

Sous-Ensembles Flous

Outil pour le traitement des systèmes complexes

A.Makarovitsch

avec les conseils de Michel Bloch et Georges Lopicard

Groupe Emergence

11 Sept. 2006

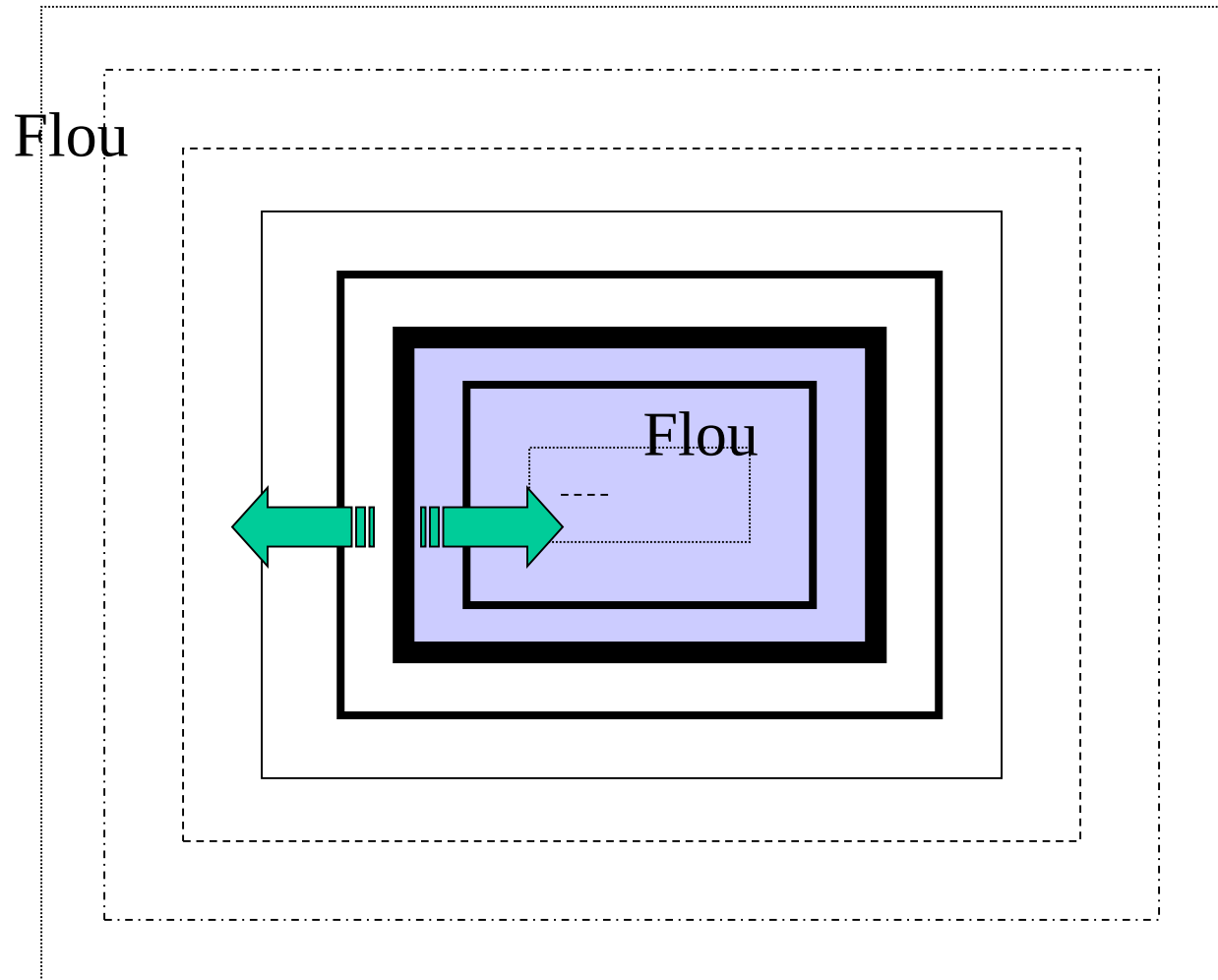
Sommaire

1. **Systèmes et flou** - outil essentiel pour traiter la complexité
2. **Applications du flou** - une nouvelle façon plus efficace pour le traitement des systèmes
3. **Sous-ensembles flous (SEF)** - quelques éléments pour comprendre le principe
4. **Application à l'innovation** - Lookahead, une application qui favorise l'émergence dans les groupes
5. **La règlette**
6. **Résumé**

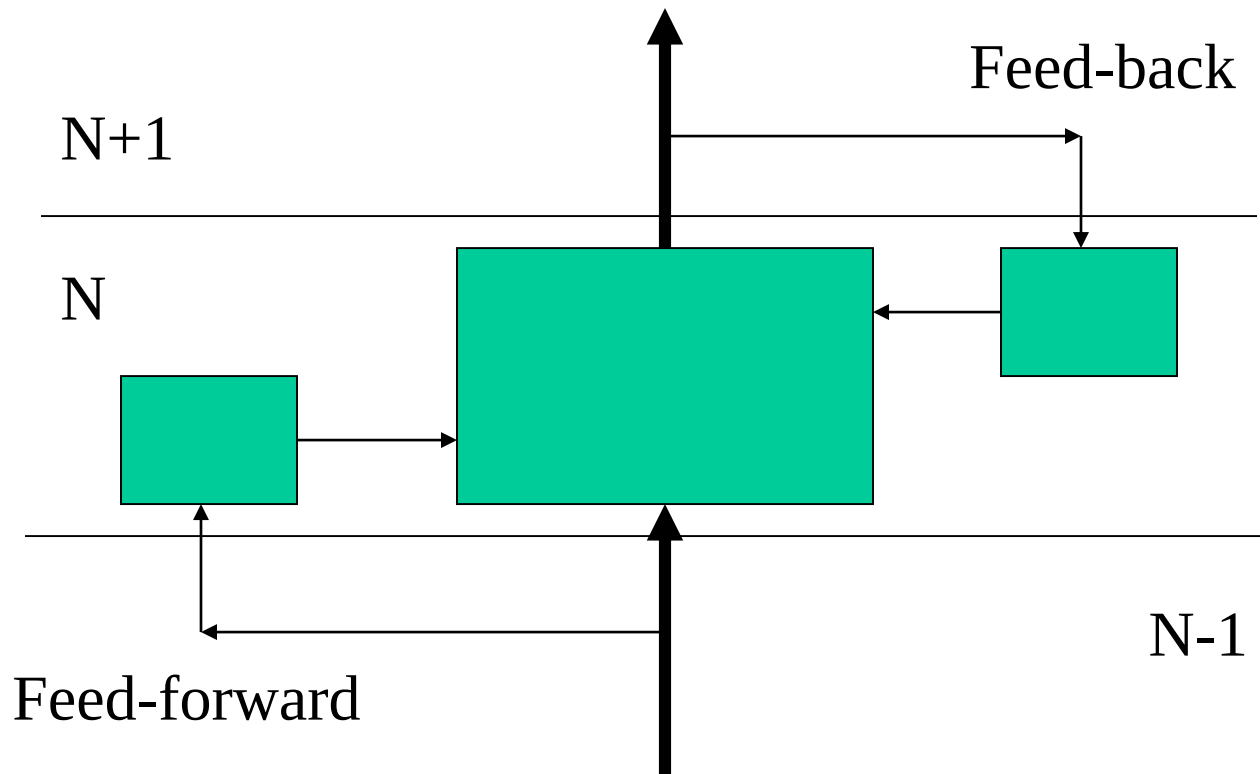
1. Systèmes et flou

Le flou est partout dans les systèmes

Des poupées
russes...

