOfMichigan

the **Design Society**
a worldwide community

design theory and methods for innovation

PSL★

MINES ParisTech

Organized by the Chair of Design Theory and Methods for Innovation | CGDR - MINES ParisTech

Contact: akin.kazakci@mines-paristech.fr - stephanie.brunet@mines-paristech.fr

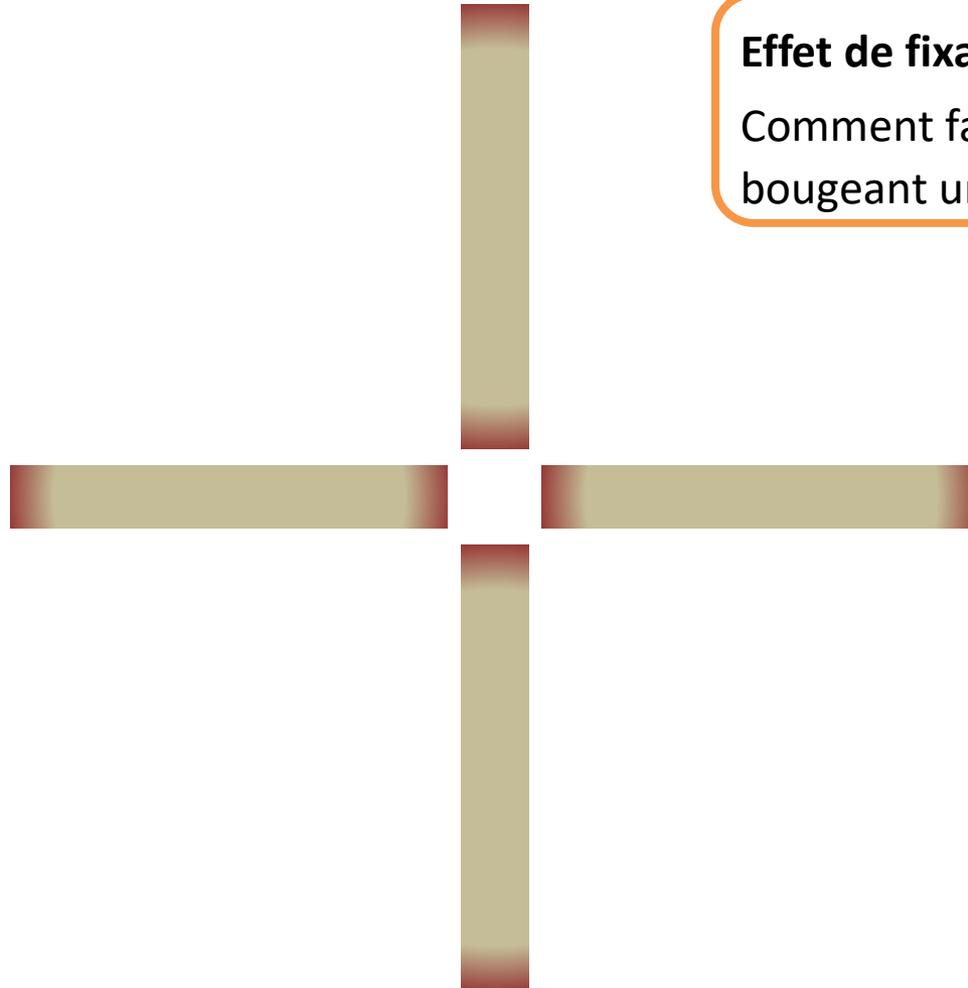


Merci de votre attention.



sylvain.lenfle@lecnam.net
<http://www.sylvainlenfle.com>

Biais cognitifs dans la résolution de problèmes : un exemple



Effet de fixation

Comment faire un carré en bougeant une seule allumette ?

