



*Rationalité créative
et
Théorie de la conception*

Veri apriyatno

Armand Hatchuel

Mines ParisTech, PSL/ Chaire théorie de la conception (TMCI)/ CNAM octobre 2017

- I. Programme général : de la rationalité et du raisonnement créatif**
- II. Raison critique et Raison conceptive : anomalie constatée et anomalie désirée**
- III. La théorie de la conception : éléments de formalisme C-K et principaux résultats**
- IV. Des regimes de création contemporains**

Sources : publications de la chaire TMCI minesParistech

Programme général : rationalité de l'action collective créatrice

- Raison critique et raison conceptive
- Anomalie constatée et anomalie désirée

Maths : Forcing et théorie des fonctions génératives

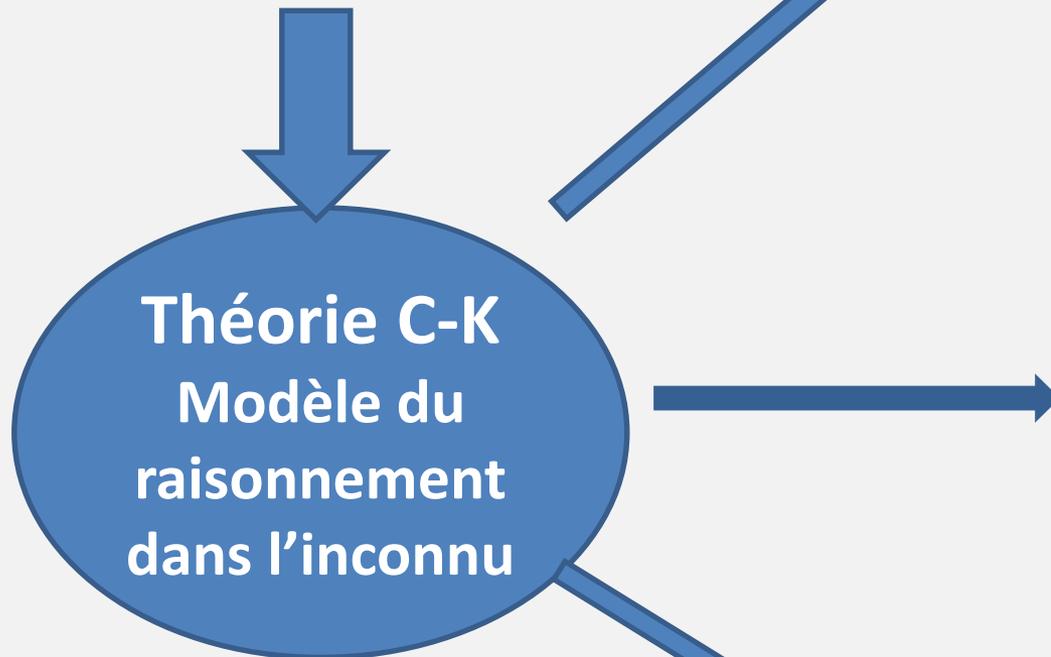
Philo : Épistémologie générique

Psycho : nouvelles approches de la créativité

Gestion

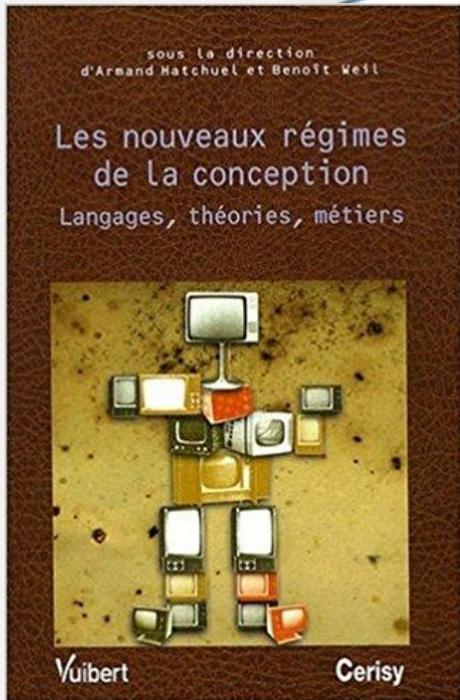
- théorie de l'entreprise
- Métabolisme et Gestion des collectifs de conception innovante et de Recherche

Histoire des activités de conception

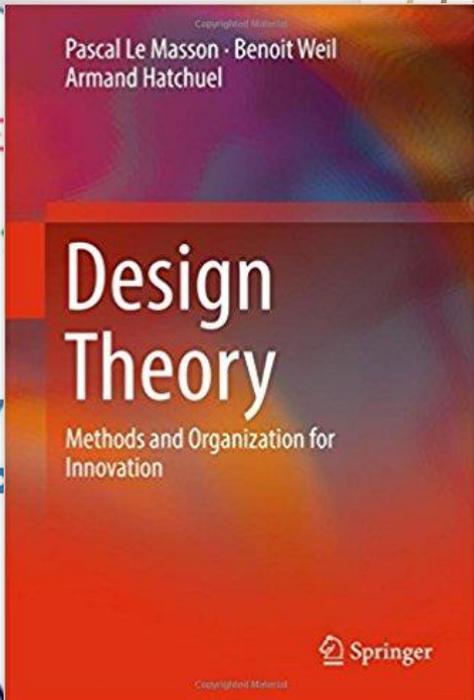


Théorie C-K
Modèle du raisonnement dans l'inconnu

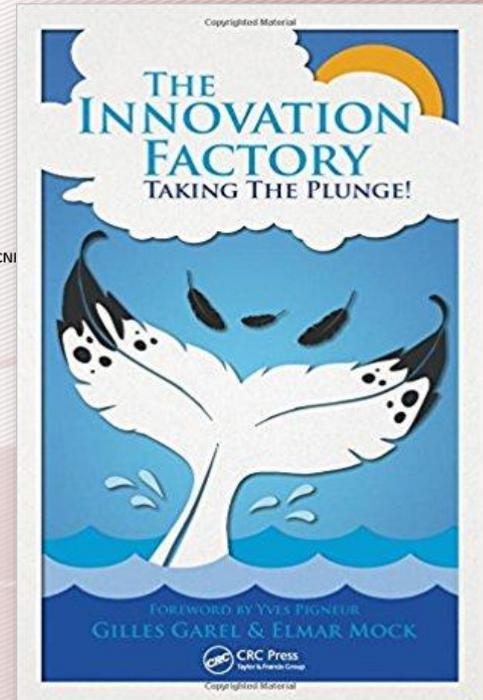
6 professeurs, 20 doctorants,
nombreux chercheurs associés



Chair
in theory
Methods for
Innovation



8th International Workshop on
DESIGN THEORY
Special Interest Group



ellon University
eachers College
n Business School
arsité
sity of Technology
hool of Management
for Applied Ontology, ISTC-CNI
niversity
ets Institute of Technology
sTech
di Bari
di Minalo
ue
niversity
niversity
risTech
niversity
ersity
e de Lisboa
Politécnica de Catalunya
Dauphine
e Grenoble
e Montréal
Paris Saclay
of Bristol
of Cambridge
University of Huddersfield
University of Michigan



Organized by the Chair of Design Theory and Methods for Innovation | CGS – MINES ParisTech
Contact: akin.kazakci@mines-paristech.fr - stephanie.brunet@mines-paristech.fr

Programme général :

construire une théorie de la rationalité de l'action collective incluant le raisonnement créateur (conceptif, génératif...),