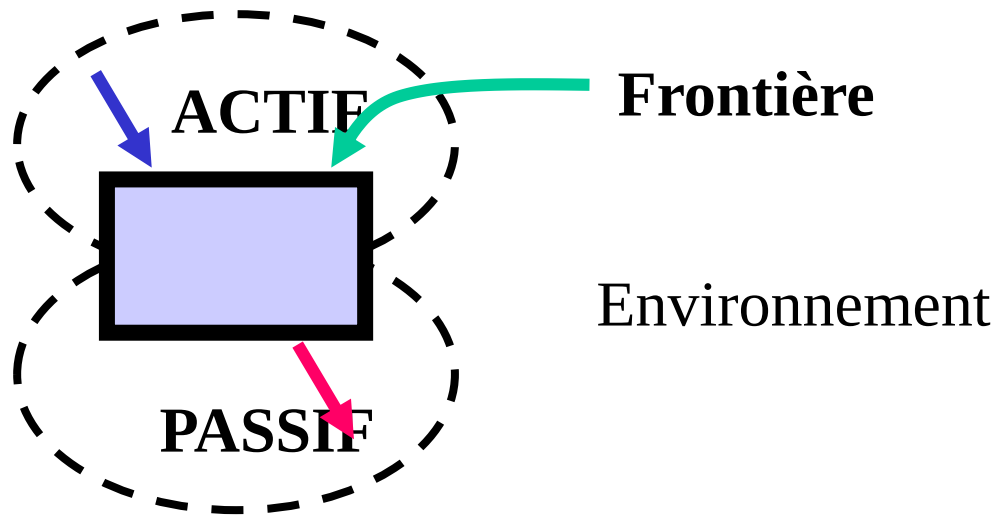


1.1 Feed-back et Feed-forward

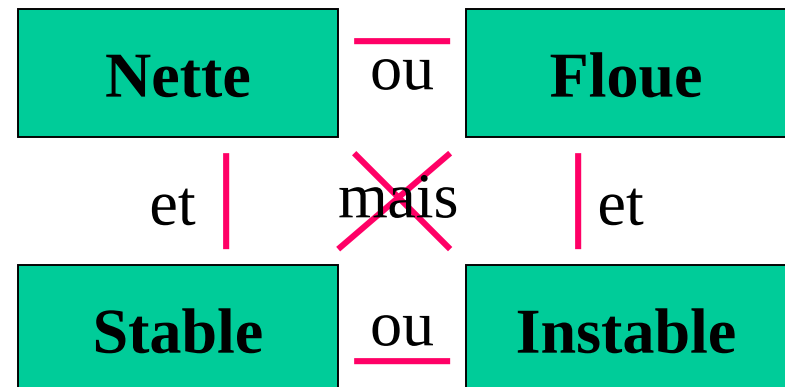
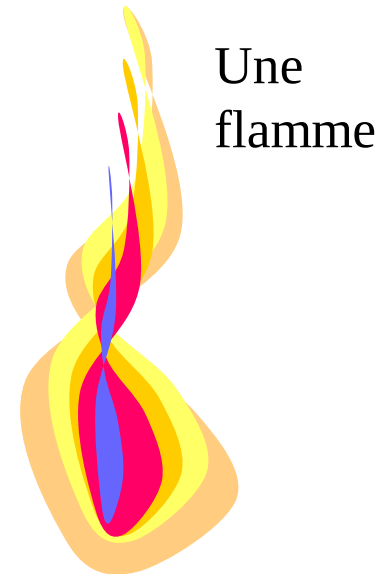


Les niveaux sont flous

1.2 Frontières



La frontière est un concept qui permet aussi de parler d'interfaces, de relations entre entités distinctes...



1.3 Que fait un système?

Il transforme (qualitativement ou quantitativement)

Il transporte (dans l'espace : commute ou déplace, dans le temps)

Quoi ?