Biais cognitifs dans la résolution de problèmes

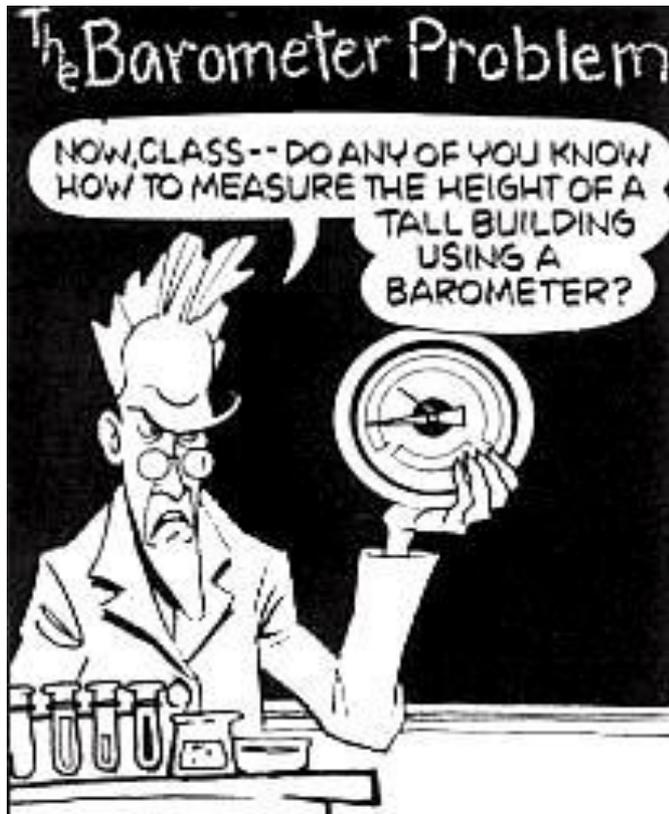


Effet de fixation

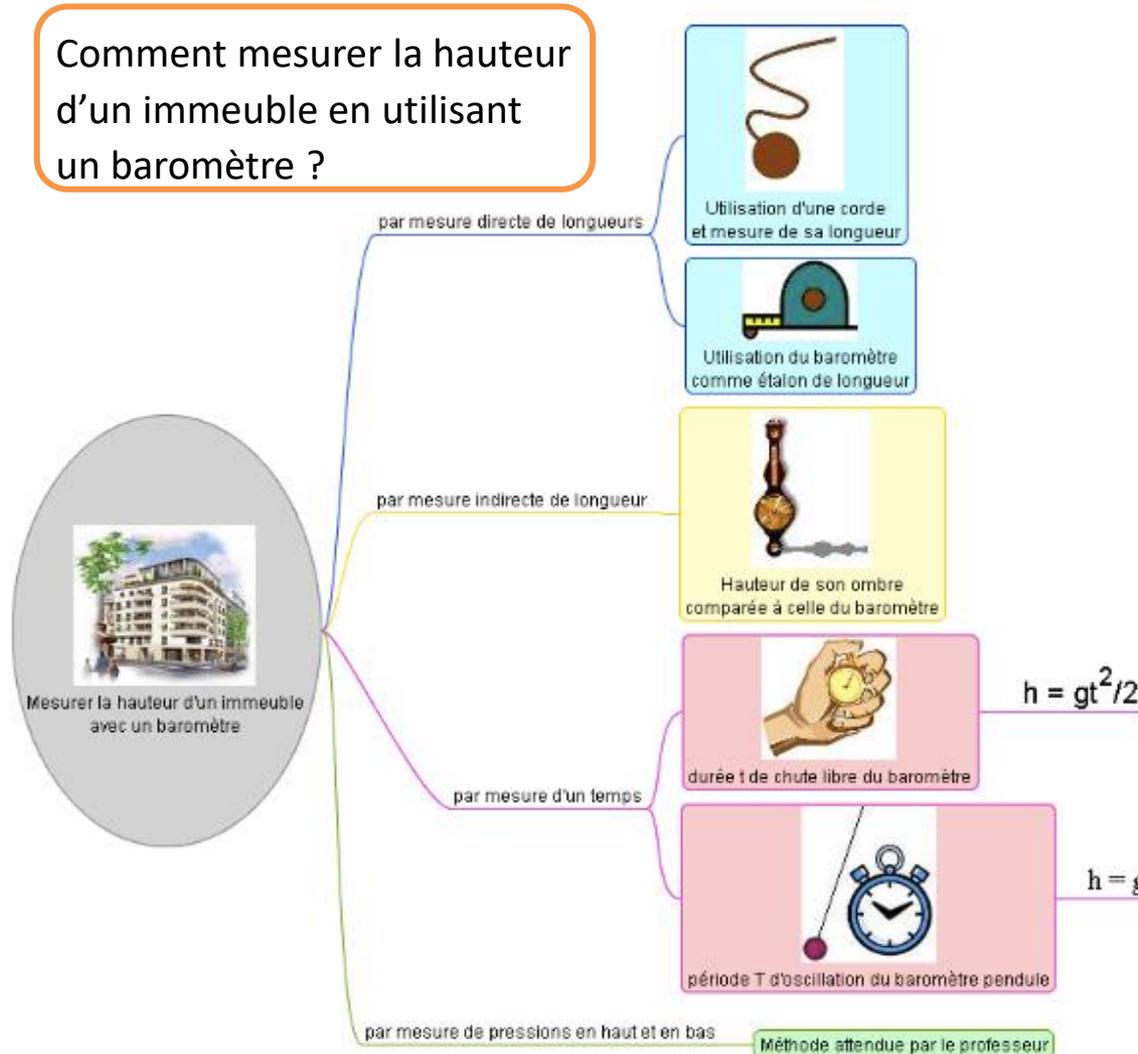
Comment faire un carré en bougeant une seule allumette ?