- **Compléter la rationalité classique**
 - Logique classique et critère de la vérité= théorie de la vérité constatable
 - Limites de la rationalités fins-moyens (Weber), de la rationalité stratégique: fins inconnues ? Logique du futur ? Logique du sujet et du collectif (réception creatrice) dans l'inconnu ?
- **Poser les conditions de possibilités du Raisonnement à partir d'un « inconnu désiré » ? Quelle cohérence ? Conditions de possibilités ?**
- **Distinguer Incertain \neq inconnu :**
 - Le prix du blé, la taille des œufs, le nom du président sont incertains (théorie des probabilités) : incertain = **décidabilité subjective (bayes)**
 - La forme de la vie sur Mars ou la prochaine oeuvre d'art contemporain sont inconnues : **inconnu = indécidabilité !!**

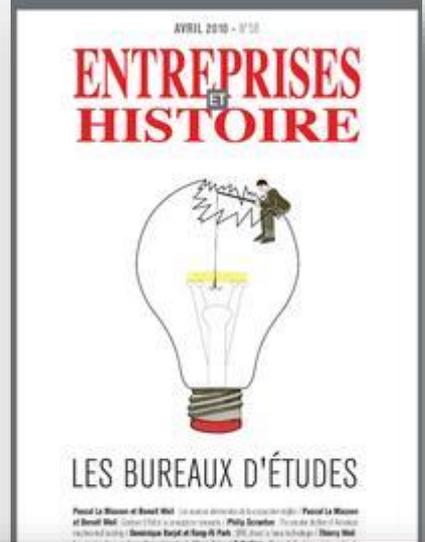
Ce que montre la théorie de la conception (théorie C-K) :

formalisme de la raison conceptive (Hatchuel et Weil 2003)

- **Le raisonnement général de conception :**
 - ✓ la formulation d'un inconnu désirable
 - ✓ expansion des définitions des objets : C-Expansion
 - ✓ Expansion et ré-ordonnancement des connaissances et des interactions : K-expansion (K-reordering)
 - ✓ Transformation des sujets et des régimes de socialisation
- **Epistémologie générique (AF. Schmid) :**
 - Retrouve la tradition de la raison conceptive
 - Explique la rationalité particulière et conditionnelle des idées folles, utopies, et imaginaires expansifs
 - Pourquoi nous sommes riches ?
 - ressources faciles (eau, nourriture, loisirs...), ou parce que nous décidons bien, ou échangeons bien ?
 - parce que nous avons été capables de raisonner à partir de nos inconnus désirables (médecine, routes, aqueducs..) : mauvais décideurs, bons concepteurs naturels.

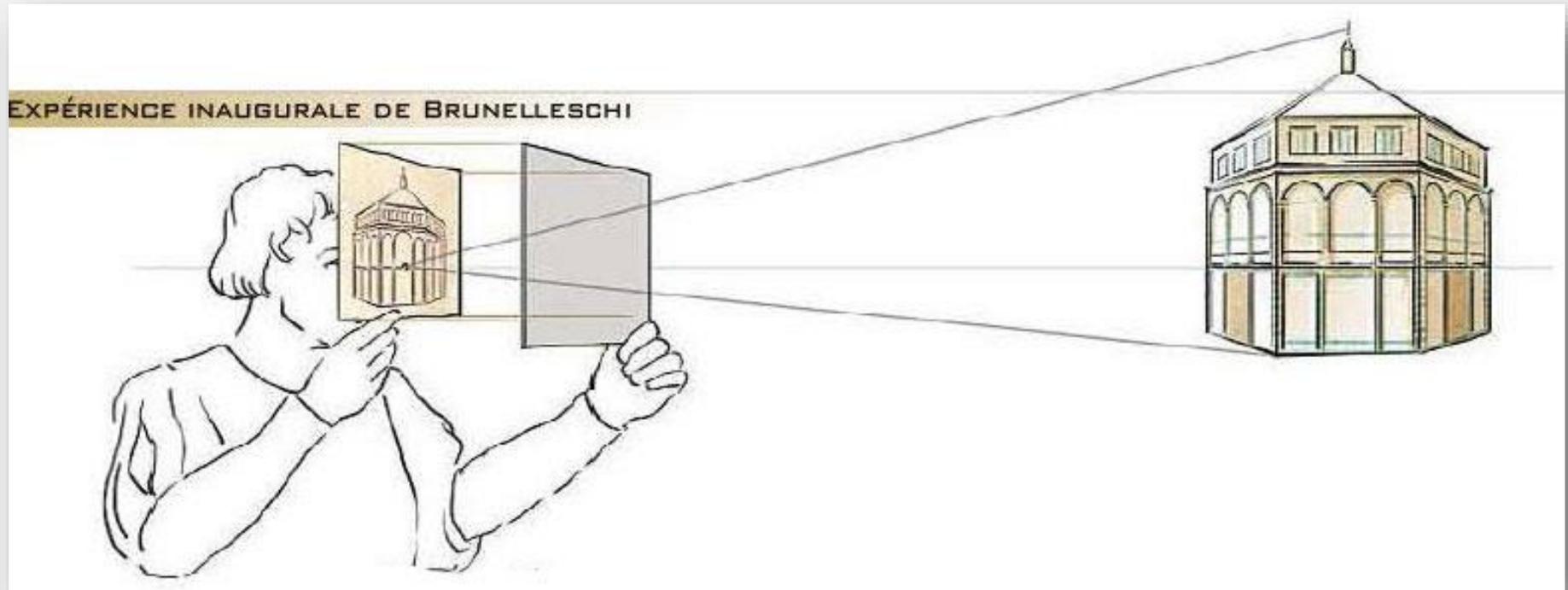
Pourquoi cette théorisation de la conception s'est-elle cristallisée en sciences de gestion ?

- parce que l'entreprise moderne est inséparable de l'idée d'innovation intentionnelle et non aléatoire,
- les bureaux d'études et grands labos de recherche de la fin du 19 è siècle sont les premiers lieux et collectifs de conception de l'histoire (cf Tournant fayolien)



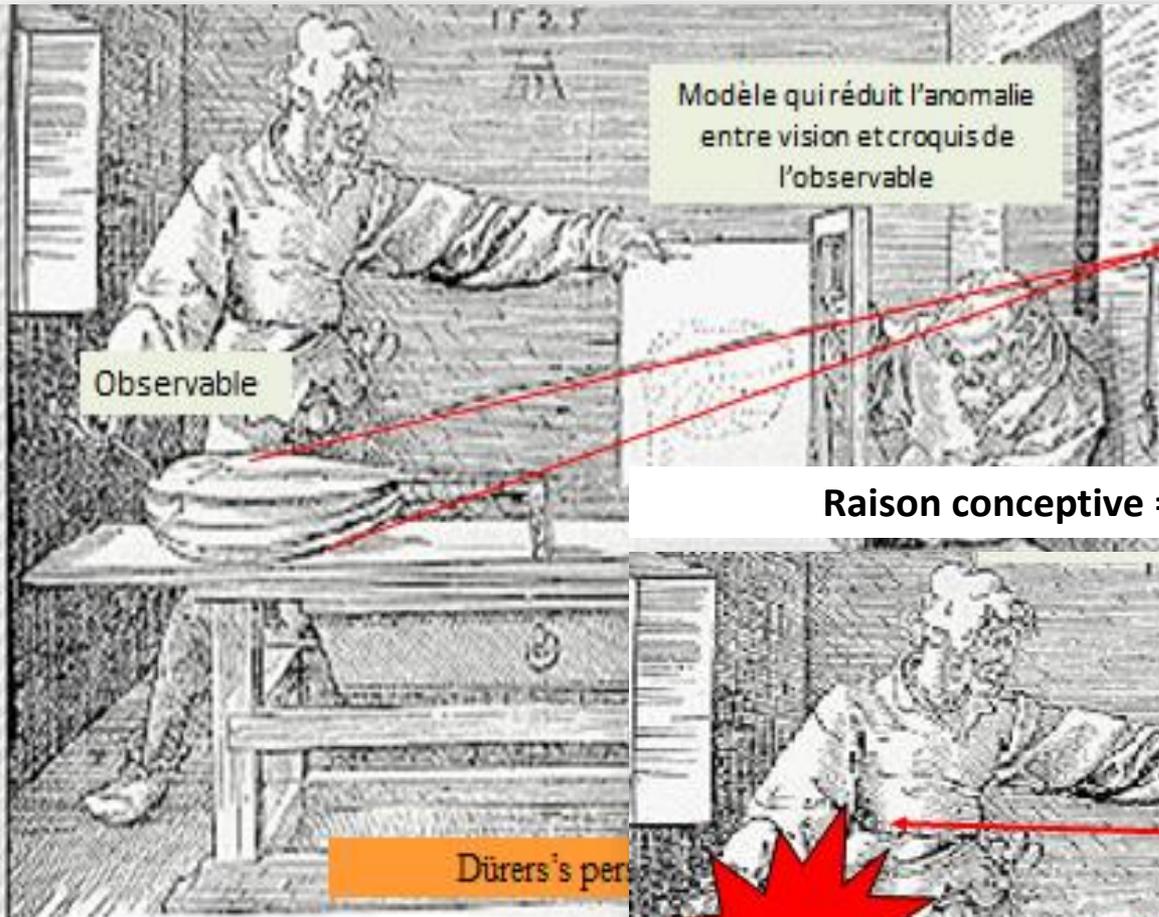
- **Raison critique et Raison conceptive : du raisonnement dans l'inconnu**

