

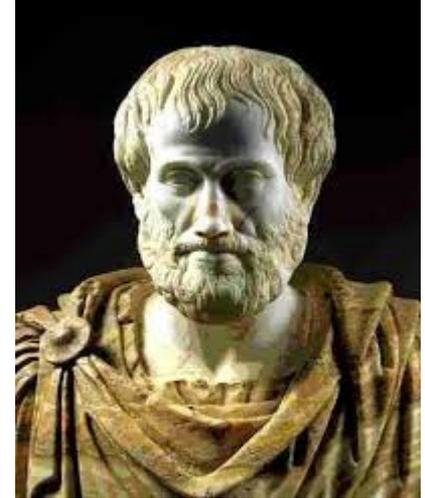
Analyse d'images et reconnaissance des formes:

une stratégie basée sur la
représentation symbolique de la
connaissance

PREMIERE PARTIE

- L'analyse d'images médicales anatomiques
 - Enjeux
 - Difficultés
 - Choix d'une stratégie

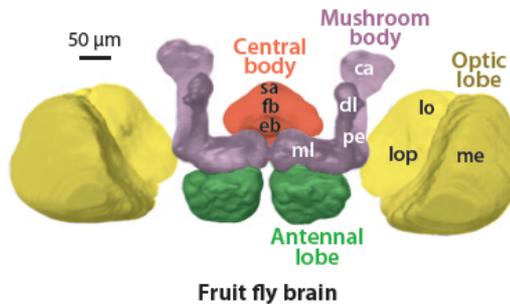
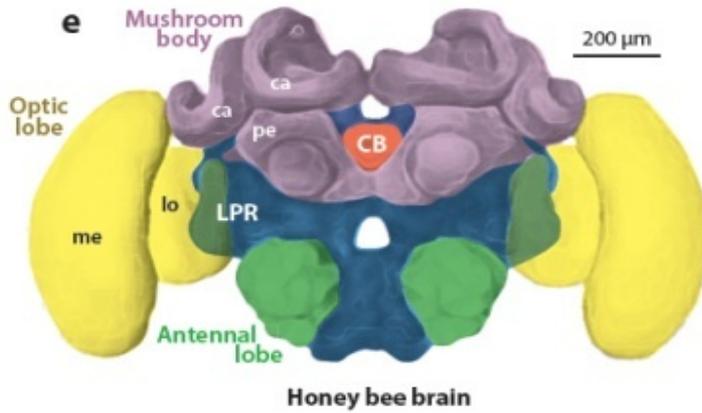
LA FORME

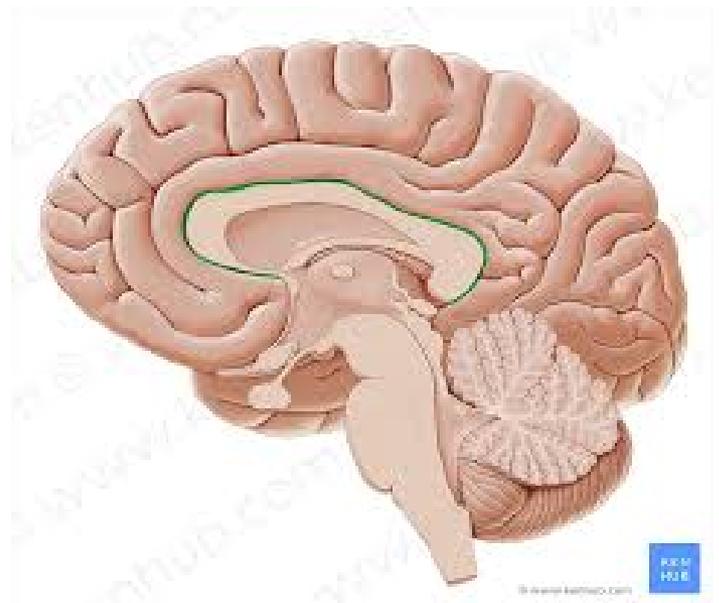
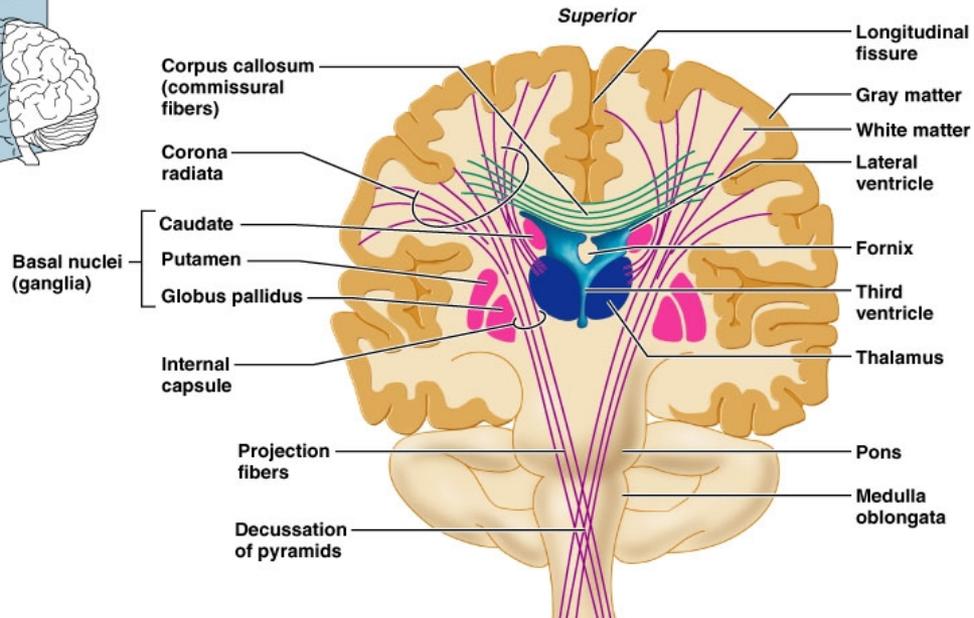
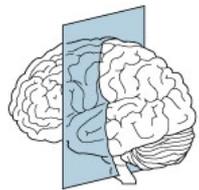
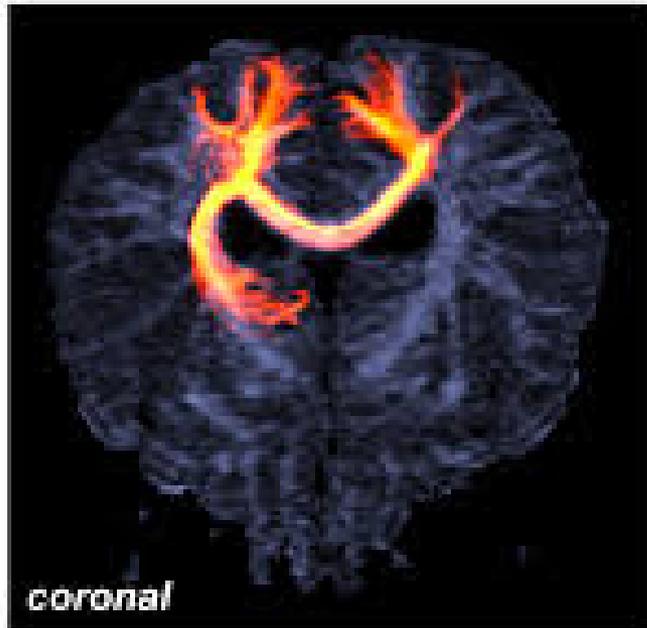
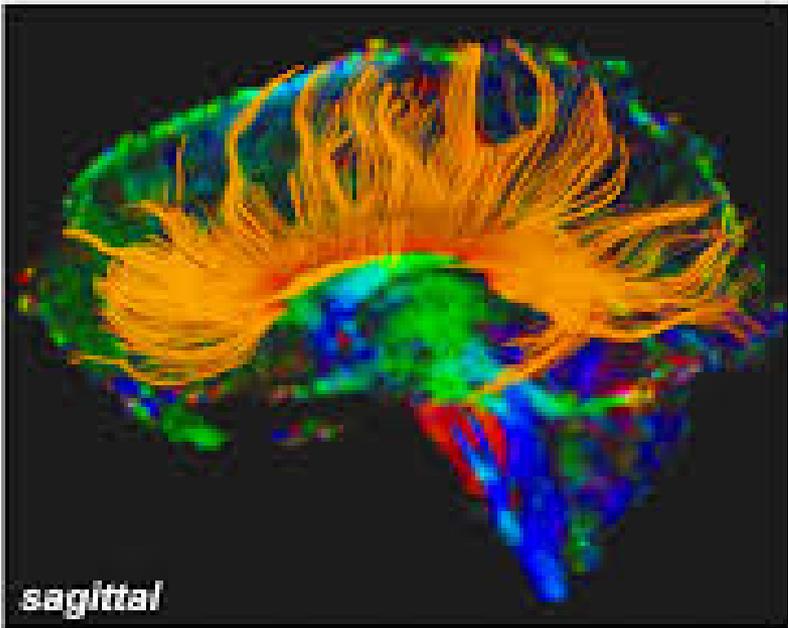


Pour les philosophes grecs, le concept de « forme » (εἶδος, eidos), qui a d'abord **un sens spatial (la forme géométrique d'un objet)**, joue un rôle important en prenant des sens nouveaux :

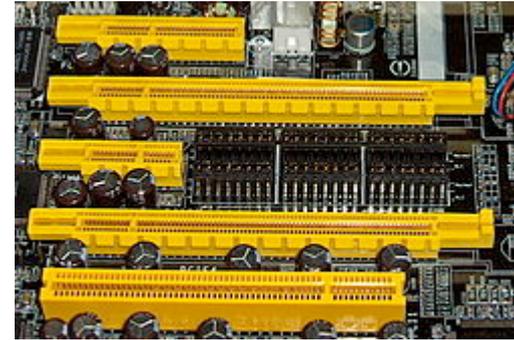
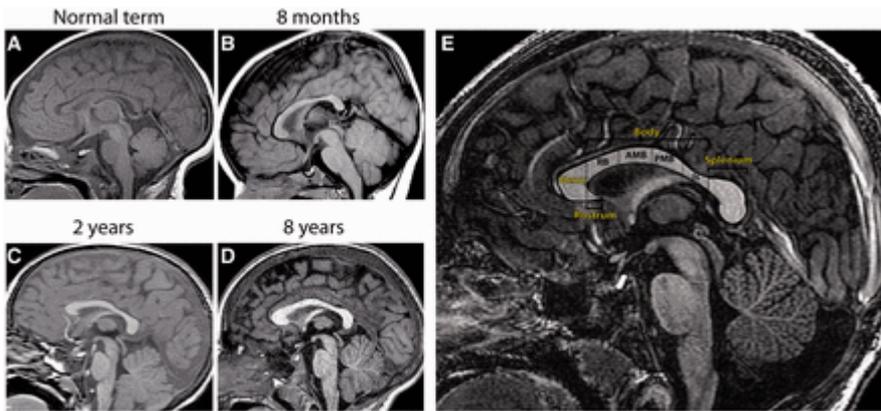
Pour Aristote, la forme fait partie des « quatre causes », c'est-à-dire des raisons qui expliquent l'existence de quelque chose : ainsi, la forme n'est pas simplement la forme géométrique d'un objet, mais **ce qui ordonne la matière dont est fait cet objet**, et définit son essence et sa perfection. La forme est donc le principe d'unité de tout être et ce qui donne un sens à la matière.