Fixation cognitive sur le terme « carré » au sens géométrique, alors que $4 = 2 \times 2$ est aussi un carré !!

Biais cognitifs dans la résolution de problèmes

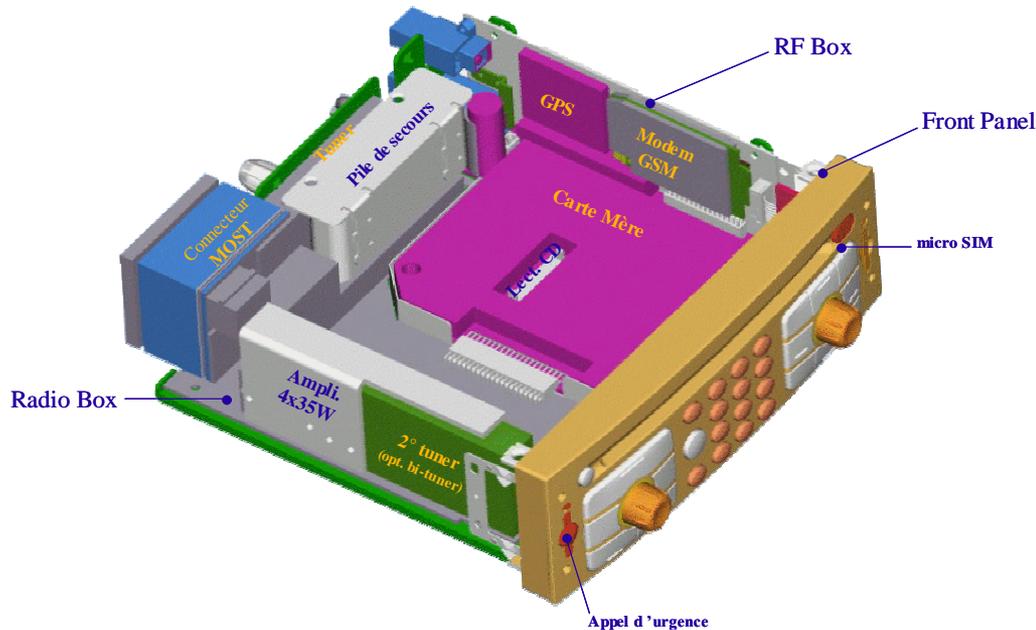


Comment mesurer la hauteur d'un immeuble en utilisant un baromètre ?