La raison critique : les lois du trompe-l'oeil



La perspective et le miroir de Brunelleschi

Raison critique et compréhensive

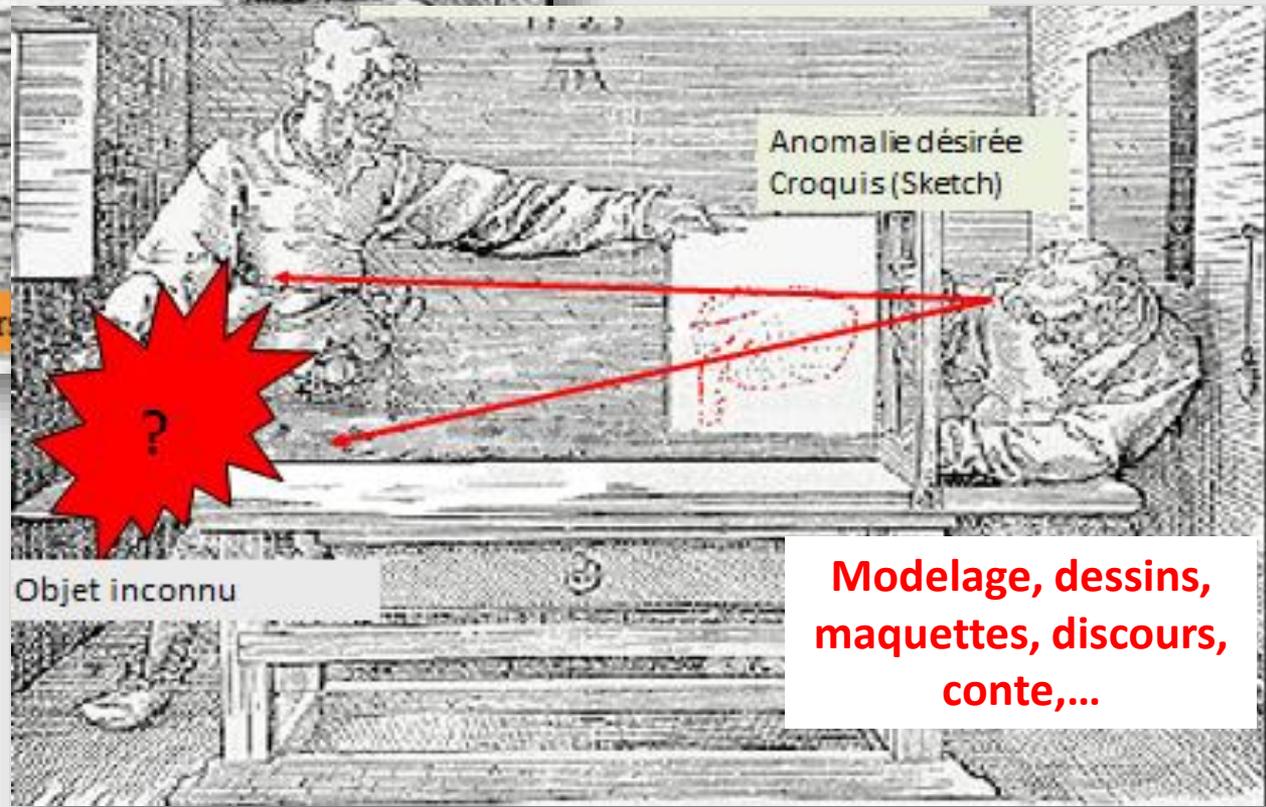


Modèle qui réduit l'anomalie entre vision et croquis de l'observable

Observable

Dürer's per

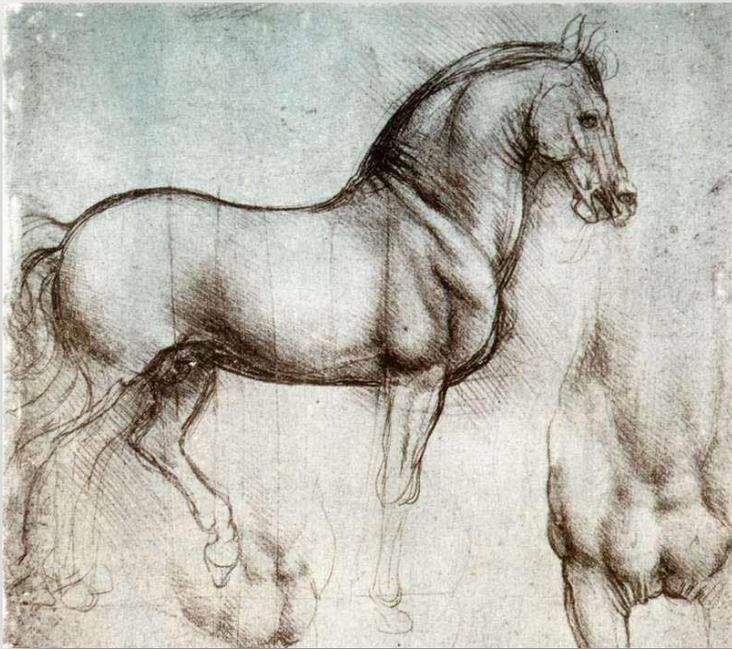
Raison conceptive = inversion du perspectographe



Anomalie désirée Croquis (Sketch)

Objet inconnu

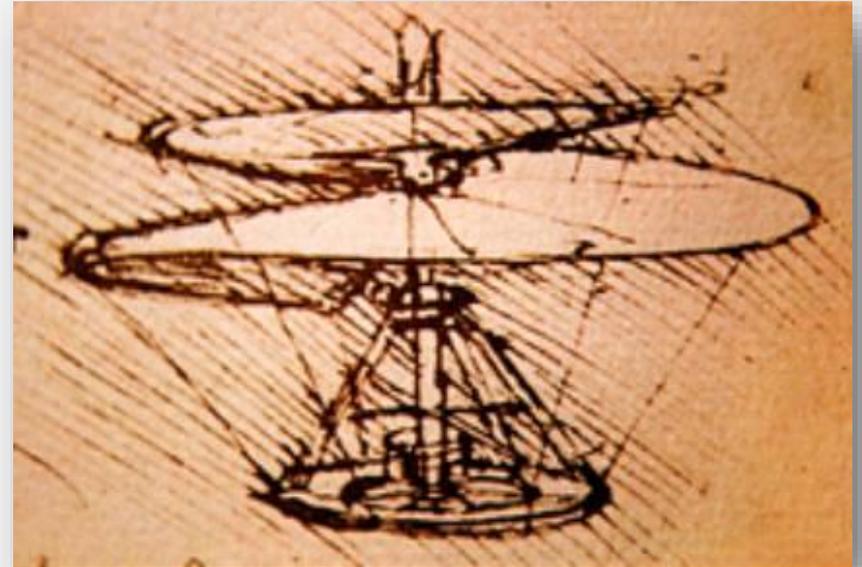
Modelage, dessins, maquettes, discours, conte,...