La forme peut avoir une influence sur la fonction

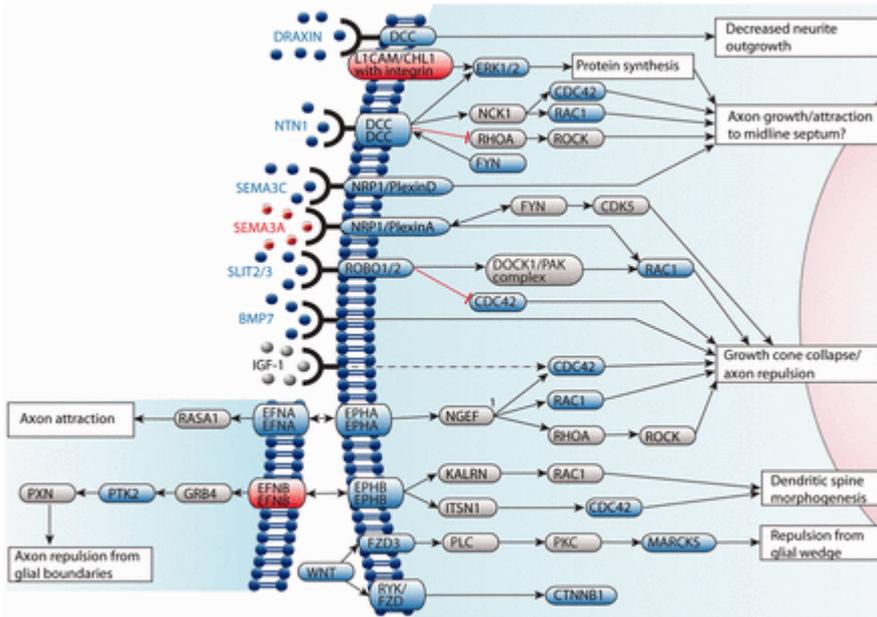


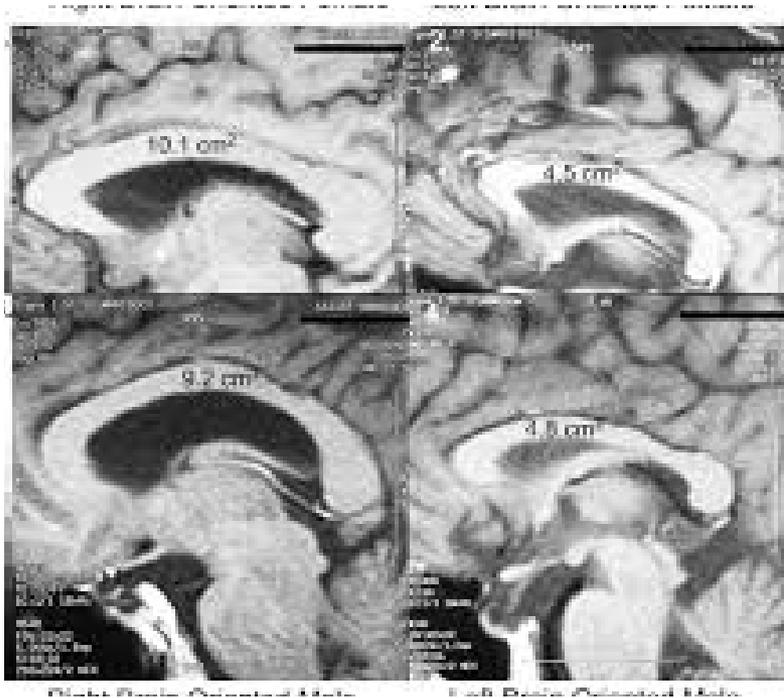
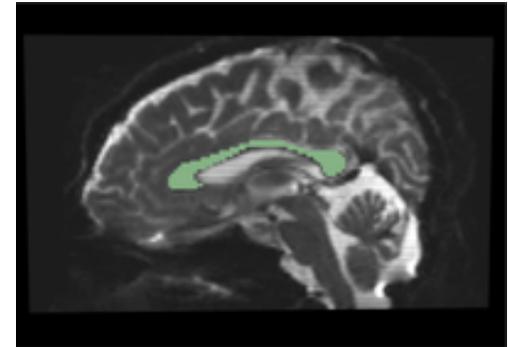
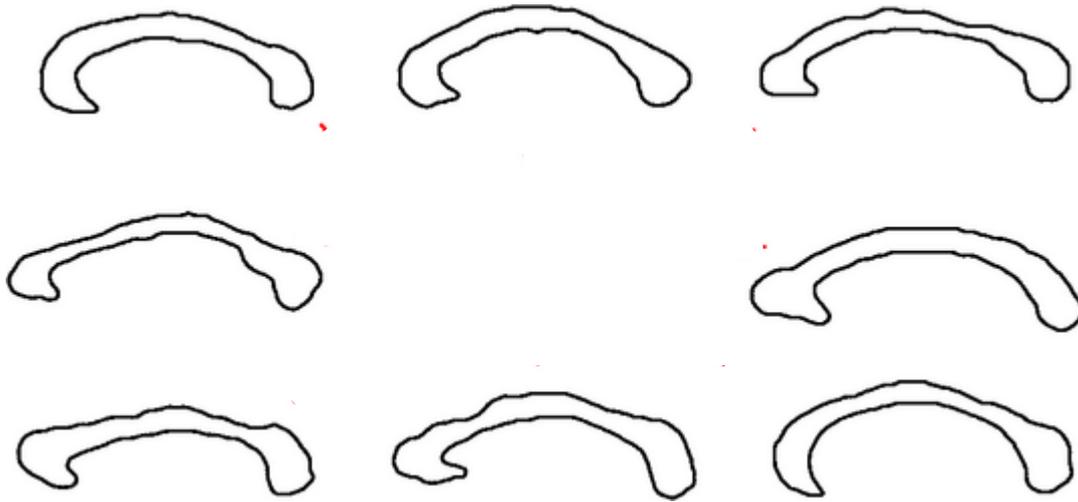


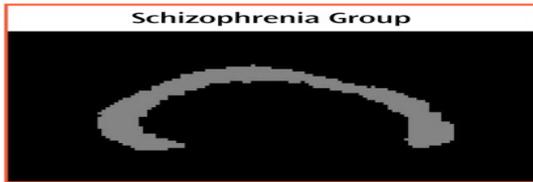
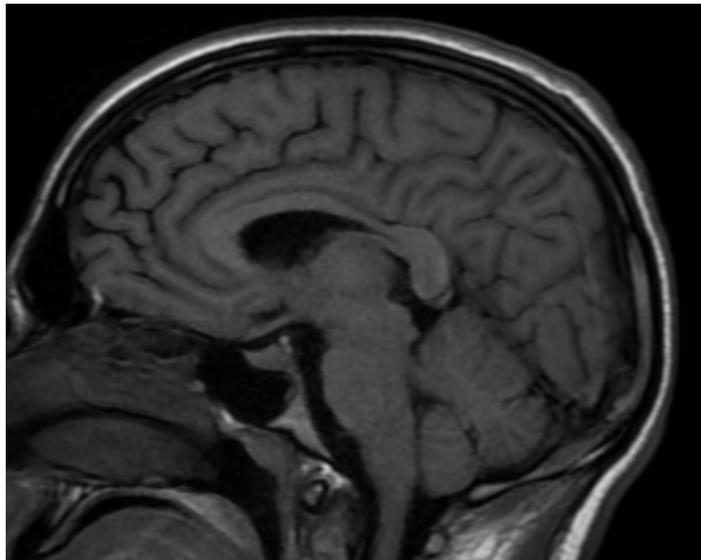
(b)



4 PCI Express bus card slots (from top to bottom: x4, x16, x1 and x16), compared to a 32-bit conventional PCI bus card slot (very bottom)