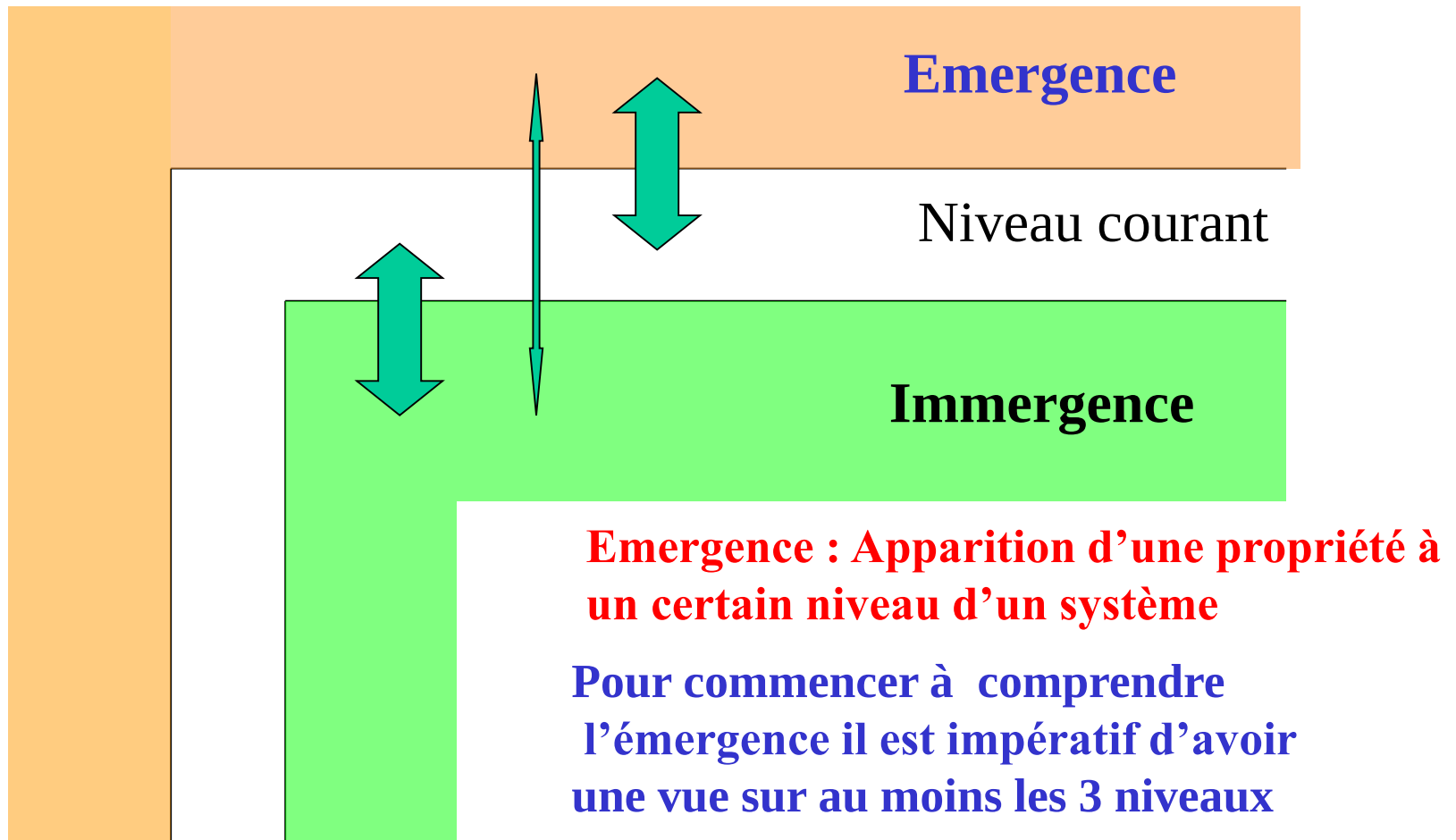
De la **matière**

De l'**énergie**

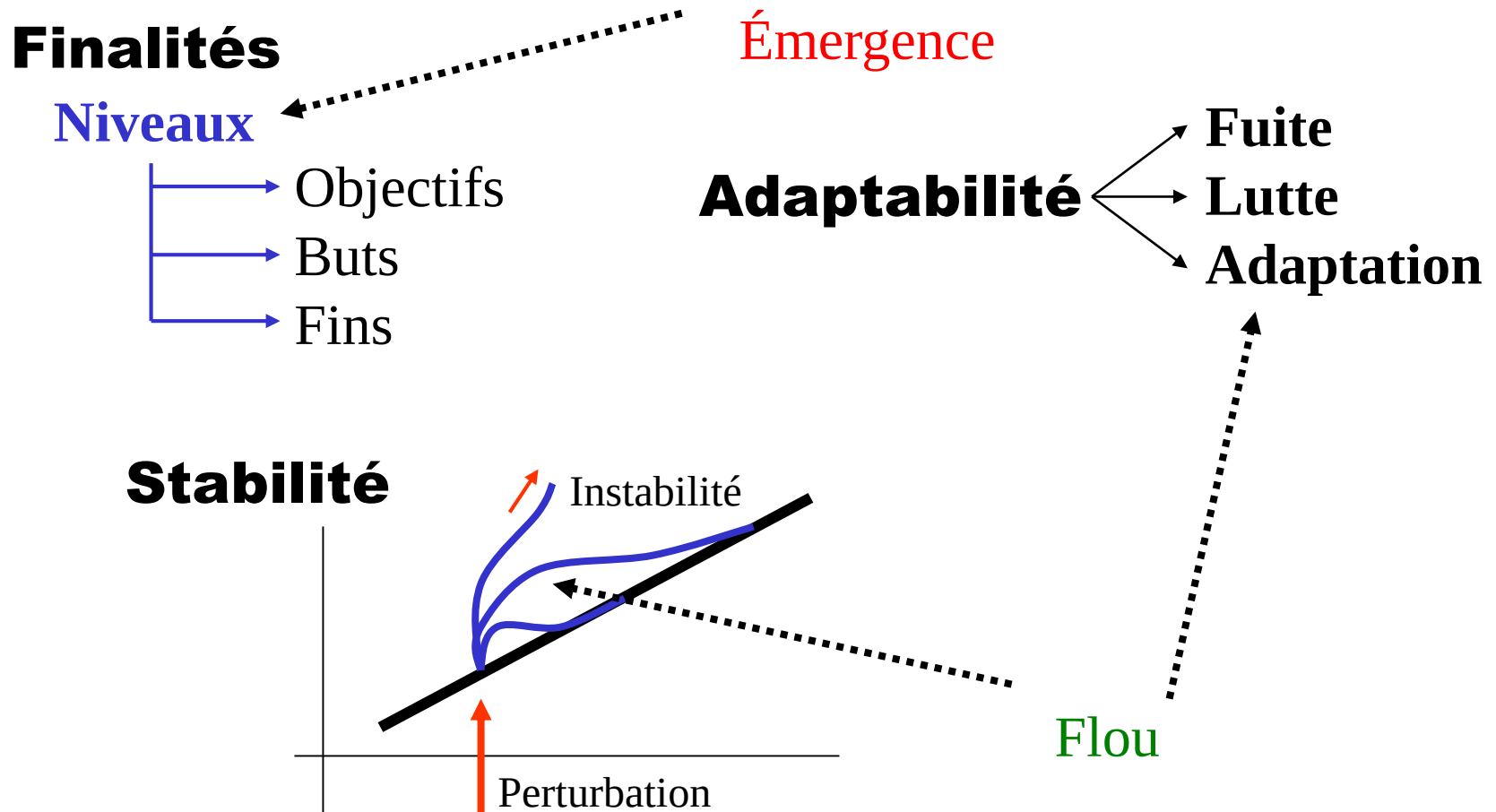
De l'**information**

Beaucoup de flou ici aussi...