Raison critique :

- **anomalies constatées**
- Inconnu : Réel déjà là, observable, à re-connaître
- But : Réduire l'écart entre un état des connaissances (modèles) et des observations subies ou provoquées

Comprendre le galop du cheval



Raison conceptive (créative)

- **anomalies désirées**
- Inconnu : chimère, « Imaginaire », inobservable, à concevoir
- But : faire exister par la construction d' artefacts observables (modèles)

Concevoir un avion électrique ou un système d'aide aux personnes âgées



**Raison critique ou raison
conceptive ?**

Raison critique (compréhensive) et raison conceptive

• Raison ? Rationalité ?

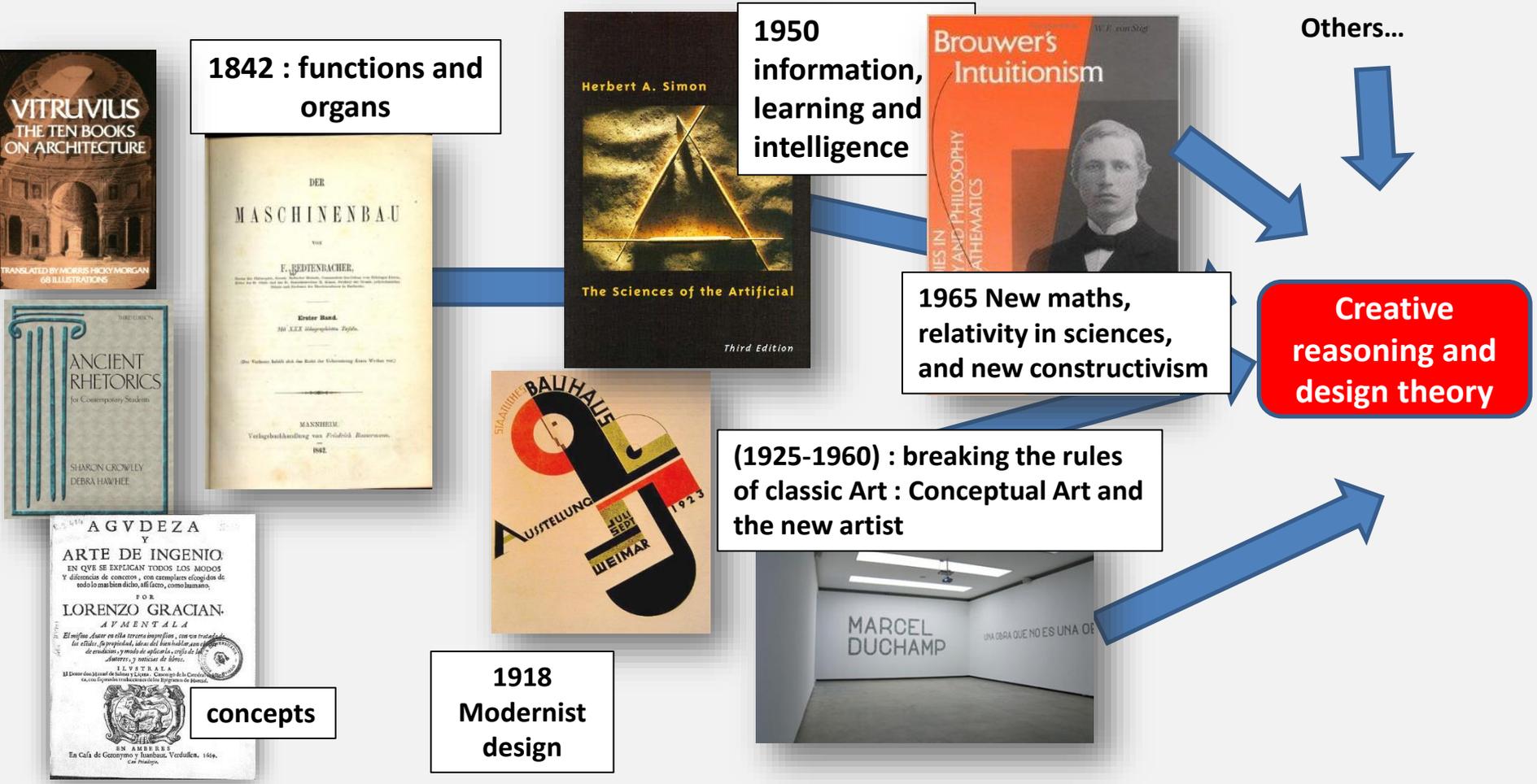
➤ Tradition dominante = Raison critique et compréhensive :

- philosophie et sciences « réalistes » /observabilité/independance du sujet
- Langage « clair » : représentation du connu
- critères du vrai et de la connaissance : incertitude d'occurrence
- critères logiques : tiers exclu, non-contradiction

➤ Raison conceptive ?

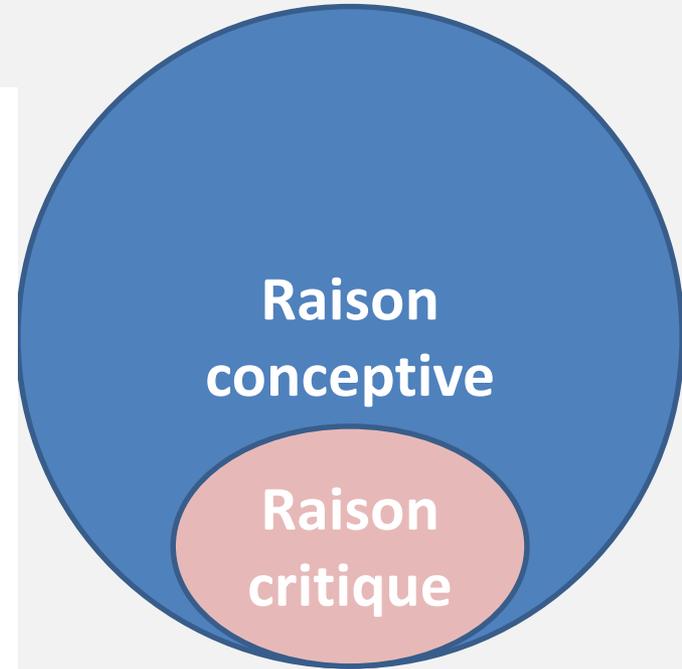
- tradition ancienne (vitruve, poiesis, conceptismes..) et récente (constructivismes...)
- Langage génératif : puissance et présentation de l'inconnu
- Creation/generation « d'objets » inconnus : imaginaire génératif (≠/= imaginaire par simulation idéale); Logique conceptive : raisonnement rationnel dans l'inconnu (pas de tiers exclu, pas d'omniscience,
- Interactions « sujet/creation/sujet »

Raison conceptive : une tradition ancienne à recomposer



Pas d'antinomie entre les deux raisons: emboitement

- raison conceptive contient la raison critique mais s'étend au-delà ; complémentarité =
- **La raison conceptive est indispensable à la rationalité critique** : les anomalies désirées gouvernent la production de connaissances !
- **La raison conceptive** en créant de nouveaux artefacts stimule la connaissance et la découverte (Art, science)
- **La raison critique** en filtrant et re-organisant les connaissances nourrit et socialise la recherche conceptive



$$\sqrt{2}$$


$$i^2 = -1$$

**Comment modéliser l'interaction
entre raison critique et raison
conceptive?**

**Introduction à la théorie de la
conception**

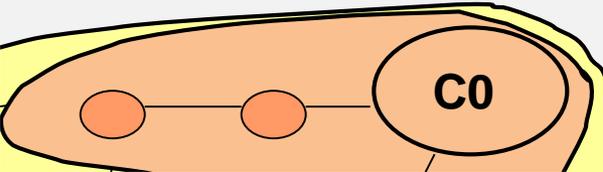
II. La théorie de la conception : éléments de formalisme C-K