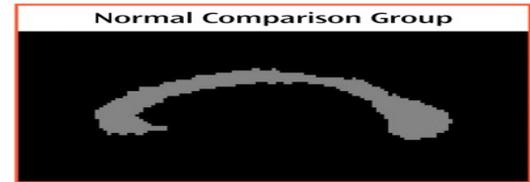




Forme moyenne sur un groupe de sujets souffrant de schizophrénie



Forme moyenne sur un groupe de sujets souffrant de troubles dépressifs

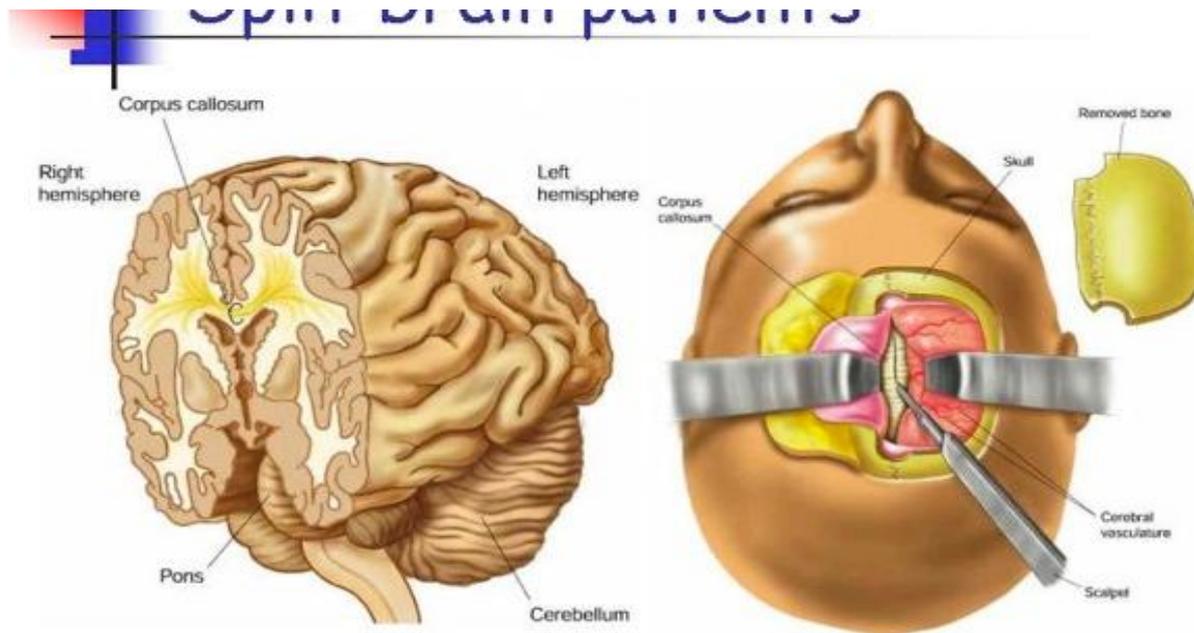


Forme moyenne sur un groupe de sujets « normaux »

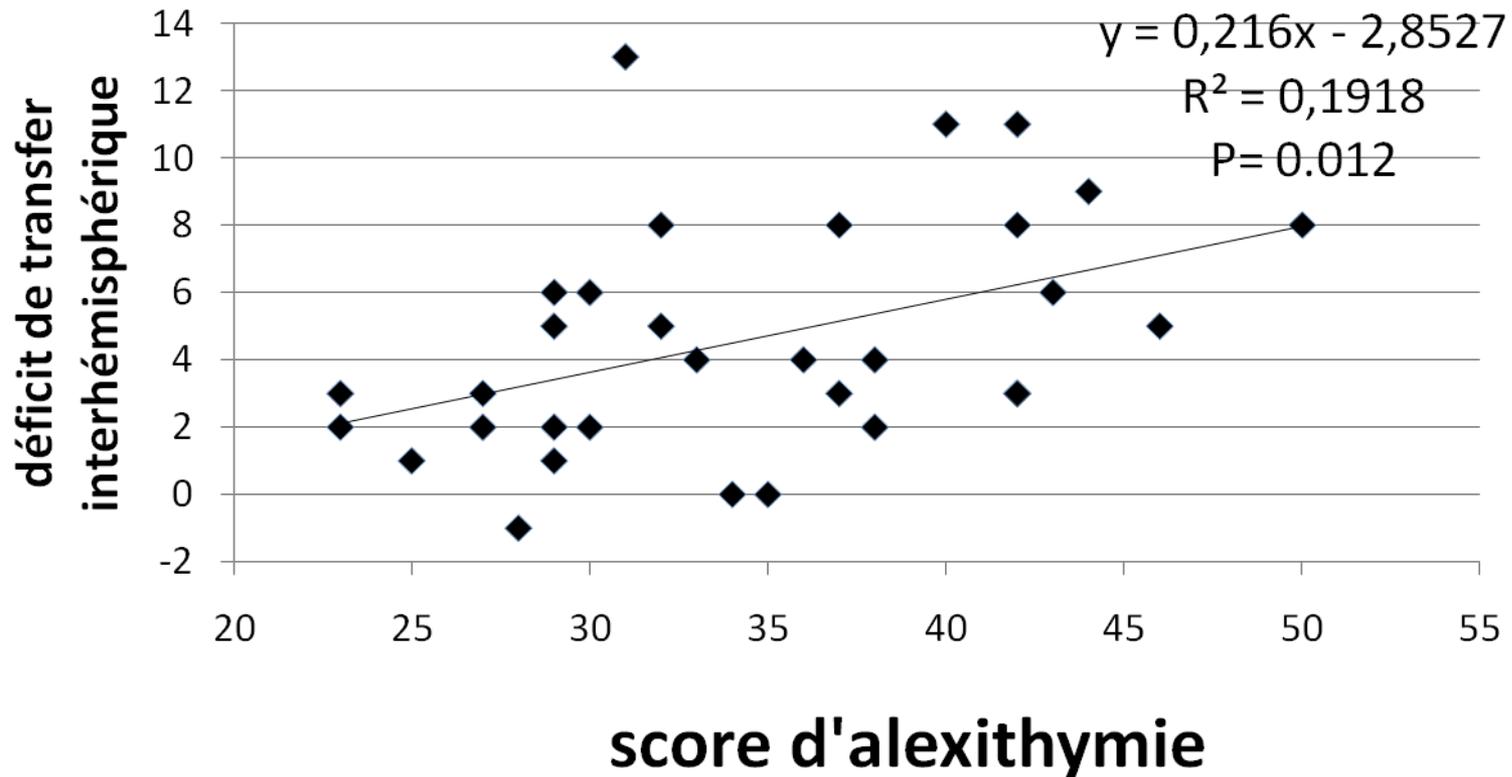
Digression...

Pourquoi certaines personnes seraient Alexithymiques ?

- Une hypothèse vient de l'expérience des dysconnexions calleuses (split brain), technique utilisée pour traiter des épilepsies graves



Existe-t-il une corrélation entre la qualité du transfert interhémisphérique et le score d'alexithymie ? (Yann Hodé, CPNLF 2013)



- Il existe une corrélation statistiquement significative ($p=0.012$)

Déficit de transfert interhémisphérique dans les troubles dépressif

(Yann Hodé, congrès de l'Encephale janvier 2016)

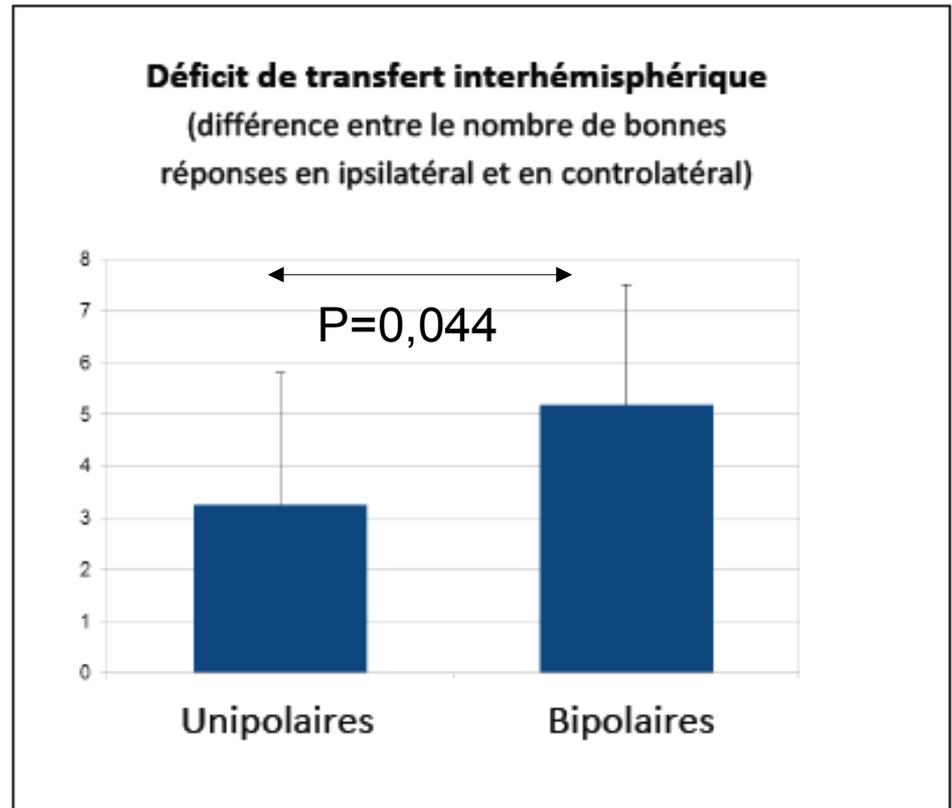
20 patients déprimés unipolaires et
20 patients déprimés bipolaires

Tous droitiers et avec un score de
dépression à la MADRS > 20

Les patients bipolaires ont un DTI
plus importants que le patients
unipolaires
(différence statistiquement
significative, $p=0,044$, taille de
l'effet=0,7).