+ Demander la hauteur au gardien en échange du baromètre.3

Conséquences pour la conception de l'équipement embarqué



Convergence

- Informatique
- Communications mobiles
- Systèmes de navigation
- Radio
- ...

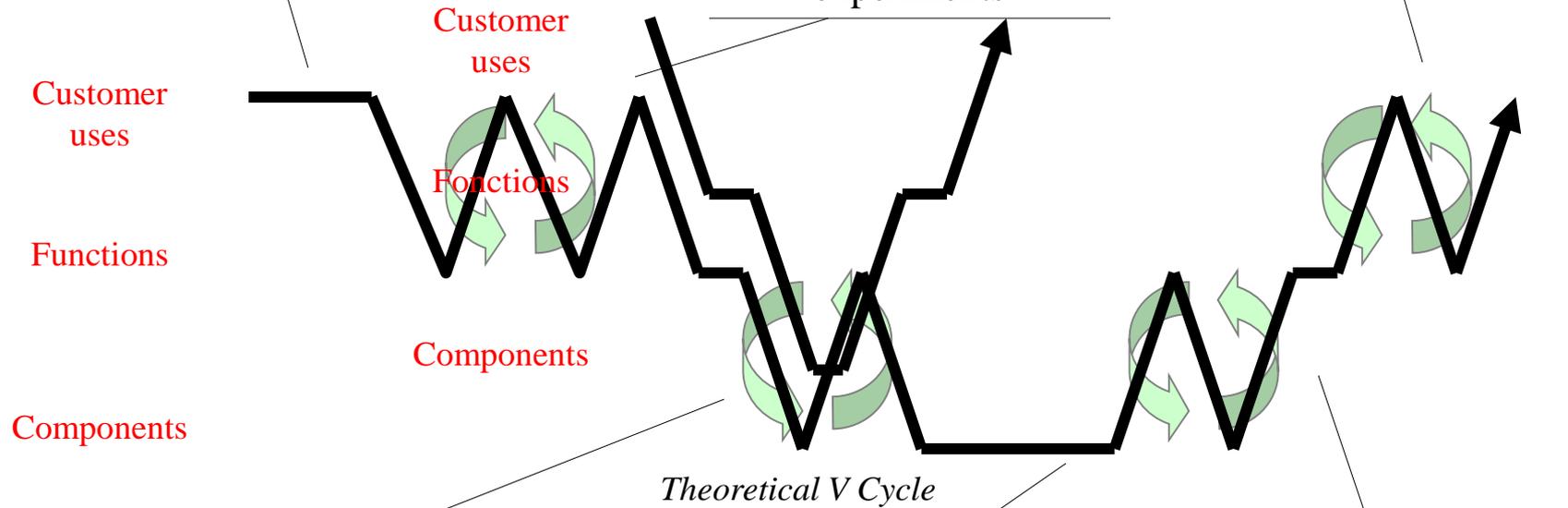
=> Problèmes de conception non anticipés

Un projet submergé par les innovations...