Introducing C-K theory : the dual expansions

Concept

Knowledge

The departure point C0 : a desirable unknown system diagnosis », « a post-modernist chair », « a cargo tracte



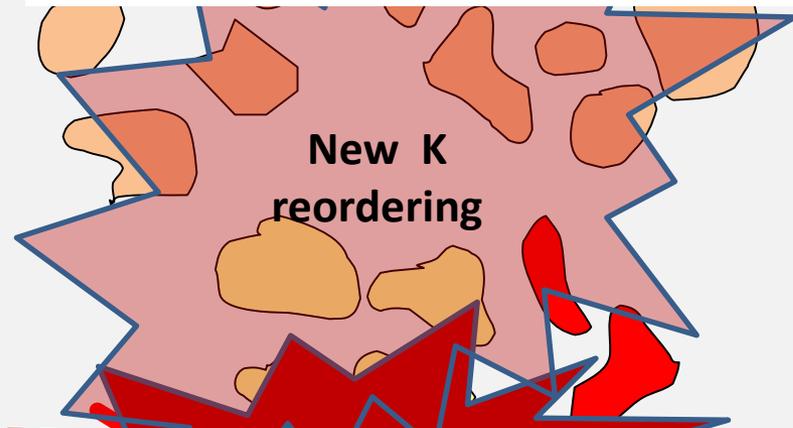
Creative divergence needs...

« a cargo tracte by Kite»

a potential new object : a « chimera »

...organized new convergence

Ancient K or (existing)



New K reordering

« New object » (conventional)

New K

C-Expansion : tree-structured evolution of concepts (designs)

ecosystem of knowledge sources

Théorie de la conception C-K (Hatchuel et Weil 2003)

Concepts (C)

Logique de conception

anomalies désirées sont des propositions indécidables

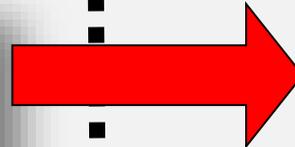
- Les nouvelles « choses » se forment par expansion : ajout de nouveaux attributs et validations
- Revision des définitions d'objets

Un bateau qui vole
et qui n'est pas un hydravion



Concepts (C)

Un bateau qui vole et qui n'est pas un hydravion (technique)

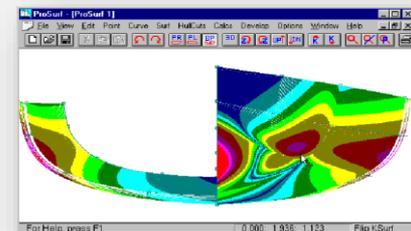


Knowledge (K)

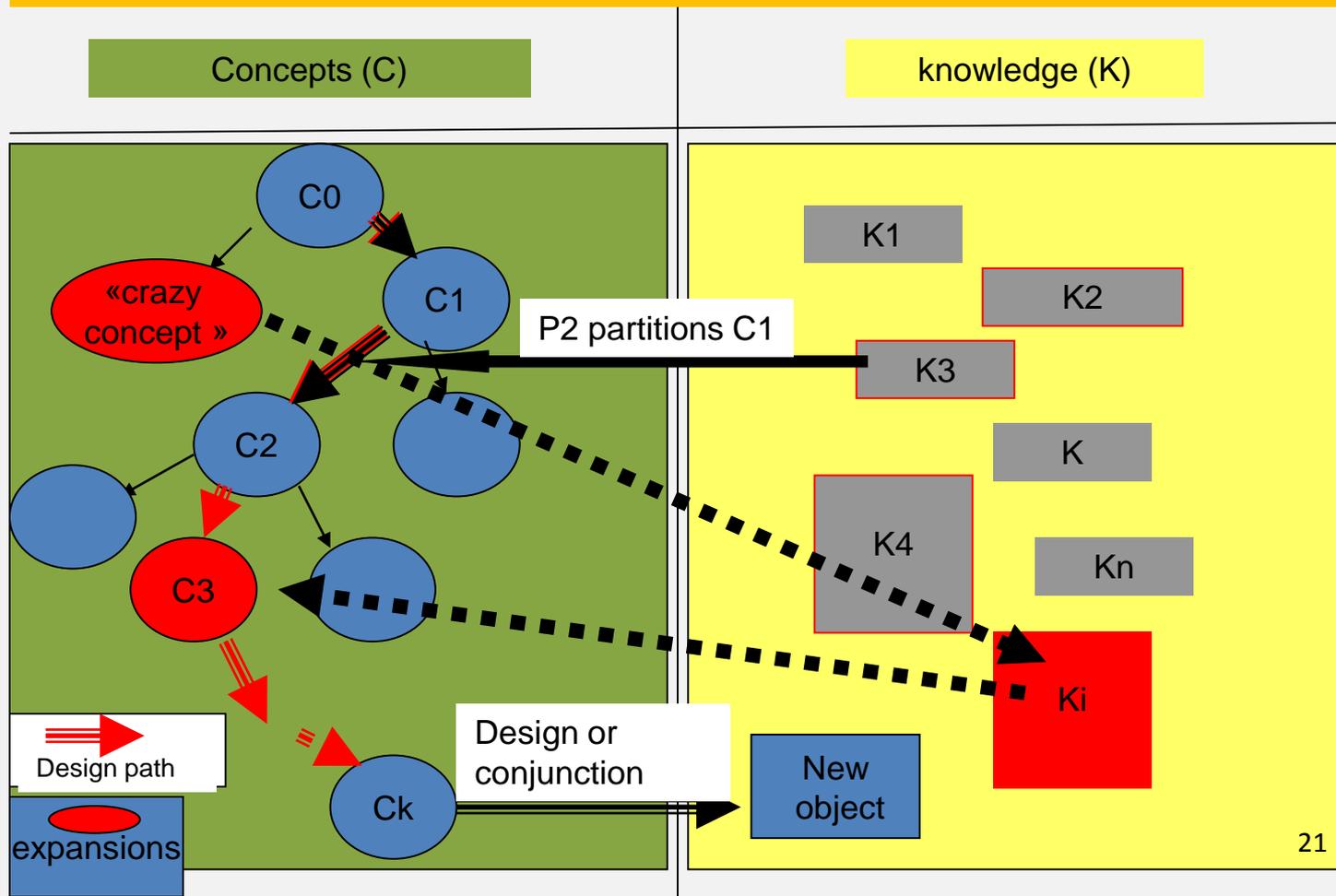
- Propositions « vraies » sur les choses ou les gens (Sciences)

- Formuler et « expandre » les concepts
- lutter contre les fixations conceptuelles (définition des objets).
- tester les concepts

Tester des concepts génère de nouvelles connaissances K



C-K theory explains the rationality of crazy concepts...



Creating values and tuning breakthroughs

Variety and structuring of concepts

New knowledge generated

Exemple de

Variété des solutions

↓ Le passage au niveau inférieur est **trop rapide** : une fois l'impasse technique avérée, il sera nécessaire de remonter dans l'arbre de raisonnement. Or il n'y a pas d'alternative à « ordre d'ouverture donné sans les mains ». Les acteurs ne savent pas comment rebondir : abandonner complètement l'idée de tirer parti du VSC2, ou continuer l'escalade technique

↓ Le scénario bras chargés est une **configuration étroite**. Configuration très particulière d'usage, qui implique de fortes contraintes. Configuration qui force l'exploit technique.