Les 2 groupes ne diffèrent

- ni par leur age,
- ni par le pourcentage de bonnes
réponses en ipsilateral

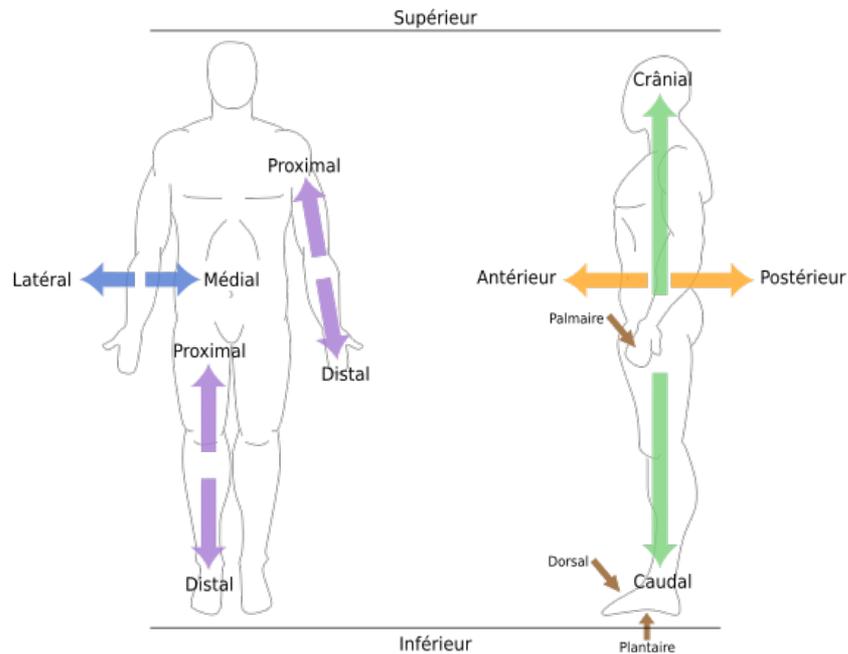


| UNIPOLAIRES : my(DS) | | BIPOLAIRES : my(DS) | |
|----------------------|---|---------------------|---|
| MADRS | Taux réponses bonnes en ipsilateral | MADRS | Taux réponses bonnes en ipsilateral |
| 30,1 (4,9) | 0,66 (0,21) | 31,1(7,19) | 0,70 (0,16) |

...Fin de la digression

- Analyser les variations subtiles de formes d'une structure qui a une forme donnée (corps calleux) a donc un intérêt.
- Actuellement nombreux algorithmes développés, résultats plus ou moins satisfaisant
- Réel enjeu médical et biologique à bien segmenter les images avec une analyse « intelligente »

Comment décrit-on une forme en
anatomie ?



La capsule interne est divisée en plusieurs parties dont trois sont facilement reconnaissables en imagerie par résonance magnétique (IRM):

- Le bras antérieur situé entre la tête du noyau caudé (en dedans) et le noyau lenticulaire (en dehors)
- Le genou, qui est à la jonction des bras antérieur et postérieur
- Le bras postérieur de la capsule interne situé entre le corps du noyau caudé et le thalamus (en dedans) et le noyau lenticulaire (en dehors).

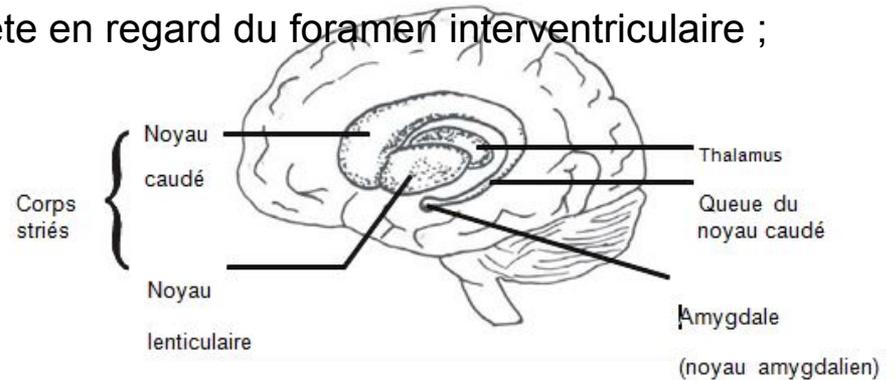
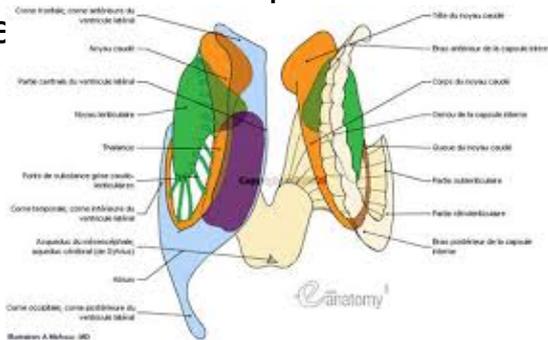
Noyau caudé

Noyau gris ayant un forme de fer à cheval avec trois parties :

tête : partie renflée antéro-supérieure ;

corps : partie intermédiaire qui succède à la tête en regard du foramen interventriculaire ;

queue : partie



Rapports

Tête

en avant du thalamus,

en dedans : plancher de la corne frontale du ventricule latéral,

en dehors : corona radiata, bras antérieur de la capsule interne,

en bas : substance perforée antérieure ;

Corps

en haut et en dedans : plancher de la corne frontale du ventricule latéral,

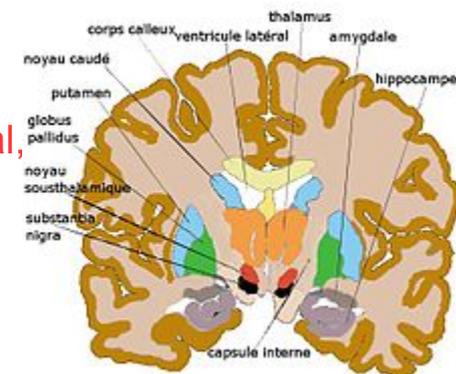
en bas et en dedans : partie supérieure du thalamus,

en bas et en dehors : bras postérieur de la capsule interne ;

Queue

situation sous-lenticulaire,

en dehors : partie postérieure de la capsule externe.

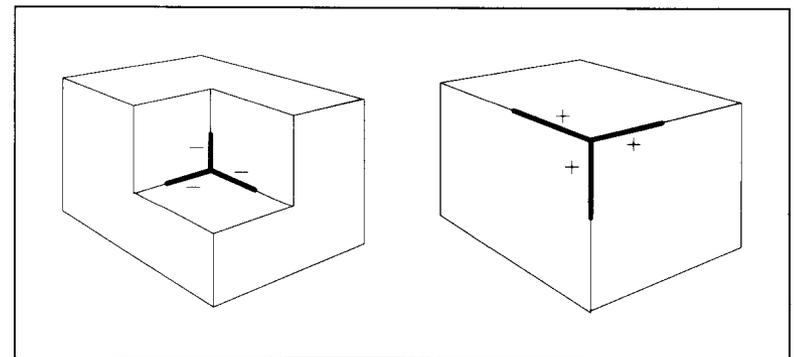
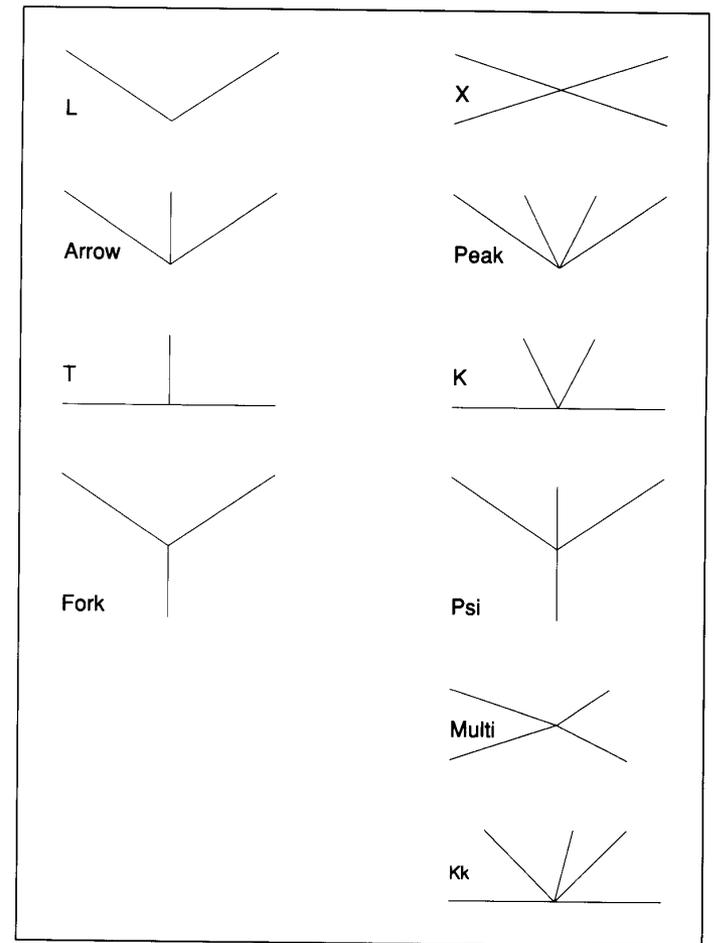
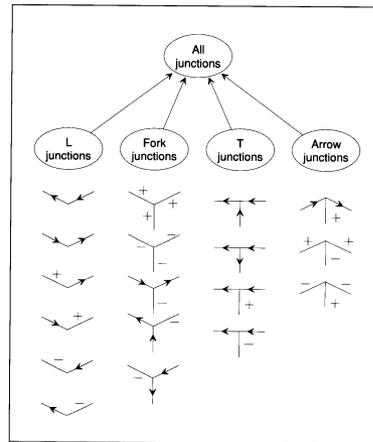
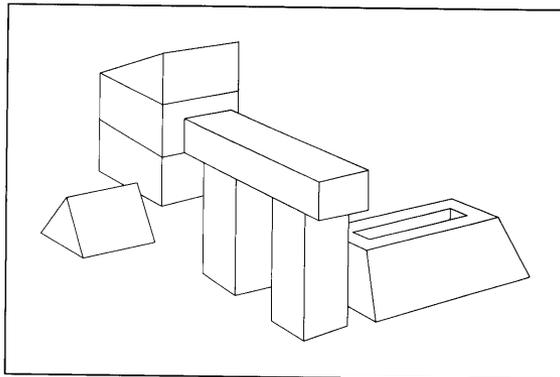


DEUXIEME PARTIE

- Représentation symbolique de la connaissance
 - Autres choix ?
 - Raison du choix
 - Historique et limites des approches existantes