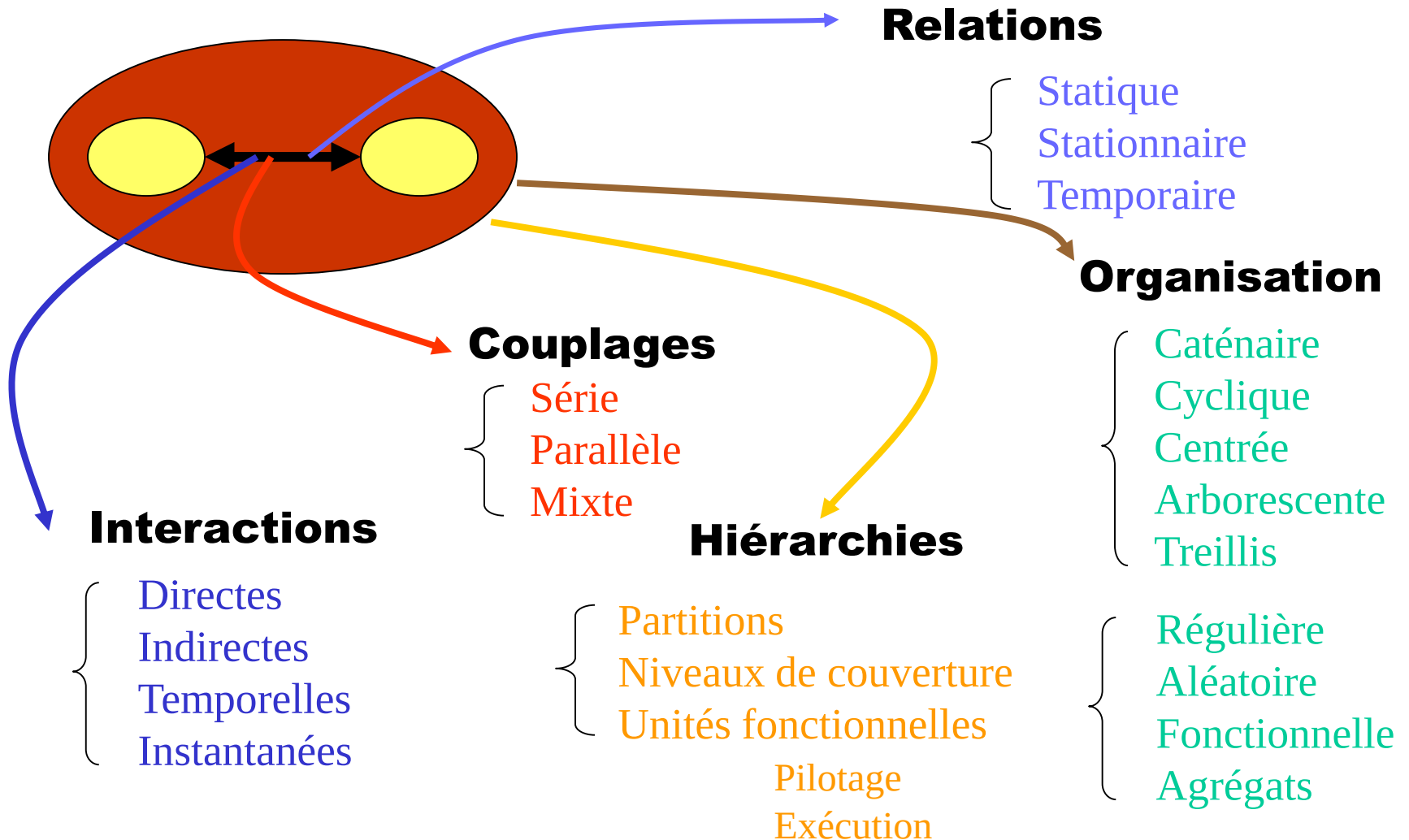
1.4 Émergence



1.5 Adaptabilité Stabilité



1.6 Presque tout est flou dans les systèmes complexes



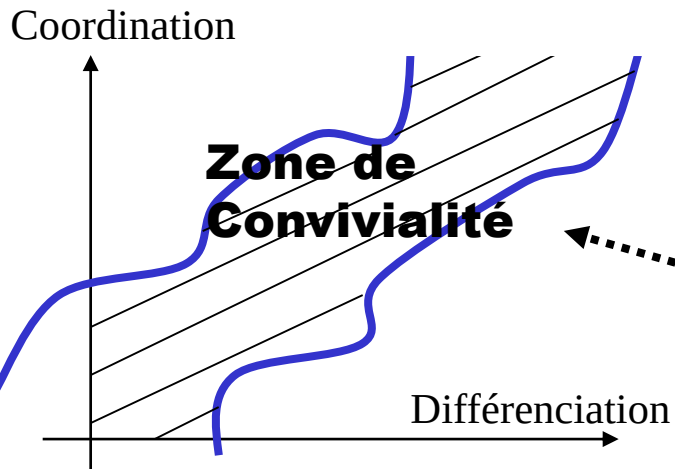
1.7 A la recherche de l'optimum

Coordination/Différenciation

Pilotage
Variété

Frontière
Interfaces

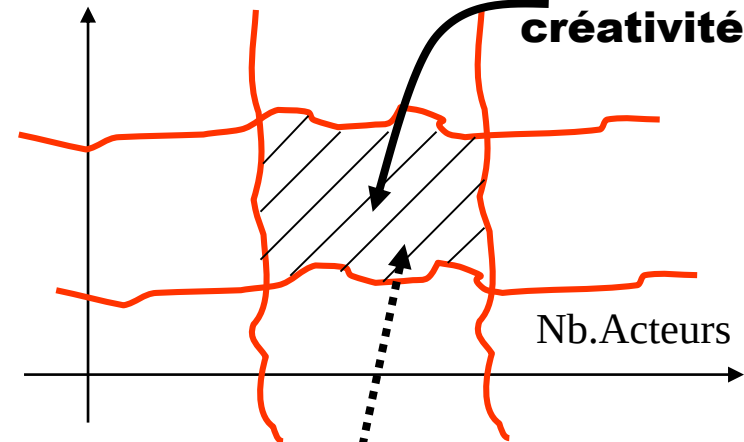
A la recherche de l'optimum



Créativité

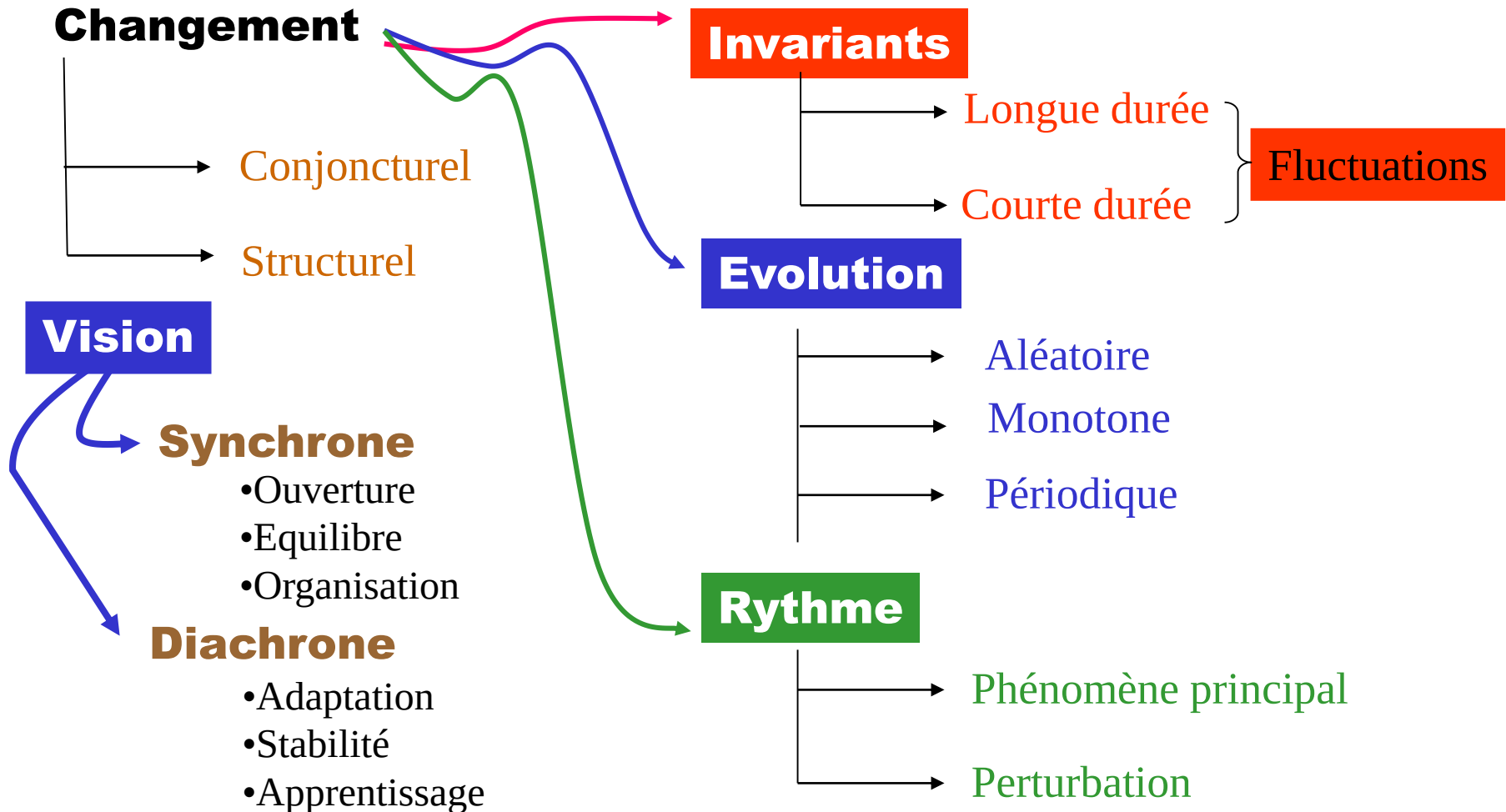
Niv. Structuration

Zone de
créativité

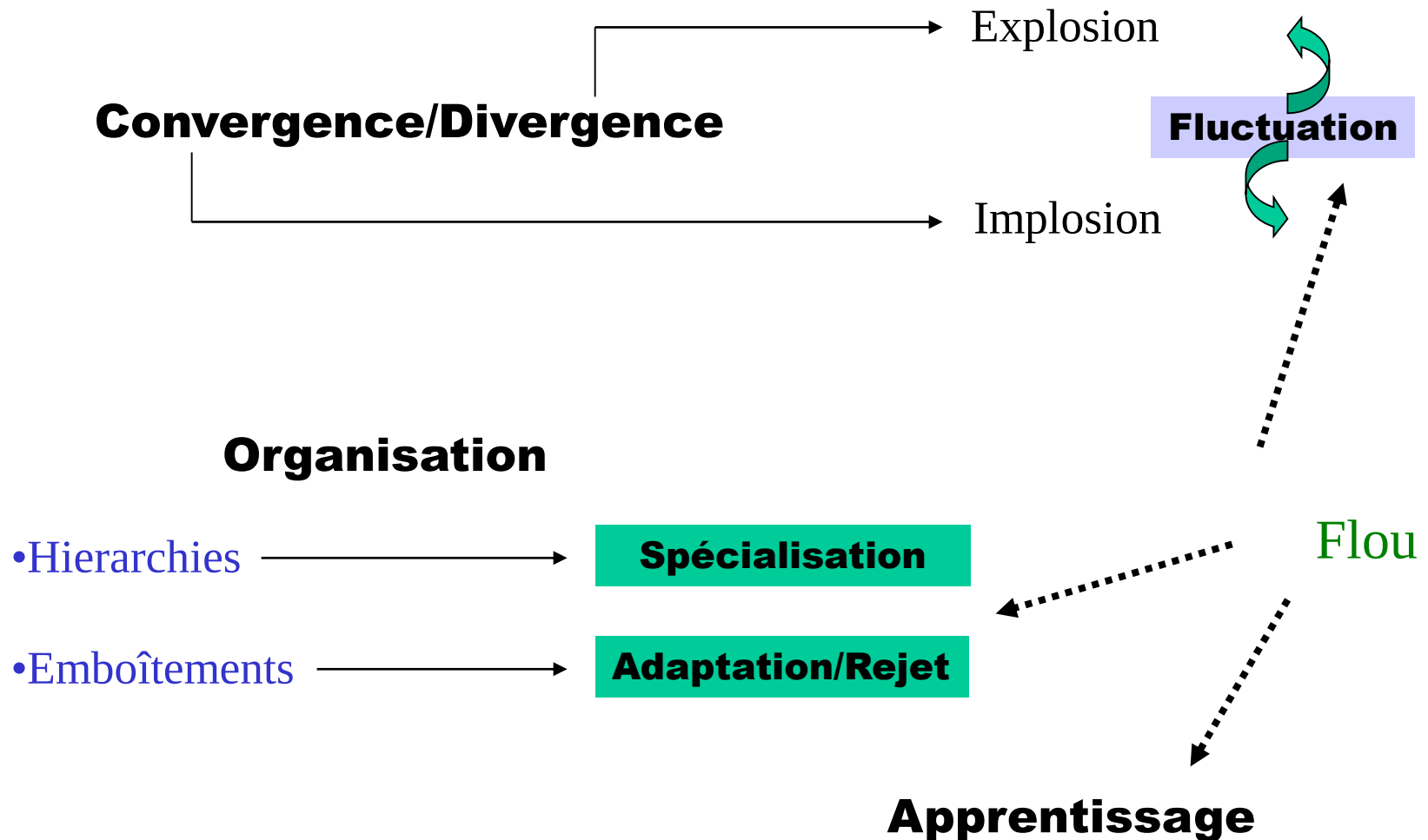


Flou

1.8 Encore du flou partout



1.9 Complexification



1.10 Conclusion

Tout ce que nous venons de voir est imprécis, est flou
...et **la majorité de nos outils sont précis et binaires**
Il faut donc, pour bien prendre en compte toute la
complexité d'un système des moyens qui traitent cette
imprécision

Dans les années 60, **Lotfi ZADEH** a introduit le
concept de sous-ensembles flous dans ce but.
Depuis, on a écrit beaucoup là dessus (voir Internet) et il
aura fallu une génération pour qu'apparaissent des
applications concrètes.
Aujourd'hui les SEF ont acquis le droit de cité en
sciences.

2. Les applications du flou

(Repris de L.A. Zadeh –ISAI Août 2006 Beijing)

- *Industrial control*
- *Quality control*
- *Elevator control and scheduling*
- *Train control*
- *Traffic control*
- *Loading crane control*
- *Reactor control*
- *Automobile transmissions*
- *Automobile climate control*
- *Automobile body painting control*
- *Automobile engine control*
- *Paper manufacturing*
- *Steel manufacturing*
- *Power distribution control*
- *Software engineering*
- *Expert systems*
- *Operation research*
- *Decision analysis*
- *Financial engineering*
- *Assessment of credit-worthiness*
- *Fraud detection*
- *Mine detection*
- *Pattern classification*
- *Oil exploration*
- *Geology*