↑ Ce bouquet de solutions est bien **tourné vers la valeur à l'usage**

Révision de l'identité

Originality and power of identity revision : generation of experiences

pas donné lieu à l'apparition d'un nouveau concept. Easy pour, il ne s'appuie pas sur un corpus de connaissances sur une déclinaison assez prévisible du concept initial

Connaissances produites

↓ L'état des lieux concurrence n'est pas formalisé

↓ Pas de connaissances sur les usages

↓ Les connaissances produites permettent seulement de jouer au niveau de la conception de détail

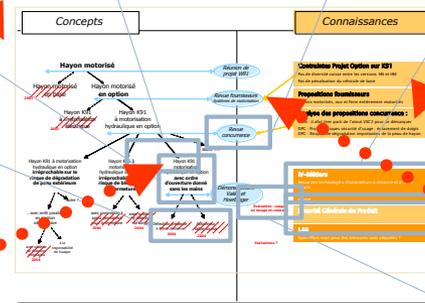
Robustesse de l'évaluation

↓ La facilité d'usage des solutions proposées n'a pas été validée

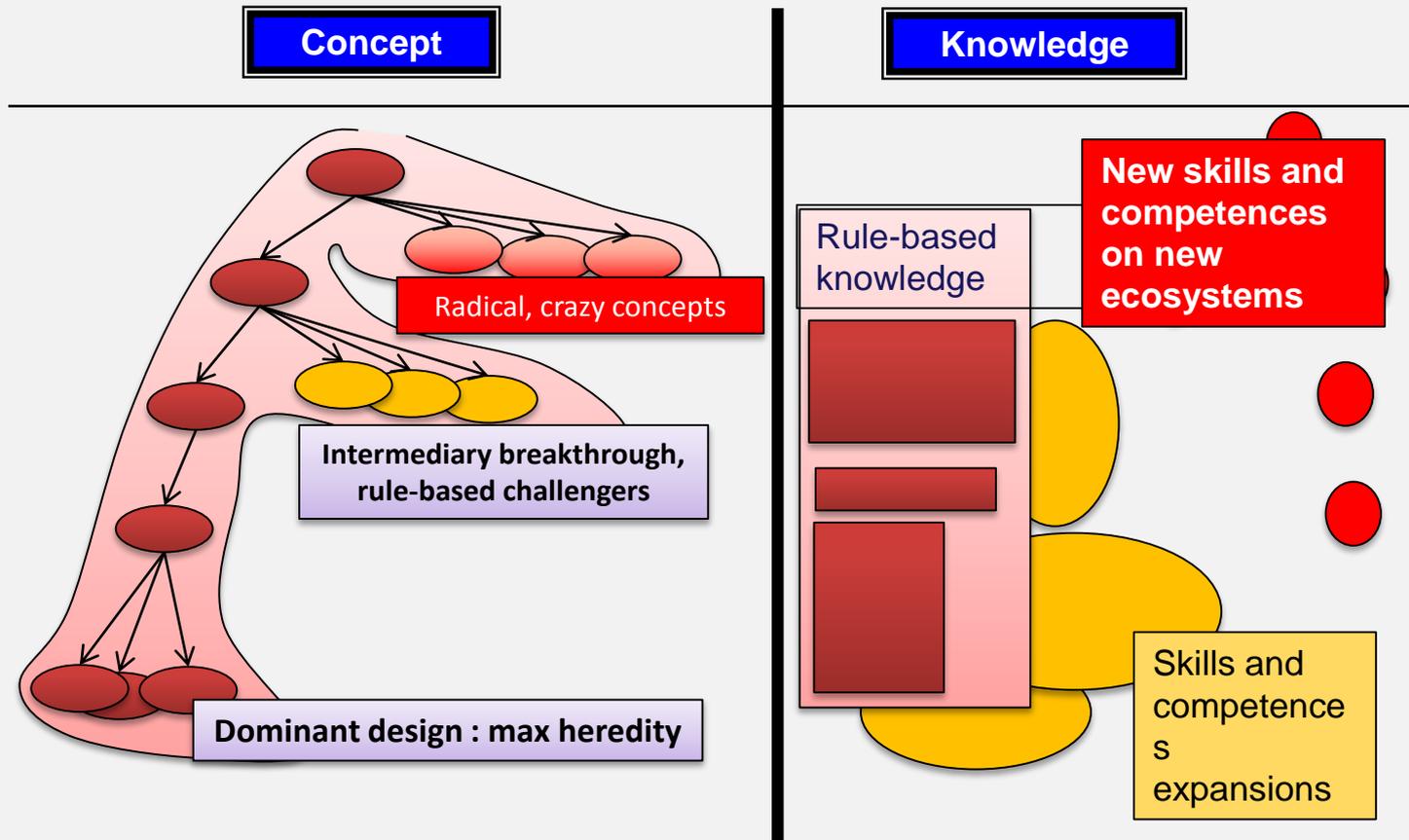
↓ La nécessité des alternatives du point de vue de la Sécurité Générale du Produit n'a pas été validée

↑ Le test du jet d'eau permet bien d'éliminer légitimement ces solutions

Robustness of solutions : users tests and prototypes



Tuning the level of disruption !



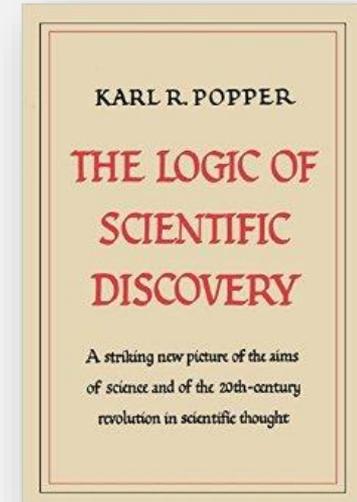
Une condition centrale de la raison conceptive : « splitting condition » :

The generation of new objects obeys a « splitting »
condition :

- no determination by initial knowledge : new K
- no modular instance of old ones : new C.



Quelques résultats de recherche



What meant teaching creative Design at Bauhaus ?

Teaching easthetics, empathy, emotion ? Itten and Klee did also something else !

- Rejected fixed views of color, form, composition,
- installed a new language about color, form and composition that ...warrants the « splitting condition » for generative processes : « *no modularity, no determination* » !

Does it tell us something about contemporary teaching of creative reasoning ?

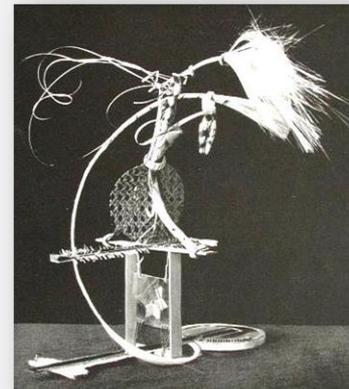


DESIGN THEORY AT BAUHAUS: IMPROVING DESIGN CAPACITIES OF CREATIVE PEOPLE?
A MATHEMATICAL APPROACH OF DESIGN CAPACITIES AND CREATIVITY

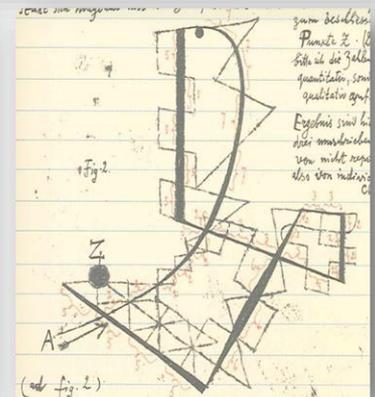
Authors:

Pascal Le Masson⁽¹⁾, Armand Hatchuel⁽¹⁾, Benoit Weil⁽¹⁾

⁽¹⁾ MINES Paristech, CGS- center for management science.



Johannes Itten
introductory course



Paul Klee
course

What is specific to engineering design ?