Uncomplete customer needs forecasting

Debugging

Late learning from users experiments

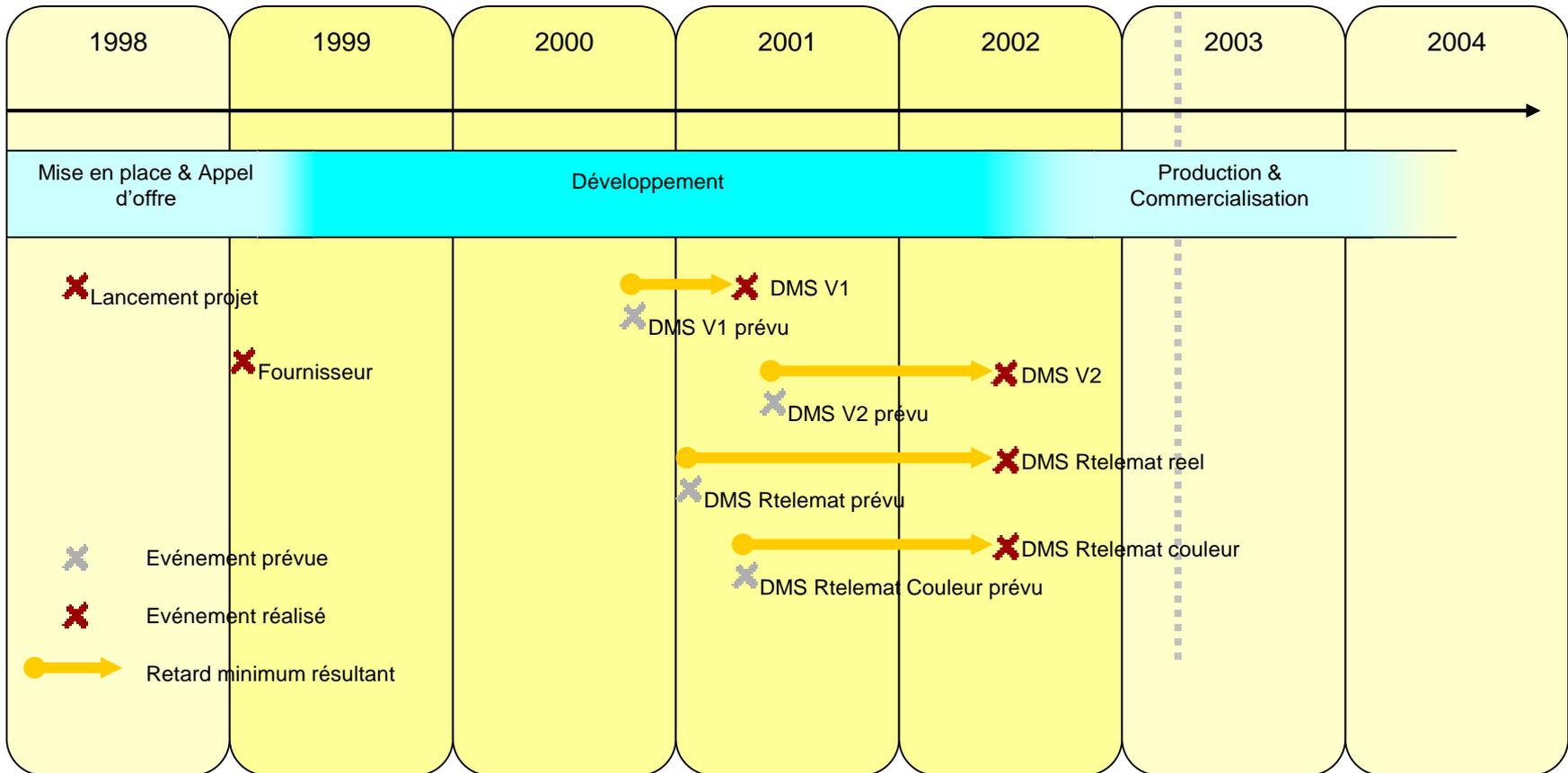


Reopening architectural choices because of component performances and choices

Difficulty in design ressource planning

Missing validation criteria

... confronté à une dérive importante.