David Leigh WALTZ
 (28 May 1943 – 22 March 2012)



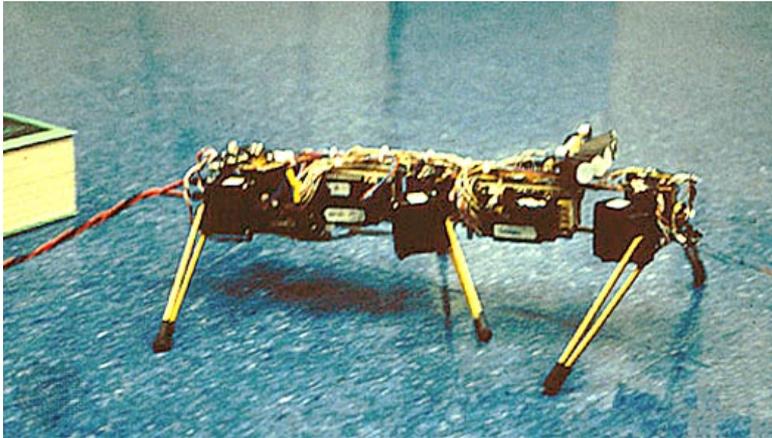


Rodney Brooks

multi-agents , approche pragmatique

(savoir c'est savoir faire, on apprend par l'action):

Gérer les contraintes environnementales et auto-organisation

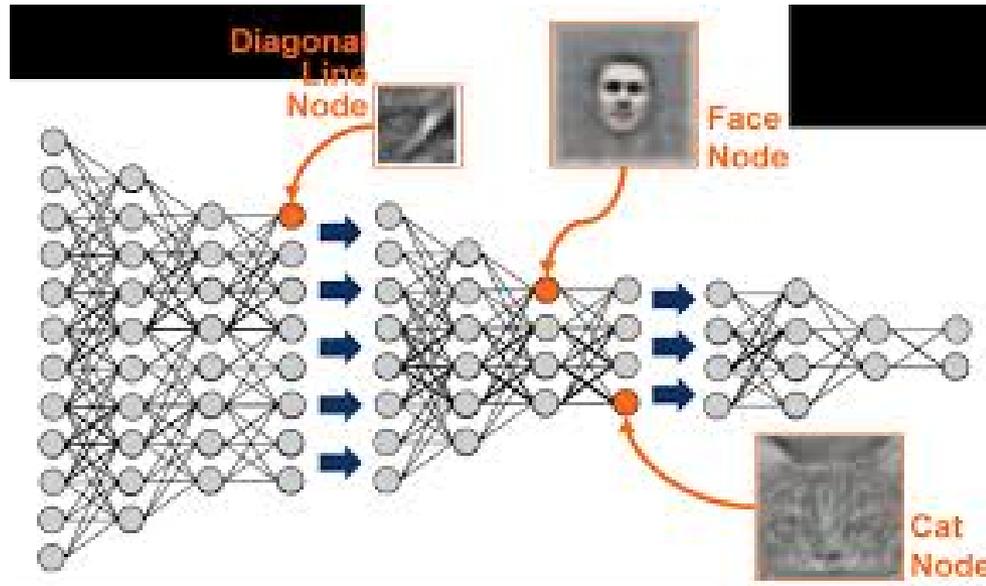




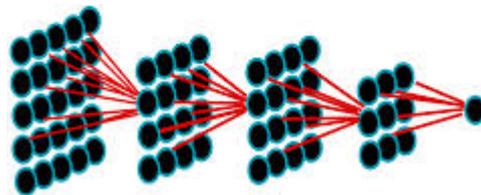
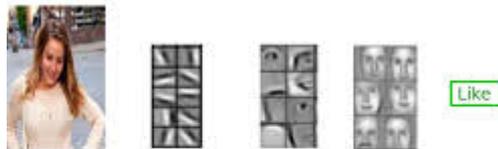
Dr. Oren Etzioni is Chief Executive Officer of the Allen Institute for Artificial Intelligence (Paul Allen, Microsoft co-founder). He has been a Professor at the University of Washington's Computer Science department since 1991. The goal of Oren's research is to solve fundamental problems in AI, particularly the automatic learning of knowledge from text.

Deep learning

Yann Le Cun



Input Layer 1 Layer 2 Layer 3 Output



En dehors du fait que la connaissance est représentée dans les livres d'apprentissages sous forme de graphe sémantique, autre intérêt de l'approche symbolique

En dehors du fait que la connaissance est représentée dans les livres d'apprentissages sous forme de graphe sémantique, autre intérêt de l'approche symbolique

- ↙ **L'approche symbolique et le raisonnement est utilisé par l'être humain**
 - ↖ En philosophie
 - ↖ En mathématique
 - ↖ En psychothérapie (restructuration cognitive dans les thérapies cognitives et comportementales)
- ↙ **Cette approche a été sélectionnée par l'évolution**
 - ↖ Elle est plus lente mais plus sûre
 - ↖ Souvent stratégies ayant des vitesses différentes sélectionnées par l'évolution (ex : réponse neuronale et réponse hormonale)
- ↙ **Pouvoir la modéliser sur le plan algorithmique présente un intérêt pour**
 - ↖ Comprendre comment type de raisonnement humain peut être

Peut-être que certains domaines sont plus propice au raisonnement symbolique

◀ Le problème des 3 chapeaux (sur 3 Noirs et 2 blancs) et raisonnement temporel.

◀ Problème dit de « Théorie de l'Esprit »



Le problème des 3 chapeaux (sur 3 Noirs et 2 blancs) et raisonnement temporel.



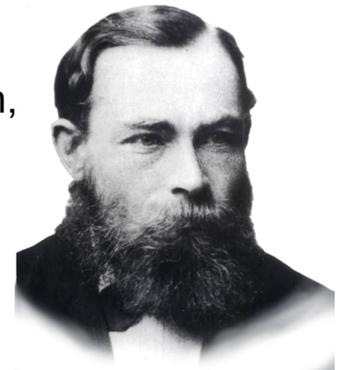
Lacan cite ce problème comme la preuve que la logique traditionnelle ne peut pas s'appliquer tous les raisonnements

Problème dit de « Théorie



Jacques Lacan, (1901 - 1981), psychiatre, chef de file d'un courant psychanalytique pour les uns, **escroc** pour les autres), et traducteur de Frege .

Friedrich Ludwig Gottlob Frege (1848 -1925) est un mathématicien, logicien et philosophe allemand, créateur de la logique moderne et plus précisément du calcul propositionnel moderne : le calcul des prédicats.



En fait le problème des 3 chapeaux ...

... se résout facilement en Prolog
(contribution personnelle)

Donc avec un système basée sur la logique des
prédicat de premier ordre.

Méfions des discours qui disent que la logique
classique est dépassée !

LIMITE DE PROLOG

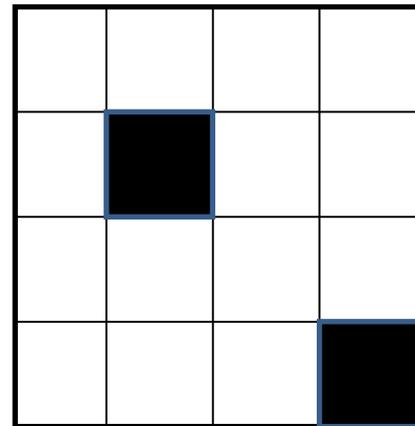
- ↙ Concision du programme
- ↙ Mais temps de calcul souvent très long car exploration exhaustive de toutes les possibilités : problème pour les problèmes NP complets
- ↙ L'être humain fait rarement comme cela : heuristique pour réduire l'espace de recherche

Problèmes de satisfaction de contraintes = Problèmes NP complets

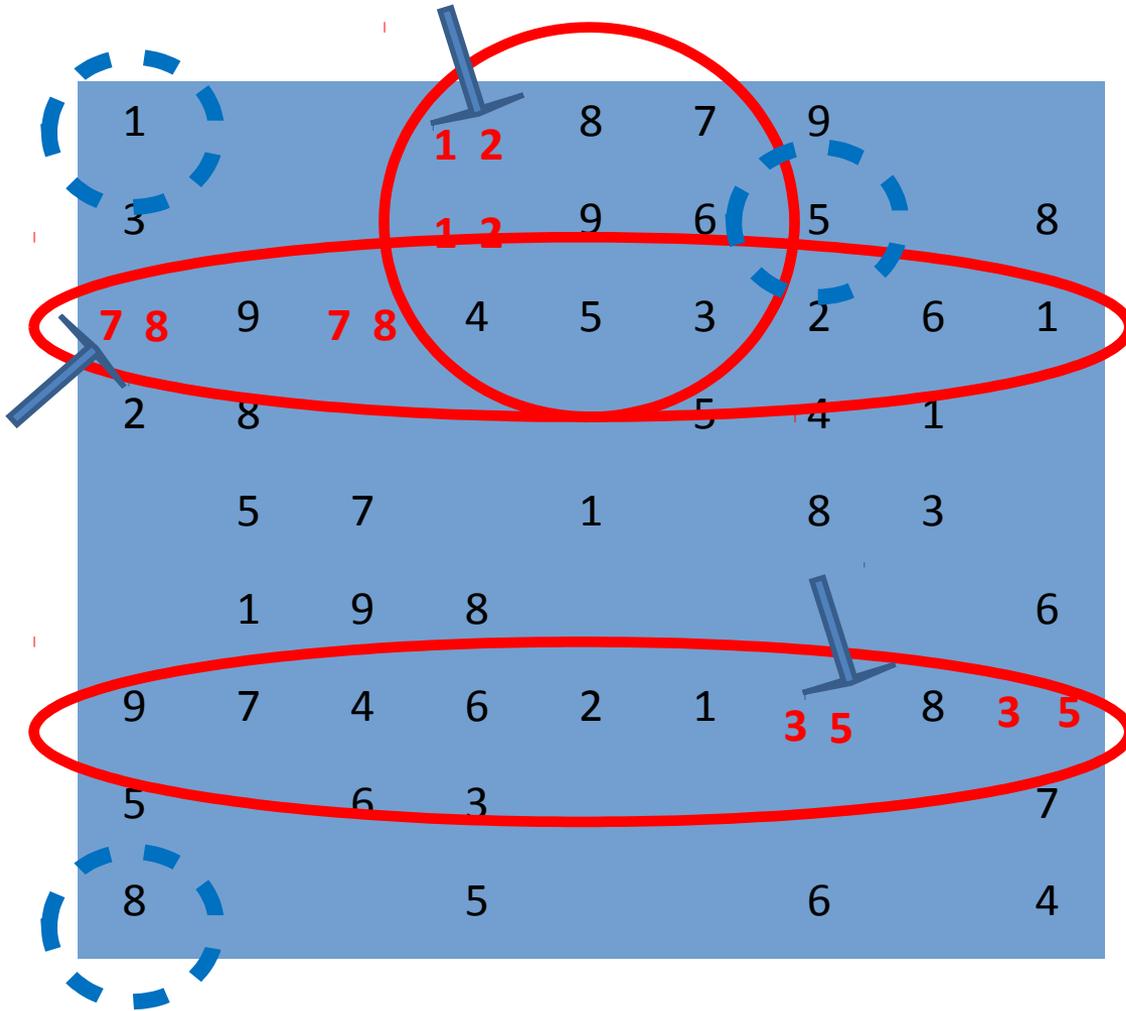
- Solutions: contraintes locales et propagation de contraintes.
- Exemples : sudoku, crypto-arithmétique, etc.