- **Engineering Design theory** frees the designer and the user from fixated relations between desires and organs
- **Ruled based engineering** : New Knowledge allows regeneration without major conceptual change : any element, organ, can be reviewed, revised, changed...
- **Creative engineering** : major conceptual and knowledge change ; new identities of objects and crafts



Research in Engineering Design
April 2013, Volume 24, Issue 2, pp 105-126

Date: 21 Sep 2012

Design theories as languages of the unknown: insights from the German roots of systematic design (1840–1960)

[Pascal Le Masson](#), [Benoit Weil](#)



Article Metrics

Design theory and scientific discovery

- **There is no direct link between observations and discoveries** : new concepts are designed !

Research in Engineering Design
April 2013, Volume 24, Issue 2, pp 201-214

Date: 04 Sep 2012

Creativity and scientific discovery with
infused design and its analysis with C–K
theory

[Offer Shai](#), [Yoram Reich](#), [Armand Hatchuel](#), [Eswaran Subrahmanian](#)



- **Mathematical reasoning is a special case of design theory** : there is even a general design theory within Set theory called Forcing (Paul Cohen Fields medal 1963)
- **An ontology of design is now possible at a high general level.**

Research in Engineering Design
April 2013, Volume 24, Issue 2, pp 147-163

Date: 25 Oct 2012

Towards an ontology of design: lessons
from C–K design theory and Forcing

[Armand Hatchuel](#), [Benoit Weil](#), [Pascal Le Masson](#)



Revisiting creativity with theory-driven experiments (with LaPsyDé)

- **Impact of examples on creativity** : solving a paradox of the creativity literature : design theory predicts that examples influence both Concepts and Knowledge → amplification of fixation and stimulation depends on the « C-K position » of the example.
- **Confirmation** : standard examples are overfixating; original examples are defixing in two ways
- **Confirmation** : the « creative leader » stimulates Design by defixing examples

The Impact of Type of Examples on Originality: Explaining Fixation and Stimulation Effects

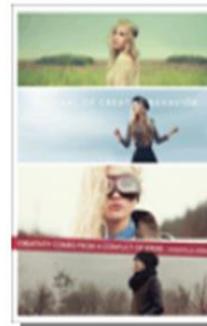
Marine Agogué^{1,*}, Akin Kazakçı¹, Armand Hatchuel¹, Pascal Le Masson¹, Benoit Weil¹, Nicolas Poirel^{2,3} and Mathieu Cassotti²

Article first published online: 18 NOV 2013

DOI: 10.1002/jocb.37

© 2013 by the Creative Education Foundation, Inc.

Issue



The Journal of Creative Behavior

Volume 48, Issue 1, pages 1-12, March 2014

New methods for collaborative creation : KCP workshops

- Combining the two preceding findings : defix intensively and generate new knowledge intensively
- Principles of KCP labs
 - ✓ **K phase** : Find what is not known before trying to be creative (defixation in K)
 - ✓ **C phase** : Force exploring provocative concepts (defixation in C)
 - ✓ **P phase** : Organize the « nesting » of new innovative projects.
- ✓ **Validation in vivo** (> 100 cases, executive seminars) consistent with laboratory experiments



**Conclusion :Hypothèses sur
les Régimes de création
contemporains**

Classic innovation regime

Baldwin locomotives
systematic engineering and science

Design Department « D » :
functional analysis → solutions



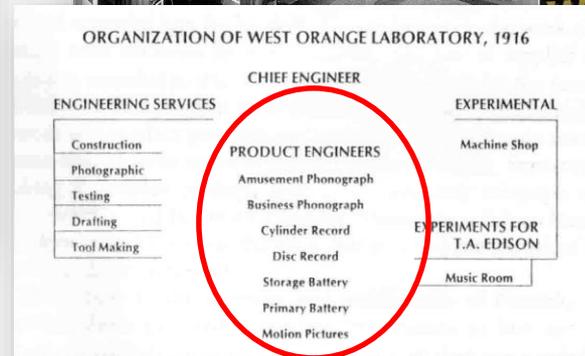
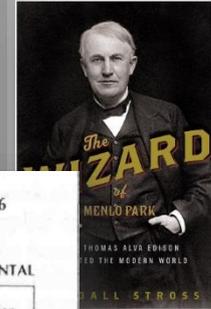
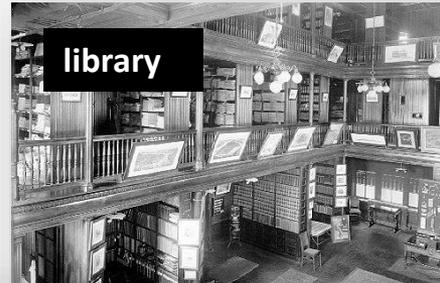
Factories and Laboratories « R »



GENERAL VIEW OF THE BALDWIN LOCOMOTIVE WORKS.

Intensive innovation regime

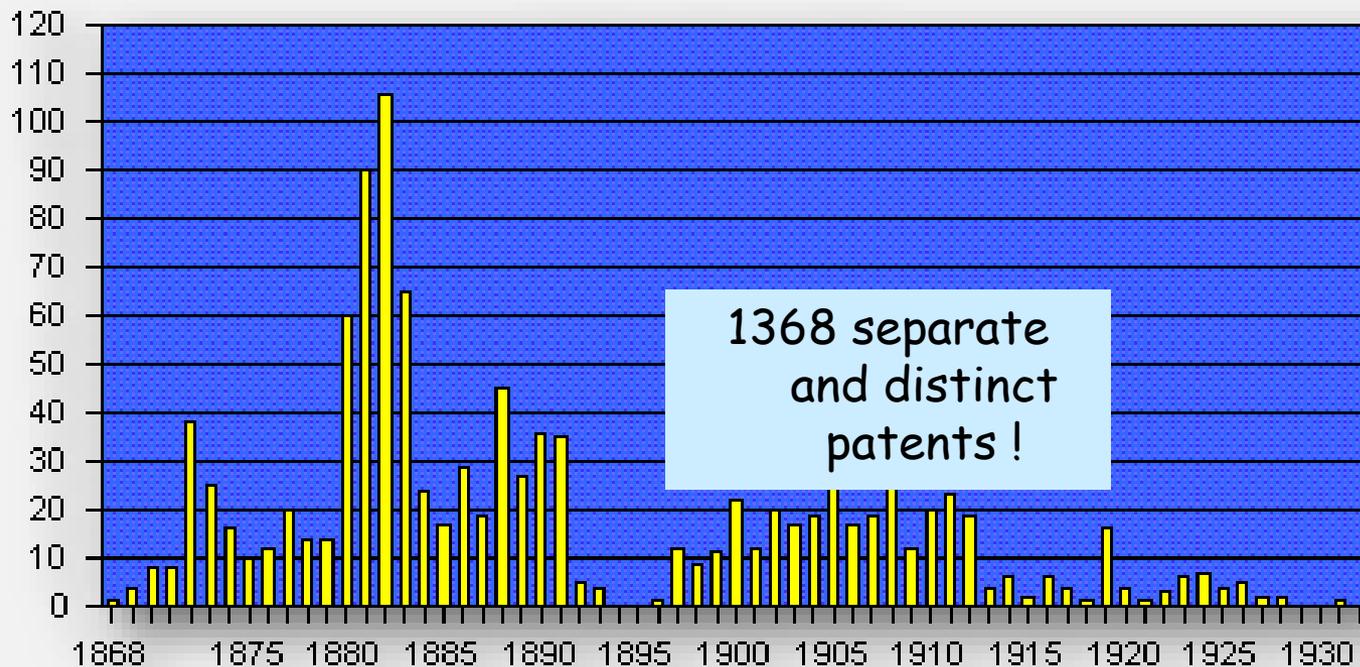
Edison Laboratories
Creative design and science



« I »
Lab

A model that can be well
interpreted with C-K theory

Edison: An incredible range of innovative products !



Andre Millard, *Edison and the business of innovation*, (Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1990).