- *Civil Engineering*
- *Chemistry*
- *Mathematics*
- *Medicine*
- *Biomedical instrumentation*
- *Health-care products*
- *Economics*
- *Social Sciences*
- *Internet*
- *Library and Information Science*

2.1 Exemples d'applications

1) SIEMENS

- * washing machines, 2 million units sold*
- * fuzzy guidance for navigation systems (Opel, Porsche)*
- * OCS: Occupant Classification System (to determine, if a place in a car is occupied by a person or something else; to control the airbag as well as the intensity of the airbag)*
- * fuzzy automobile transmission (Porsche, Peugeot, Hyundai)*

2) OMRON

- * fuzzy logic blood pressure meter, 7.4 million units sold, approximate retail value \$740 million dollars*

3) FL control at Idemitsu oil factories and at Yamatake Corporation

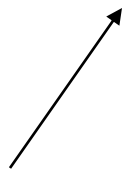
4) Sony, Canon and Minolta : cameras, camcorders, copy machine, and stepper alignment equipment for semiconductor production

3. « Sous-Ensemble Flou »? les principes

■ Interprétation :

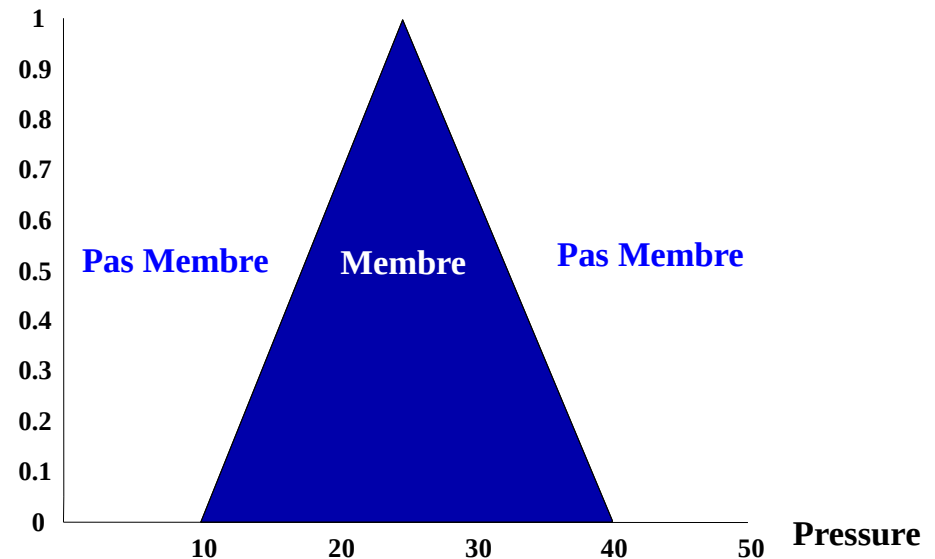
- à une valeur de pression = 15 correspond une fonction d'appartenance d'environ 0.3
- et à des pressions 20,25,30,40 correspondent des valeurs de fonction d'appartenance respectivement de 0.5, 1.0, 0.8 et 0.0.
- Cela traduit une appartenance progressive entre l'appartenance totale et la non appartenance.

Une pression « **convenable** »



Variable linguistique

Niveau d'appartenance



3.1 Exemple

Sous ensemble « Flou » A

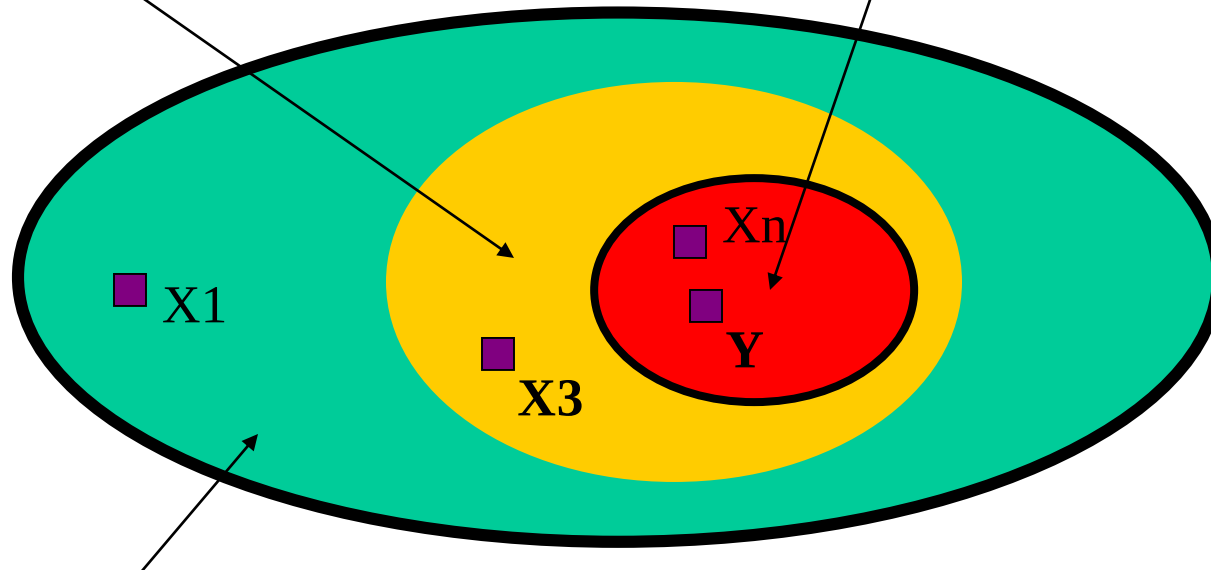
$Y \gg$ Appartenance entre 0 et 1 à A

$\tilde{A} =$

X1	X2	X3		Xn	Xm
0	.7	.6	...	1	.2

Sous-ensemble « Net » A

$Y \gg$ Appartenance 1 à A



Ensemble référentiel (Univers du discours) U
 X ou $Y \gg$ Appartenance 1 à U

3.3 α -coupure (une façon de travailler)