SEND
+ MORE

= MONEY



Sudoku et propagations de contraintes



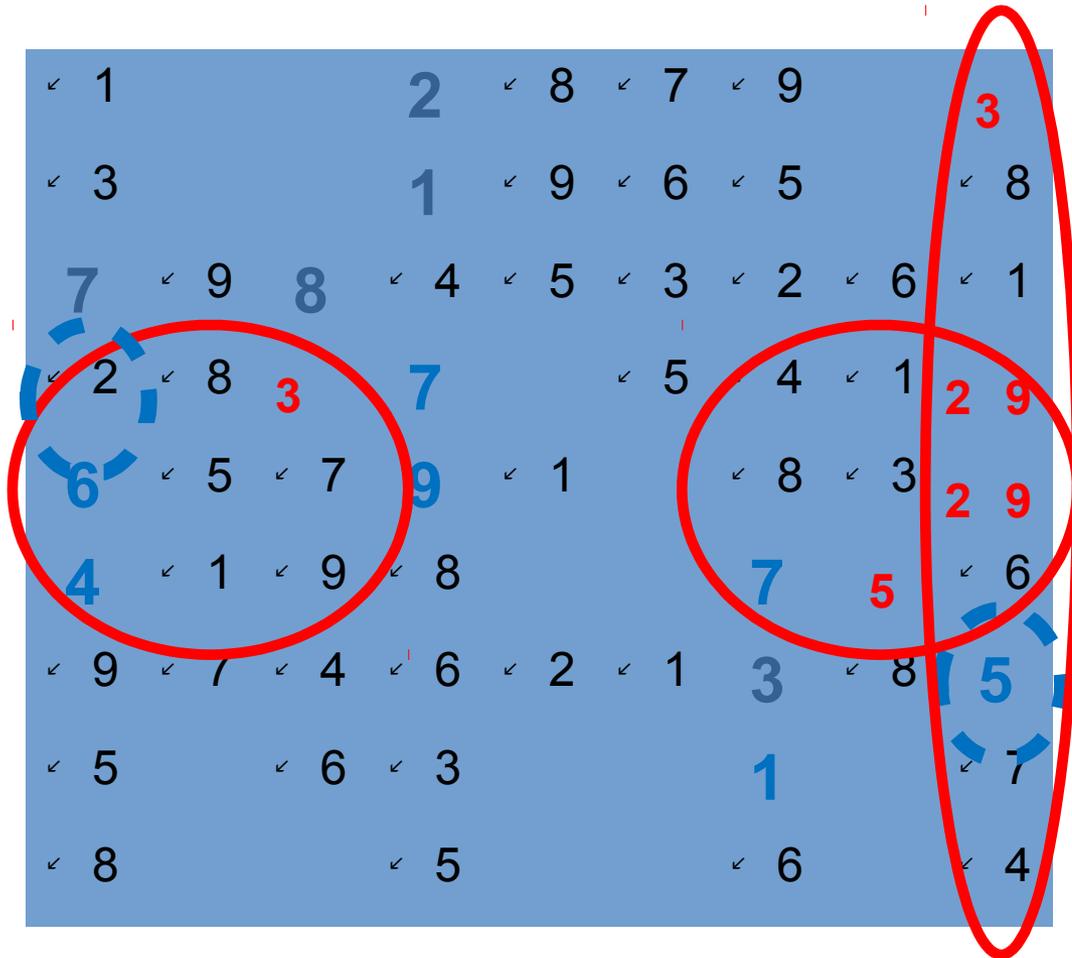
Chaque case peut être le nœud d'un hypergraphe. Plutôt que d'envisager toutes les solutions une à une, on regarde là où il y a peu de solutions à causes de contraintes locales. Et on regarde si d'autres contraintes limitent encore plus les solutions

Sudoku et propagations de contraintes

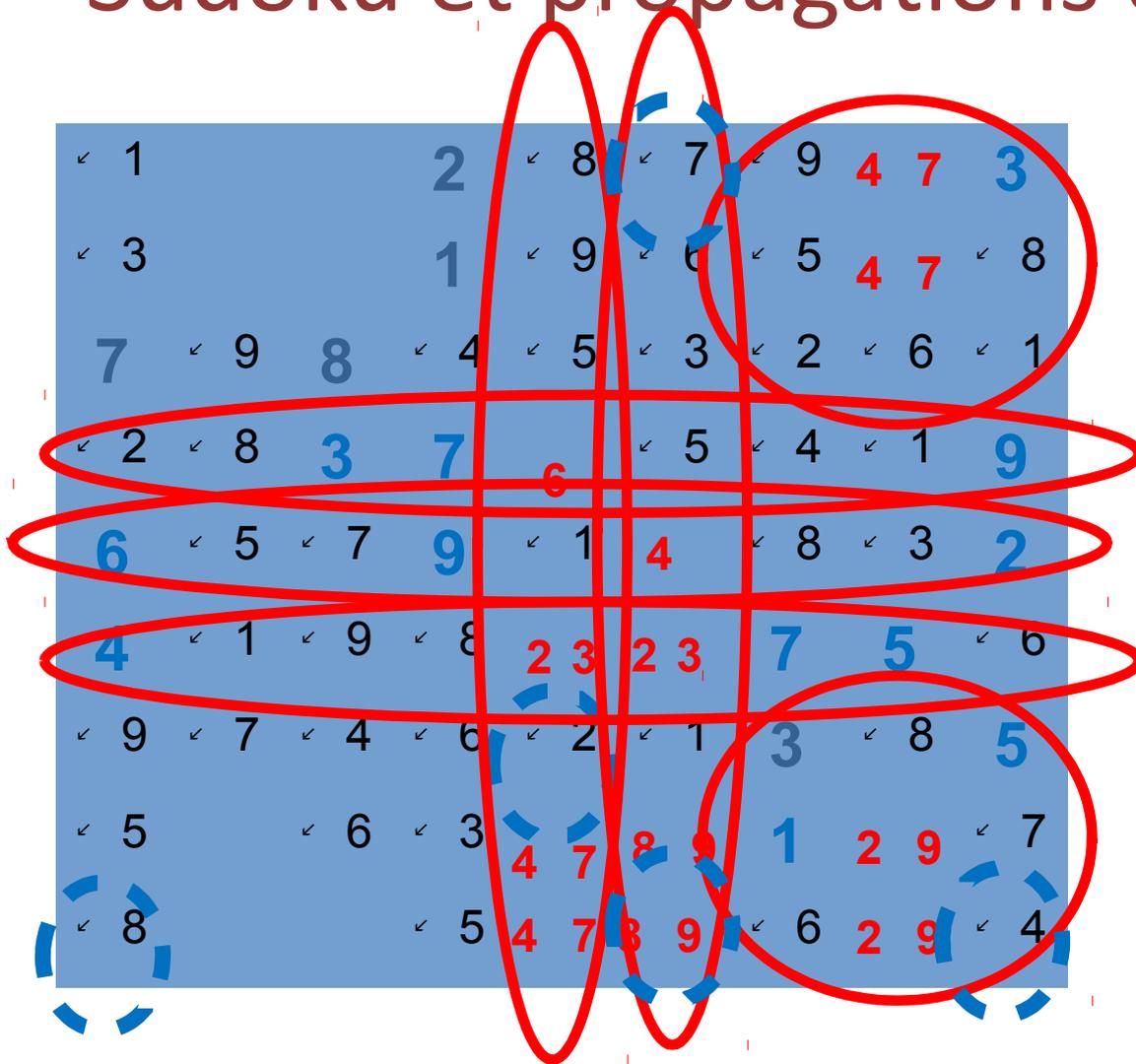
| | | | | | | | | |
|-----|---|---|-----|---|---|-----|---|---|
| 1 | | | 2 | 8 | 7 | 9 | | |
| 3 | | | 1 | 9 | 6 | 5 | | 8 |
| 7 | 9 | 8 | 4 | 5 | 3 | 2 | 6 | 1 |
| 2 | 8 | | 7 9 | | 5 | 4 | 1 | |
| 4 6 | 5 | 7 | 7 9 | 1 | | 8 | 3 | |
| 4 6 | 1 | 9 | 8 | | | 1 7 | 6 | |
| 9 | 7 | 4 | 6 | 2 | 1 | 3 | 8 | 5 |
| 5 | | 6 | 3 | | | 1 7 | | 7 |
| 8 | | | 5 | | | 6 | | 4 |

Les solutions trouvées permettent de contraindre d'autres cases et ainsi de suite.