Paul Israel, *Edison: A Life of Invention* (New York: John Wiley and Sons, 1998).

- **Electricity** : power station, filament, complete systems, electrical motors, railroad applications, electric cars, batteries, universal electric motor...
- **Sound** : recording, reproducing, amplifying, selling (entertainment), dictating machines (business), telescribe,...
- **Picture** : kinetoscope, kinetographe, studio,...
- **And others !** magnetic ore separation, X-ray tube, cement...

Hypothèses générales à explorer :

Dans tous les domaines opèrent des transformations similaires qui montrent l'activation des schèmes généraux de la raison conceptrice

- 1. H1 : Passage d'une générativité « réglée » et « disciplinaire » à une générativité « intensive », « multinomiale » et « ouverte »**
 - Rupture et renouvellement des lignées et des formes canoniques
 - Renouvellement des disciplines, des « mondes », des ontologies
 - Genèse de nouvelles identités, de nouveaux objets et de nouveaux régimes de jugement

- 2. H2 : Transformation et hybridation des régimes de création**
 - Hybridation des pratiques et des méthodes
 - Brouillage des frontières
 - Renouvellement des régimes sociaux et économiques de la création



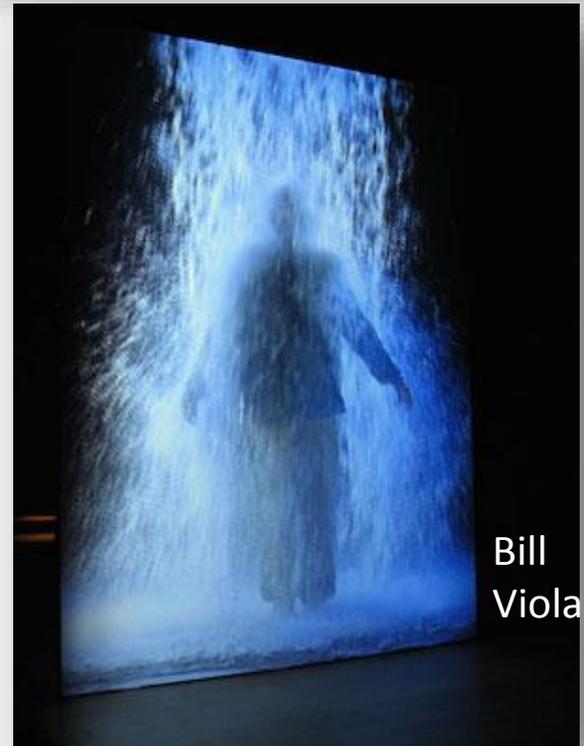
Olafur
Eliasson



Anthony
Gormley



Christian
Boltanski



Bill
Viola



Jacques HADAMARD

ESSAI

SUR LA

PSYCHOLOGIE DE L'INVENTION

DANS LE

DOMAINE MATHÉMATIQUE

Henri POINCARÉ

L'INVENTION MATHÉMATIQUE



ÉDITIONS
JACQUES GABAY

Grothendieck et la liberté

(telle que lui-même en parle dans « La Clef des Songes »,
à partir d'extraits rassemblés par Laurent Lafforgue)

Présentation

Alexandre Grothendieck est l'un des mathématiciens les plus créatifs et les plus singuliers de l'Histoire.

Quiconque connaît un peu son oeuvre ou sa vie sent confusément que sa recherche mathématique puis spirituelle a été marquée par un caractère particulier de liberté.

MATHÉMATIQUES
Un dépaysement soudain

Participants and topics include:
 Hiroshi Sugimoto, Sir Michael Atiyah, Tadanori Yokoo, Jean-Pierre Bourguignon, Beatrix Milhazes, David Lynch, Misha Gromov, Alain Connes, Takashi Kitano, Patti Smith, Cécile Villani, Nicole El Karoui, Bruce Alberti, Ergo-Rebets (IMPA-LADR), Michel Cossé, Davi Kopenawa Yanomami, Raymond Depardon et Claudine Nougaret, Don Zagier, Satellite Planck (ESA) + Grand Collisionneur de hadrons (LHC), Jean-Michel Alberola.

Mathematical symbols and formulas: $R_{\text{sur}} = \frac{1}{2} \sum_{i,j} R_{ij} = \frac{R_{ij}^2}{2}$, $A_i \rightarrow A_i - A_i - A_i - A_i$, $B_i \rightarrow B_i - B_i - B_i - B_i$, $A_i \geq B_i, i = 1, 2, 4, 5 \Rightarrow A_i \geq B_i$, $EN = \infty$, $KE = \infty$, $EN \neq KE$, $E = M$, $\int_0^1 \left(\frac{x}{\sqrt{n}} \leq i\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2/2} dt$.

Fondation Cartier pour l'art contemporain

Le génie mathématique,
du théorème des quatre couleurs
à la classification des groupes

Georges Gonthier

Amphi 25
4, place Jussieu
75005 Paris
Metro Jussieu

27 novembre 2012 - 18h00

Colloquium d'Informatique
de l'UPMC Sorbonne Universités

contact : colloquium@igf.fr
http://colloquium.igf.fr

Georges Gonthier est chercheur au laboratoire de Cambridge de Microsoft Research, après avoir été à Paris et aux Bell Labs. Ses travaux sont des systèmes embarqués (langage Esterel, fusée Ariane) aux modèles de la concurrence et de la sécurité (jeux-coopératifs).

Après avoir formalisé la preuve du théorème des quatre couleurs en 2005, il a créé l'équipe de l'Laboratoire Microsoft Research - Paris qui vient de compléter la formalisation du théorème de Feit-Thompson. Il a reçu en 2011 le Grand Prix d'Informatique de la Fondation EADS.

Logos: CNRS, LIP, UPMC SORBONNE UNIVERSITÉS

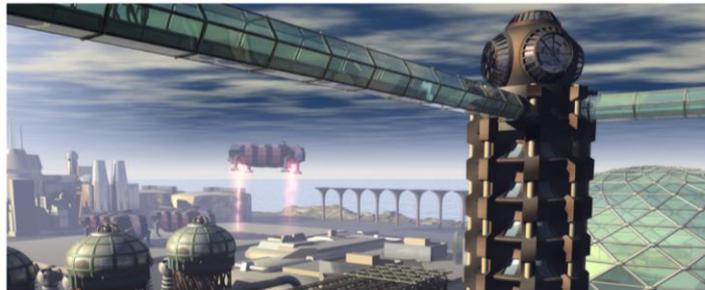


A PARTNERSHIP WITH YOU TO INVENT THE FUTURE

[HOME](#) [ABOUT](#) [ACTIVITIES](#) [USEFUL LINKS](#) [CONTACT](#)



THE FOUNDATION



The Creative Science Foundation is a non-profit organization set up (under the framework of a limited company) to research, support and promote the application of methods that encourage creative thought processes as part of supporting science, engineering, business and sociopolitical innovation through various activities such as organising or sponsoring vacation-schools, workshops, seminars, conferences, journals, publications and projects. Unlike

- **Enjeux pour la recherche ?**

- Théories et conditions générales des régimes de création
- Nouveaux régimes de la pensée (models of thought and mind), de la rationalité, nouveaux espaces philosophiques ?
- Nouvelles organisations du savoir ?
- Nouveaux modèles de la création collective? Ethique et Humanisme des processus ouverts de création ?

- **Enjeux des nouvelles pédagogies**

- **Enjeux politiques :**

- Problèmes, Limites et apprivoisements des régimes de création contemporains ?
- Régime de création et capitalisme : Alliance ou émancipation ?
- Modes et bulles de la création : résister à l'emprise et aux leurres ?
- Nouveaux collectifs d'appropriation et de création ?

Une analogie : la raison conceptive se diffuse comme l'esprit scientifique = régime de pensée, régime de création, régime de sociabilité (et de subjectivation)