α -coupure est un sous ensemble classique

tel que $A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$, α est un nombre réel dans l'intervalle $[0,1]$

– "Niveau" d'un set

$$\Lambda_A = \{\alpha \mid \mu_A(x) = \alpha, \alpha \in [0,1], x \in X\}$$

Exemple

$$\text{jeune}_{0.2} = \{12, 25, 35, 45\}$$

$$\text{If } \alpha = 0.4, \text{ jeune}_{0.4} = \{12, 25, 35\}$$

$$\text{If } \alpha = 0.8, \text{ jeune}_{0.8} = \{12, 25\}$$

3.4 Autres concepts

**Le flou a permis de généraliser beaucoup d'autres concepts:
logique, nombres, possibilités, langues
...que nous n'aborderons pas**

Et pour en savoir plus:

➤ **Internet, bien sûr :**

Google >>fuzzy, fuzzy sets, Zadeh,...

➤ **A Kaufmann :**

Théorie des SEF – Masson 1977

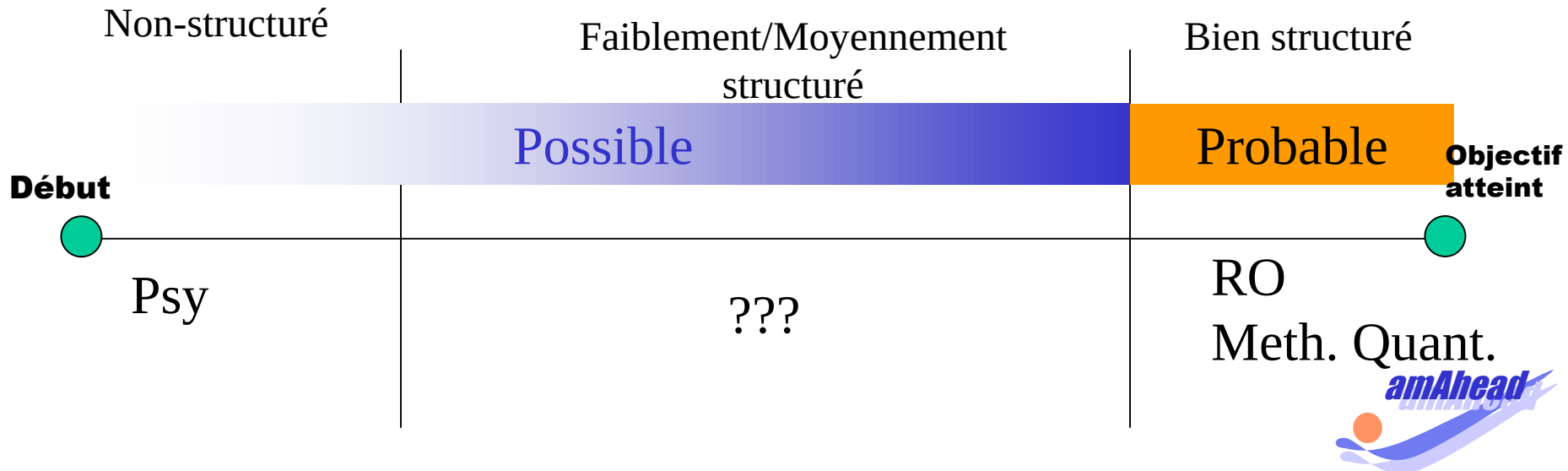
B.Bouchon –Meunier : La logique floue – Que sais-je 1993

... et plus de 10000 autres docs

...Mais, voyons ci-après deux cas intéressants

4. L'application LookAhead®, quelques constatations

- Les 3/5 du parcours d'un projet ne dispose d'aucun outil réellement adapté
- Souvent le travail d'équipe n'est pas structuré et l'univers du discours de l'équipe est moins riche qu'il devrait l'être
- Un projet se construit de façon progressive avec des équipes qui ne sont pas nécessairement synchrones en temps et en lieu
- Une mémoire collective est indispensable



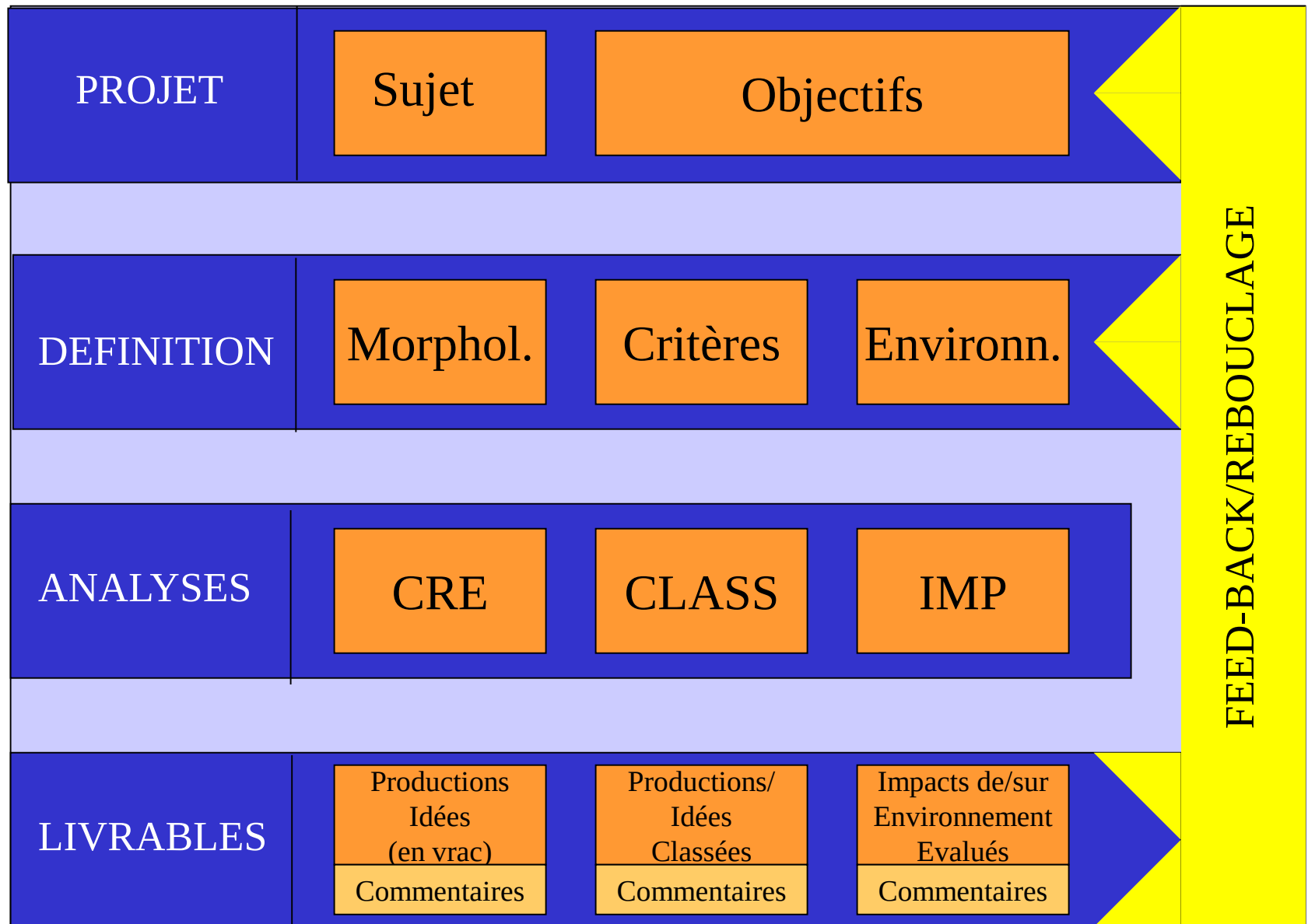
4.1 L'application LookAhead® pour :