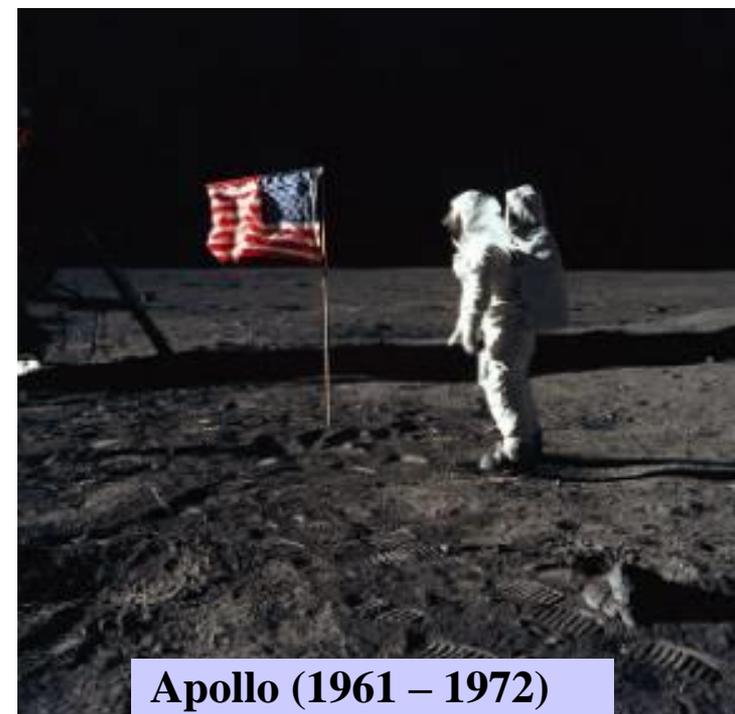
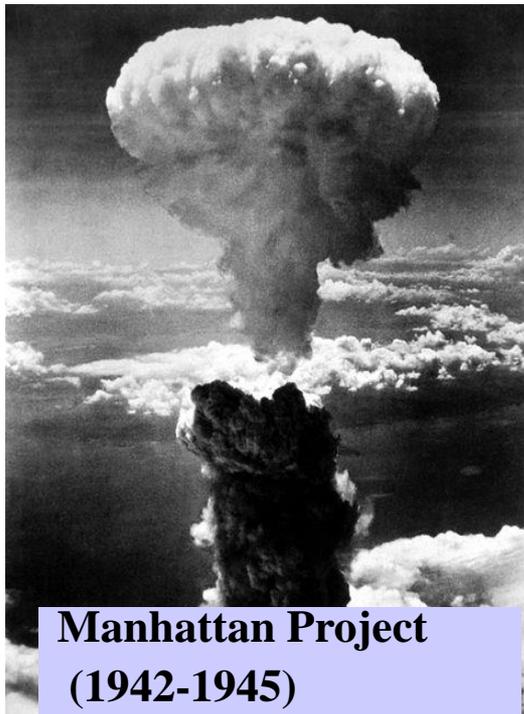