Sudoku et propagations de contraintes



Sudoku et propagations de contraintes



Sudoku et propagations de contraintes

The image shows a 10x10 grid with numbers and constraints. The grid is divided into four 5x5 quadrants. The top-left and bottom-right quadrants are circled in red. The top-right and bottom-left quadrants are circled in blue. The grid contains the following numbers:

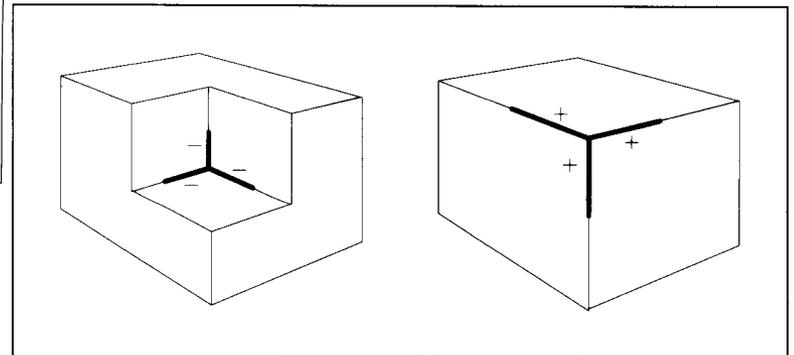
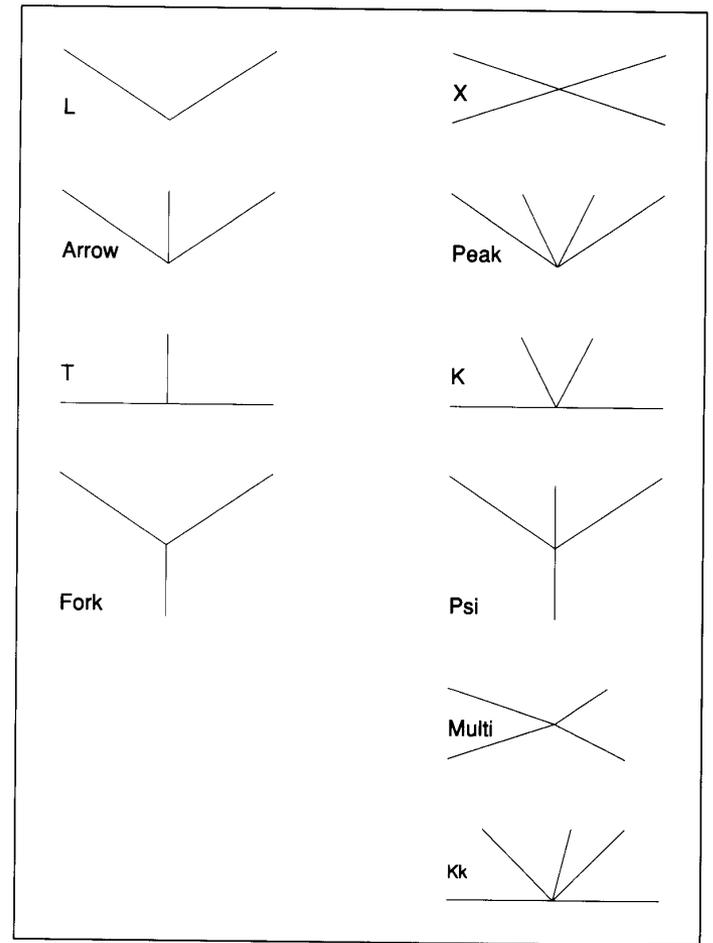
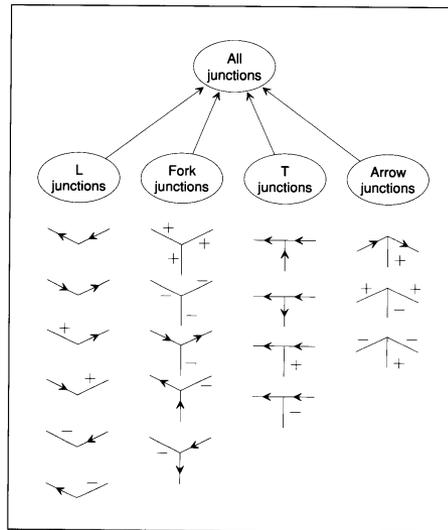
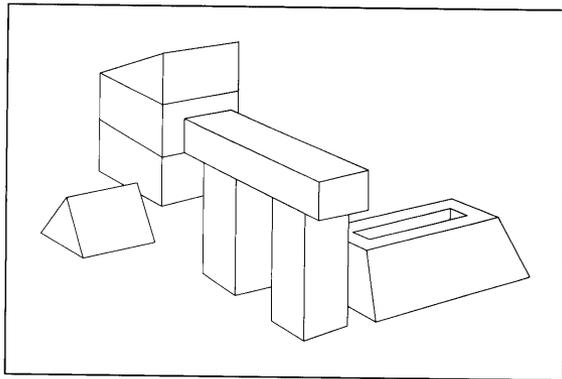
| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 6 | 5 | 6 | 2 | 8 | 7 | 9 | 4 | 3 |
| 3 | 4 | 2 | 1 | 9 | 6 | 5 | 7 | 8 | | |
| 7 | 9 | 8 | 4 | 5 | 3 | 2 | 6 | 1 | | |
| 2 | 8 | 3 | 7 | 6 | 5 | 4 | 1 | 9 | | |
| 6 | 5 | 7 | 9 | 1 | 4 | 8 | 3 | 2 | | |
| 4 | 1 | 9 | 8 | 3 | 2 | 7 | 5 | 6 | | |
| 9 | 7 | 4 | 6 | 2 | 1 | 3 | 8 | 5 | | |
| 5 | 2 | 9 | 6 | 3 | 4 | 8 | 1 | 2 | 9 | 7 |
| 8 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 6 | 2 | 4 |

Red numbers: 5, 6, 5, 6, 4, 3, 4, 2, 8, 9, 2, 9, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 5, 7, 9, 6, 2, 4.

Blue numbers: 2, 1, 7, 8, 3, 7, 6, 5, 4, 1, 9, 9, 1, 4, 8, 3, 2, 3, 8, 5, 4, 8, 1, 2, 9, 7.

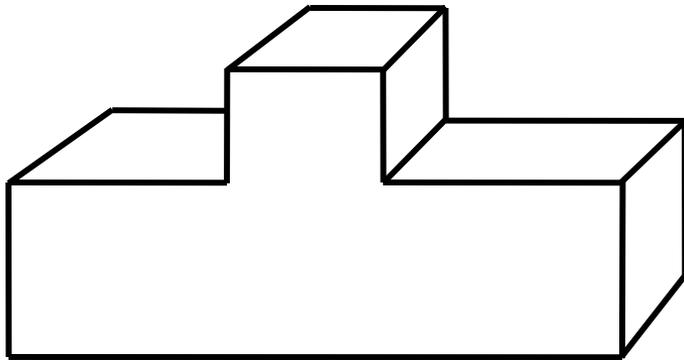


David Leigh WALTZ
 (28 May 1943 – 22 March 2012)