- Création de nouveaux Produits ou services
- Evaluation de dossiers, produits / services existants
- Evaluations d'impact sur l'environnement

Utilisation des SEF dans Lookahead®:

- LookAhead® traite des problèmes complexes, notamment l'aide à l'innovation; la nouveauté est une caractéristique émergente
- Les modules d'analyse de LookAhead® utilisent des variables linguistiques (floues): cohérence, adéquation, impact, risque, ressource,...
- Les SEF, catalyseurs d'émergence

4.2 Le schéma général de LookAhead®



4.3 Exemple de morphologie

FutAc : vacance1 [Fichier] [Edition] [Sessions] [Opérations] [Commandes] [A Propos] [Aide]

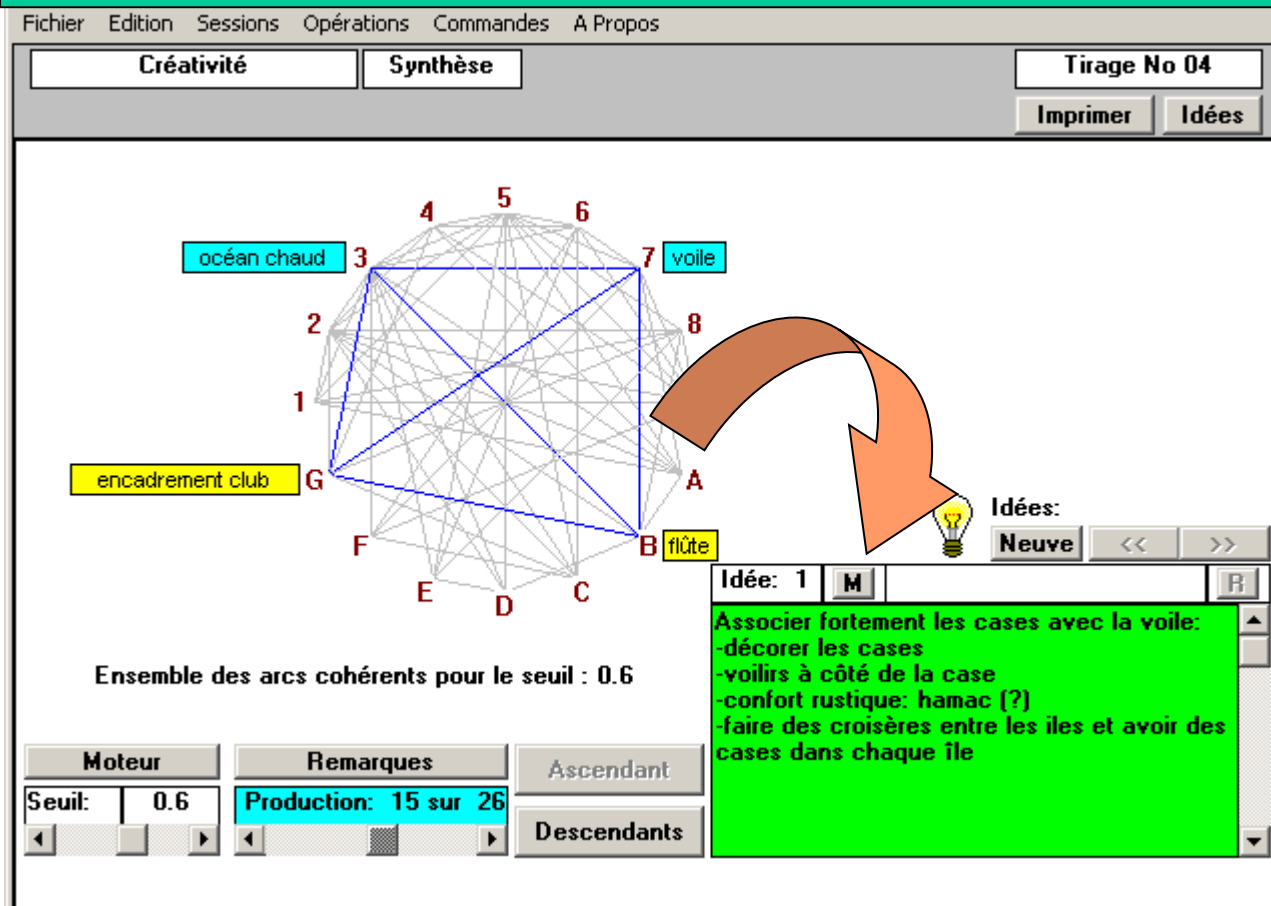
Définition du Projet **Définition** **Tirage No 04**

Tirage **Sélect** **Imprimer** **Idées**

Projet : **VACANCES**

1 transport long	2 transport court	3 site	4 saison	5 logement	6 sports faciles	7 sports moyens	8 sports durs
Avion train bateau car amphibie pas de transp. voiture helico	à pied à cheval en charette voiture car char à voile helico camping car vélo	mer océan froid océan chaud banquise montagne haute montagne plaine collines ville campagne itinérant désert forêt lac	hiver été printemps automne saison sèche saison pluies vac scolaires haute basse moyenne	belle étoile tente case hôtel bungalow camping car car couchette immeuble habitant	vélo volley jogging rando pêche tennis planche voile gym forme	golf ski patinage voile tennis canoë kayak cheval vtt patin roulette planche voile	raft vtt surf rugby cheval vol à voile parapente montgolfière saut élastique course montagne planche roulette char à voile parachute
voiture	car	océan chaud	moyenne	case	pêche	voile	saut élastique

4.4 Exemple (suite) Association des éléments



- On définit un seuil et le système calcule des sous-ensembles maximaux de similitude qui sont illustrés par l'association d'un nombre d'éléments dans le graphe
- On associe ces éléments entre eux pour obtenir une production de niveau supérieur

Analyse multicritères

Notation

Tirage No 04

Définir

Noter

Classer

Changer

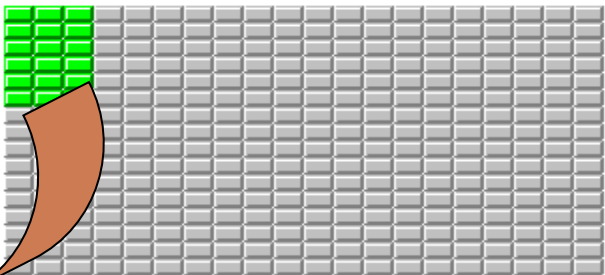
Imprimer

Idées

Critères: Jeu No 1.		
	Poids	Note
nouveauté	6	0.3
faisabilité	8	0.7
prix revient bas	4	1.0
marché	7	0.5
poss.sponsoring	3	0.8
niv.compet.anim bas	2	0.5