Lost Roots

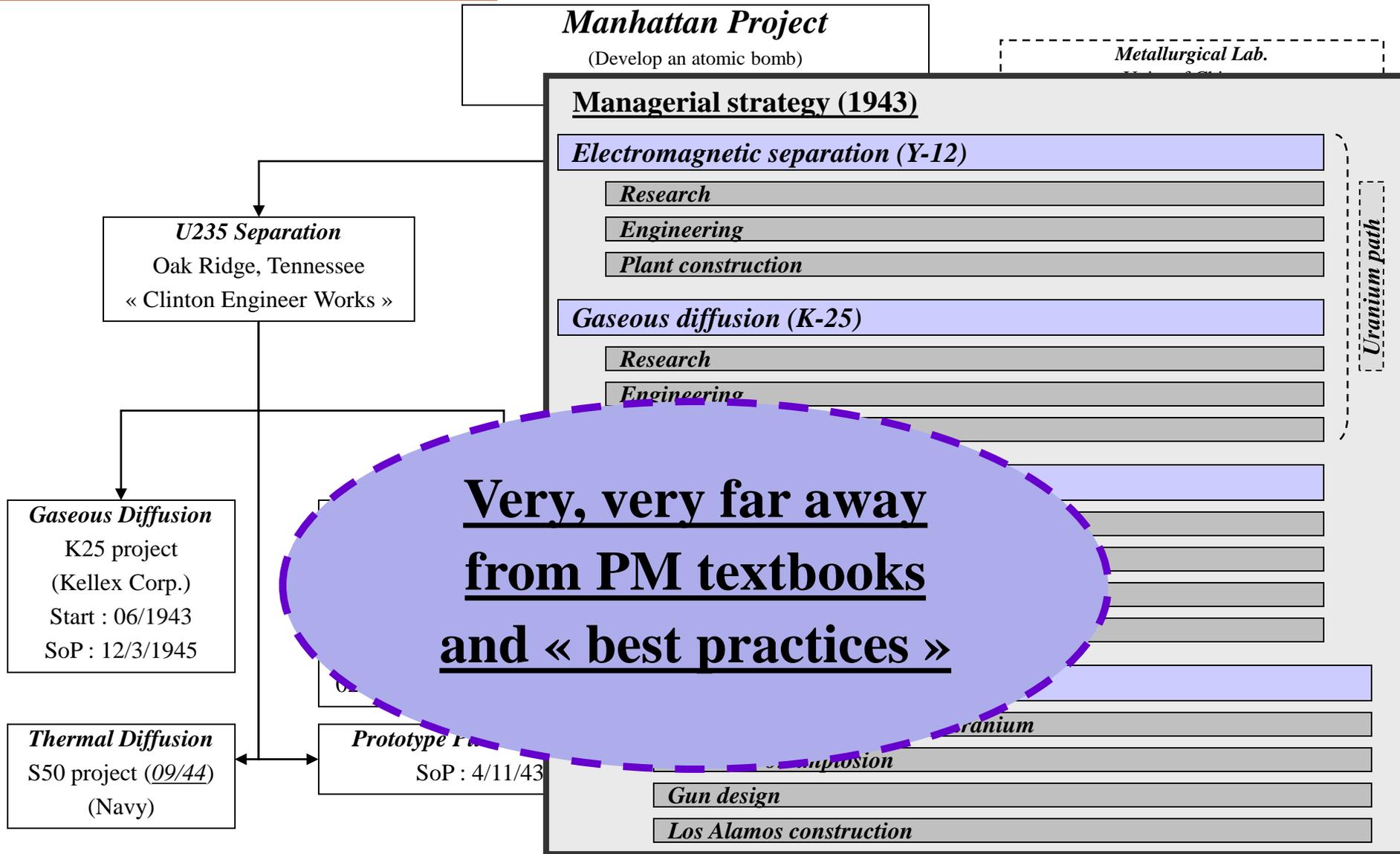
(Lenfle, 2008 & 2011; Lenfle & Loch, 2010)

La littérature contemporaine dominante sur le management de projet a oublié ses origines ou, plus embêtant, ne les a jamais comprises.

=> entre 1945 et les années 60 on assiste un à basculement vers un modèle de contrôle de l'exécution du projet... alors qu'il n'en a pas toujours été ainsi.



Manhattan in retrospect



« Parallel strategy » ? (PM BoK, 5th ed., 2013)

work, 548

O

Objective, 548
OBS. *See* Organizational breakdown structure
Observations, 116, 282, 548
Operational stakeholders, 13–14
Operations management, 12
OPM. *See* Organizational Project Management
OPM3®. *See* Organizational Project Management Maturity Model
Opportunities, 345–346, 548
Optimistic duration, 548. *See also* Duration
Organization(s)
 project management and, 14–15
Organizational breakdown structure (OBS), 245, 261, 548
Organizational characteristics, 21–26
Organizational charts, 131, 258, 292
Organizational culture. *See also* Cultural diversity
 project team composition and, 37

matrix organizations, 22–24
overlapping project phases, 43–44
projectized organization, 25
project-related characteristics, 21
reporting relationships and, 17

Organizational theory, 263
Organization charts and position descriptions, 261–262
 hierarchical-type charts and, 261
 matrix-based charts, 262
 text-oriented formats, 262
Output(s), 548
Overlapping project phases, 43