Graph

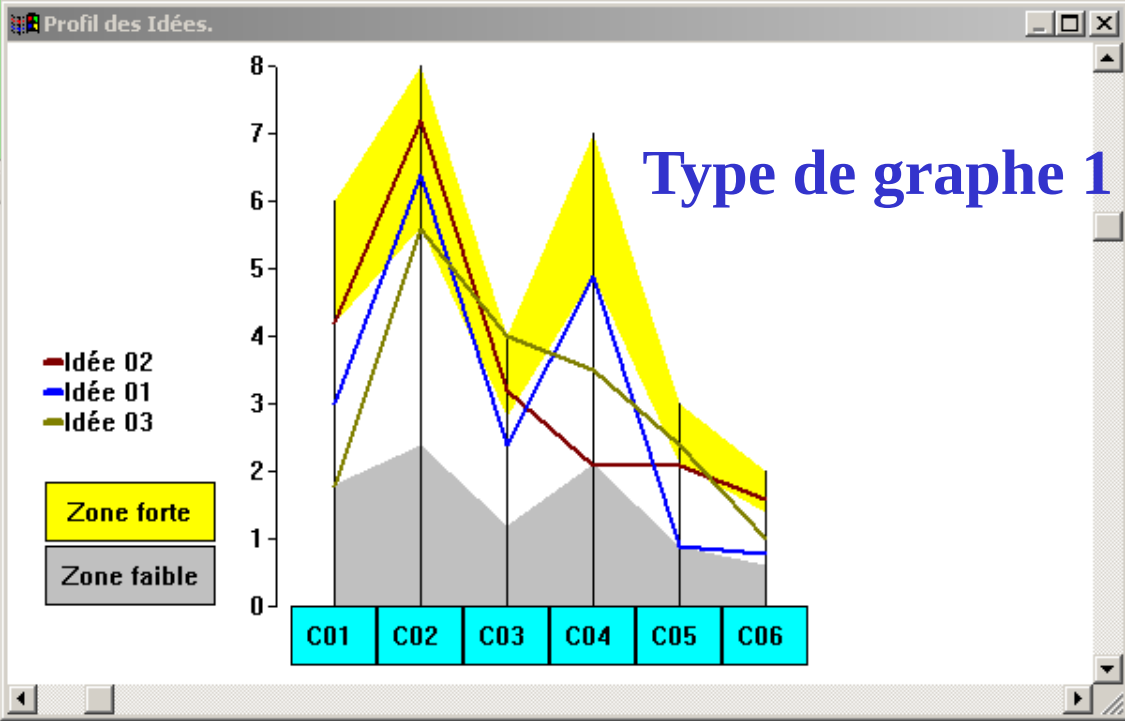
Options



Idée 3

la flûte peut être enseignée par l'encadrement du club et ceci dès le parcours dans le car

Ouvr



4.5 Une évaluation par critère



Analyse d'impact

Définition

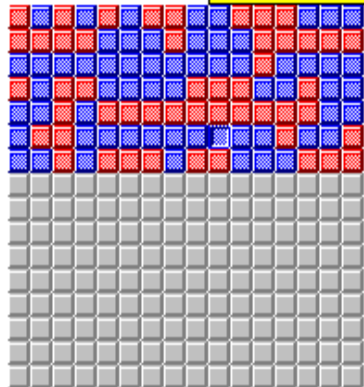
Tirage No 04

Imprimer

Idées

Environnement: Jeu No 1.

autres loisirs



Retour normal

Ouvrir feuille

Idée 2

Organiser des parties de pêche "photo" sur
(autour) des récifs et créer des événements
le soir autour des cases

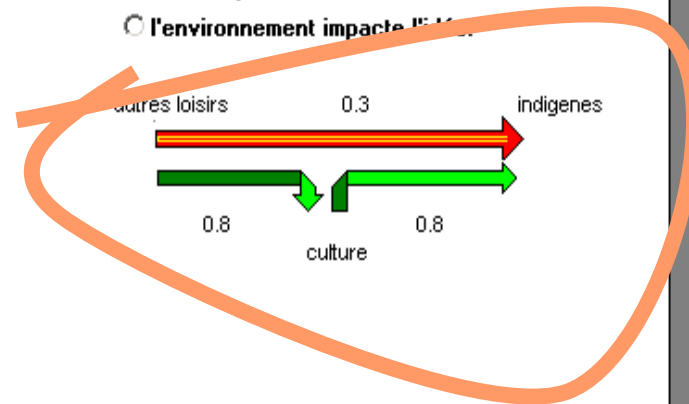
Idée :

Bilan

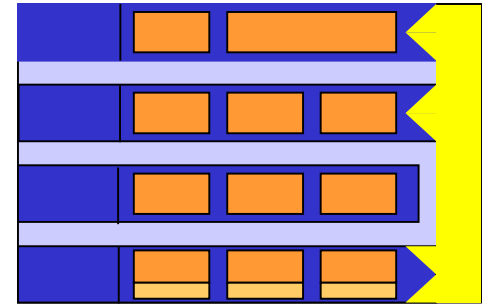
<<

>>

☒ l'idée impacte l'environnement.

☐ l'environnement impacte l'idée.


4.6 Impact de second niveau

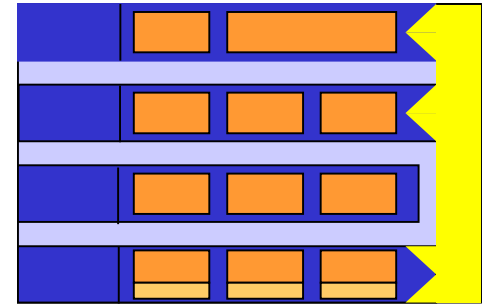


4.7 Les résultats

- Productions: nouveautés, idées,...
- Classement en fonction des objectifs
- Indication sur impacts directs et indirects sur/de environnement
- Mémoire collective qui s'enrichit au fur et à mesure des sessions de travail
- Commentaires en provenance des analyses permettant une amélioration incrémentale des productions (nouveautés)
- Travail d'équipe plus efficace

Bénéfice double pour l'entreprise: une méthode de travail de Groupe et des résultats concrets dès le « premier tour de manivelle »

4.8 Autres apports concrets



- Support à la réflexion de groupe en stratégie, marketing, ressources humaines, technologie,...
- Constitution « pas à pas » d'une mémoire collective et d'historiques
- Support au travail de groupe formel en innovation sur divers sujets (amélioration de services existants, nouveaux services,...)
- Vérification rapide des adéquations des projets aux objectifs fixés via des critères définis
- Évaluation des impacts de divers projets sur l'environnement et de l'environnement sur les projets

5. La règlette

Et une application plus « concrète », proche de chacun d'entre nous :
la règlette utilisée dans les centres anti-douleur

Traduit une sensation, la douleur, en lui donnant une valeur sur
une échelle. Au fur et à mesure de l'accumulation des cas on peut
En tirer des conclusions statistiques et appliquer les traitements
adéquates

6. En résumé (1)

- Le flou est un outil dans le cadre de l'approche systémique pour traiter la complexité et notamment l'imprécision, pour favoriser l'émergence
- La systémique est une approche impérative pour traiter les systèmes complexes
- De nombreuses applications sont basées sur les SEF...

En résumé (2)

- A retenir sur les SEF:
 - on peut formaliser des variables linguistiques,
 - on peut « traduire » des sensations
 - On peut approcher les problèmes complexes avec un formalisme adéquat
 - L'application reglette permet de « mettre le doigt » sur le concept de flou
- L'application Lookhead met en évidence l'utilité des SEF, le fait que des concepts très différents peuvent être traités avec le même outil, la possibilité de favoriser l'émergence dans les groupes

6.1 En résumé (2)

- A retenir sur les SEF:
 - on peut formaliser des variables linguistiques,
 - on peut « traduire » des sensations
 - On peut approcher les problèmes complexes avec un formalisme adéquat
 - L'application reglette permet de « mettre le doigt » sur le concept de flou
- L'application Lookhead met en évidence l'utilité des SEF, le fait que des concepts très différents peuvent être traités avec le même outil, la possibilité de favoriser l'émergence dans les groupes