P

Parametric estimating, 170, 205, 548
Pareto diagram, 237, 548
Path convergence, 548
Path divergence, 548
Payment systems, 383, 548
PBOs. *See* Project-based organizations (PBOs)

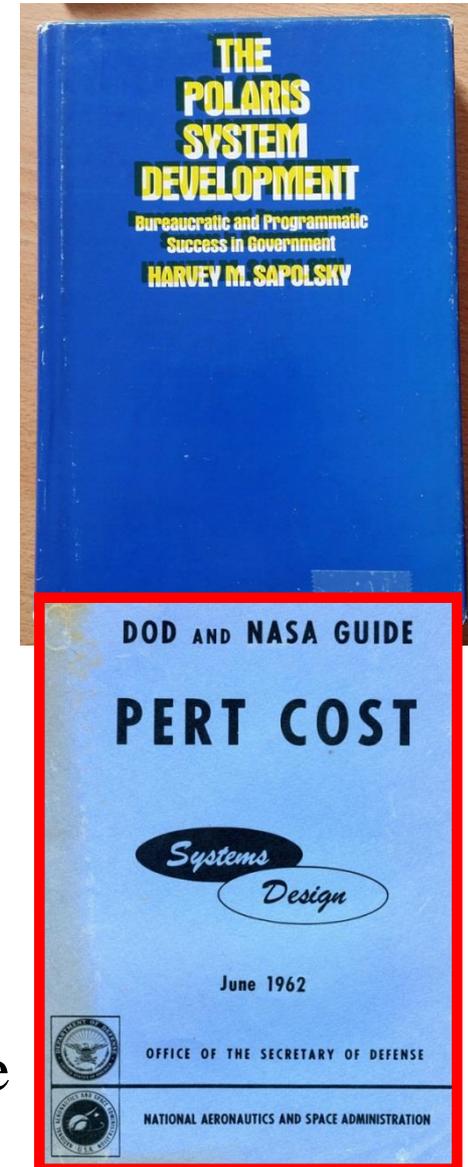


Polaris ou le grand malentendu

« *An alchemious combination of whirling computers, brightly colored charts, and fast-talking public relations officers gave the Special Projects Office a truly effective management system. It mattered not whether parts of the system functioned or even existed. It mattered only that certain people for a period of time believe that they did.* » (Sapolsky, p. 129)

C'est à PERT qu'a été attribué le succès de Polaris alors que la méthode était « *as effective technically [i.e. for project coordination] as rain dancing* » (Sapolsky, p. 246).

=> un vrai malentendu aux origines de la discipline



An archetype of rational PM

- The roots of project management methods (Morris, 1994; Johnson, 2002)...
- ... still in use today given
 - Technical complexity
 - Very high cost (300 M€ for a telecom satellite)
 - Irreversibility induced by launch in space.
- A wise solution to ensure quality of design work from the drawing board to the launch pad (~ growing TRL)
- Problems arise when this approach is blindly applied to all projects.

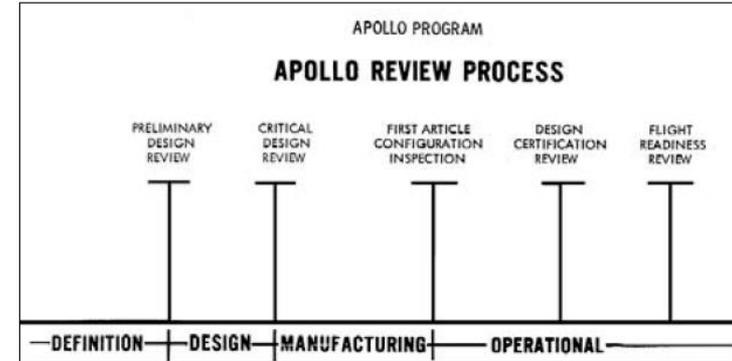


Figure 32. Apollo Review Procedures, the essential milestones. (Source: Robert C. Seamans, Jr., papers, MC 247, Institute Archives and Special Collections, MIT Libraries, Cambridge, MA.)