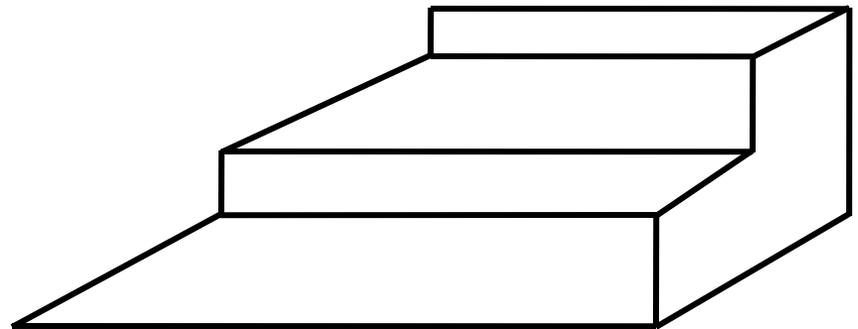


Algorithme de waltz

- ▶ Permet de reconnaître des polyèdres triédraux

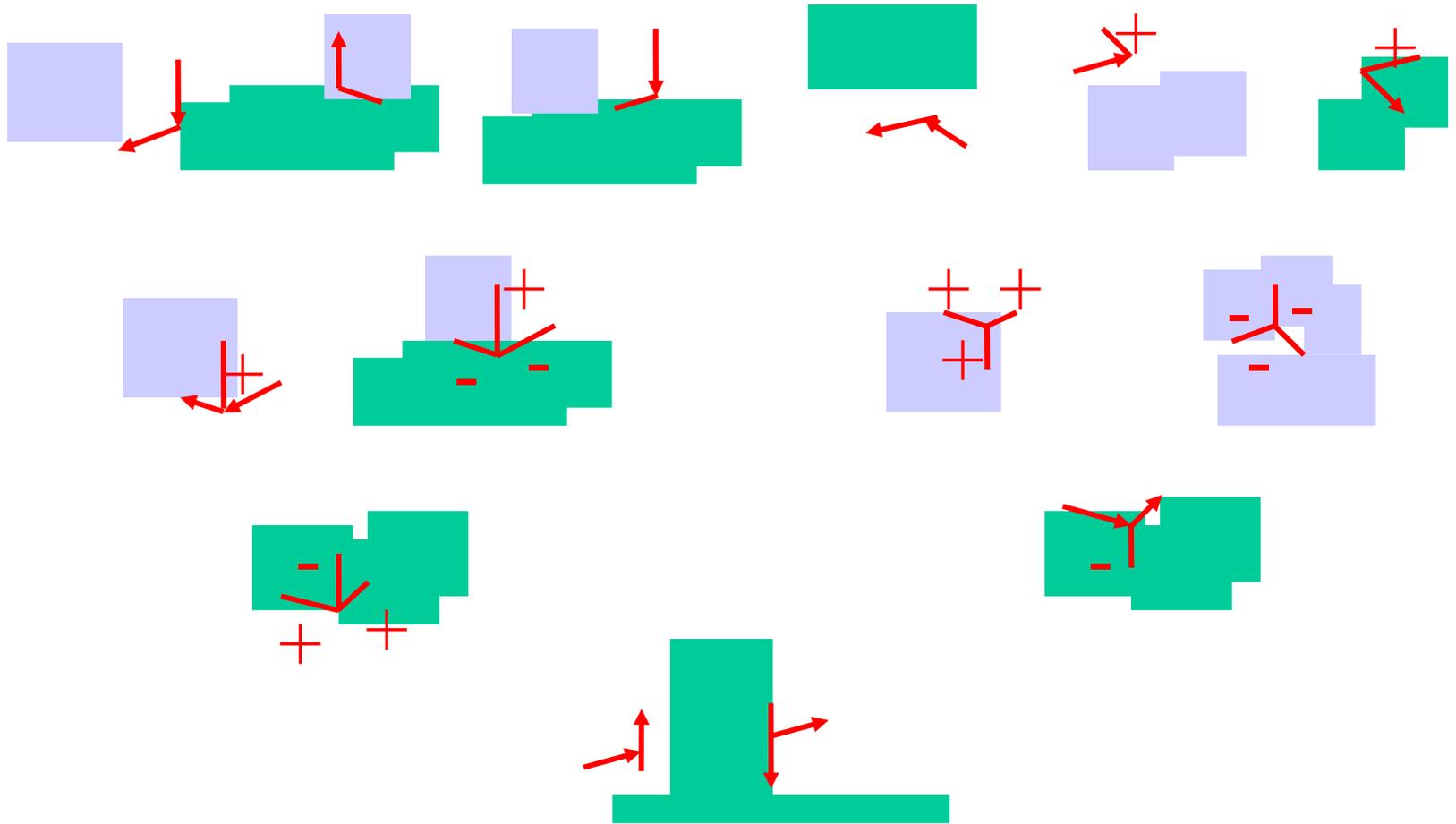


Objet possible

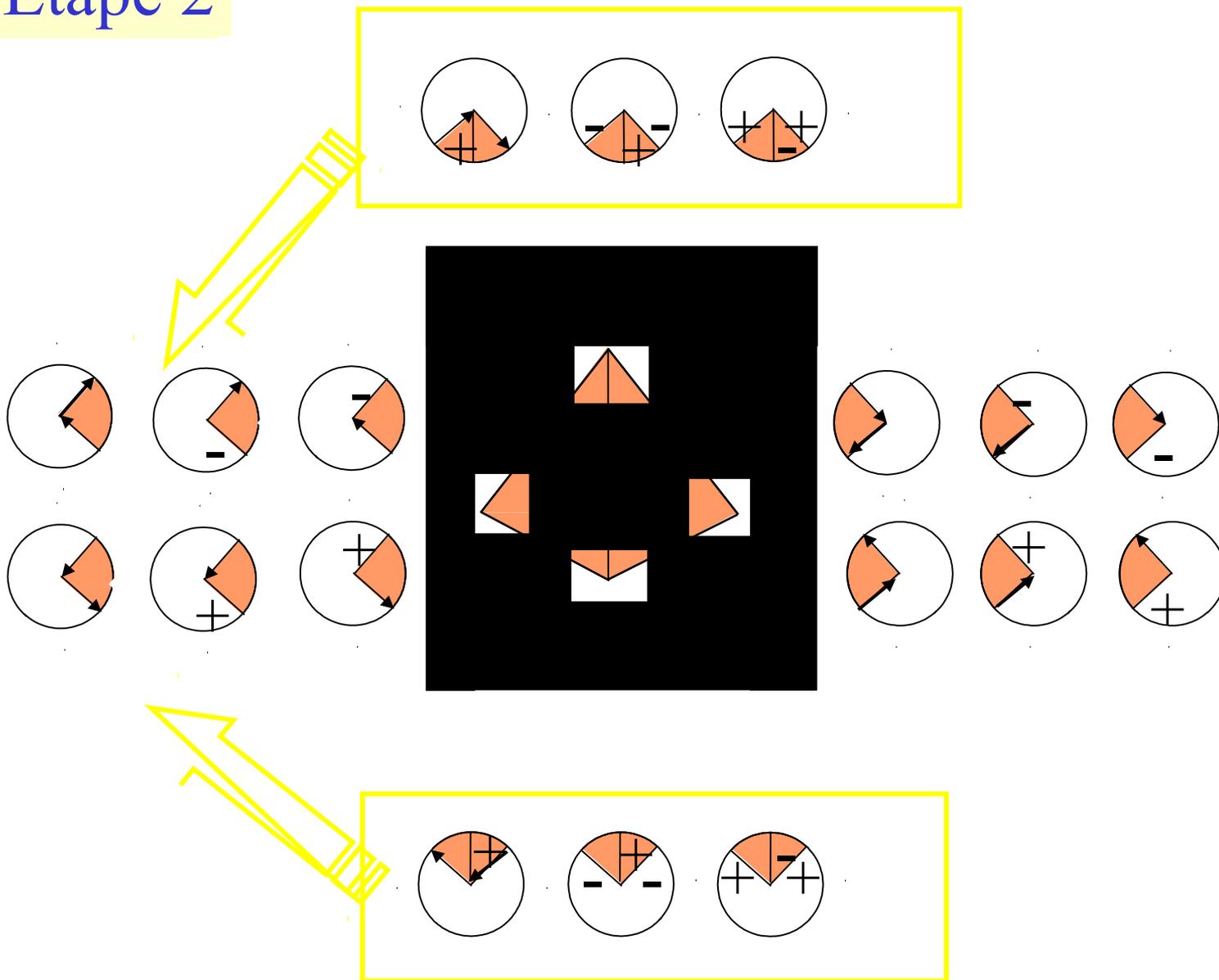


Objet impossible

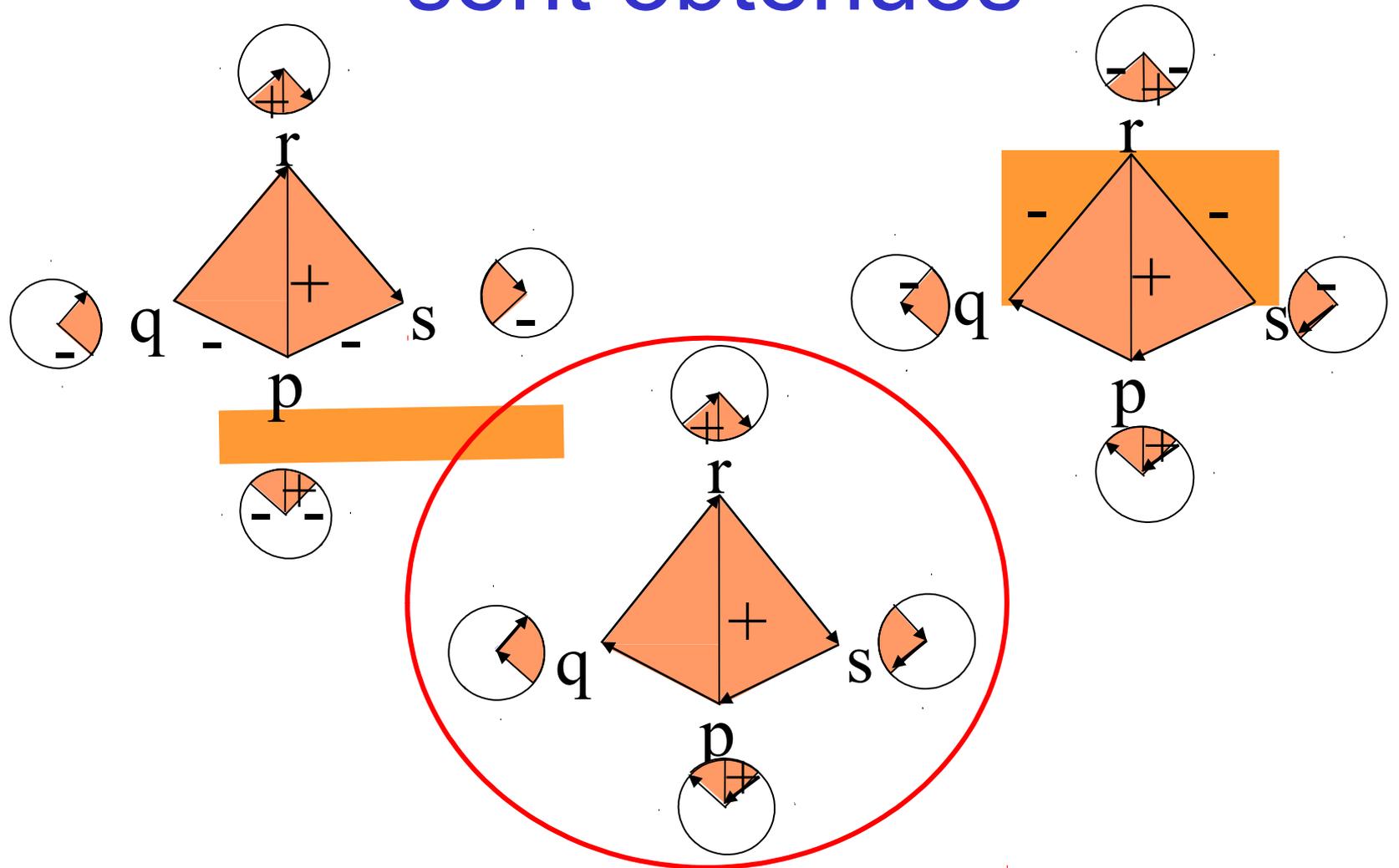
16 différents types de sommet



Etape 2



3 possibilités d'interprétation sont obtenues



- ↙ Donc on dispose d'une façon de gérer des contraintes spatiales pour reconnaître des formes
- ↙ Comment s'y prend -on dans la pratique?
 - ↖ Il faut une représentation de la configuration d'un objet

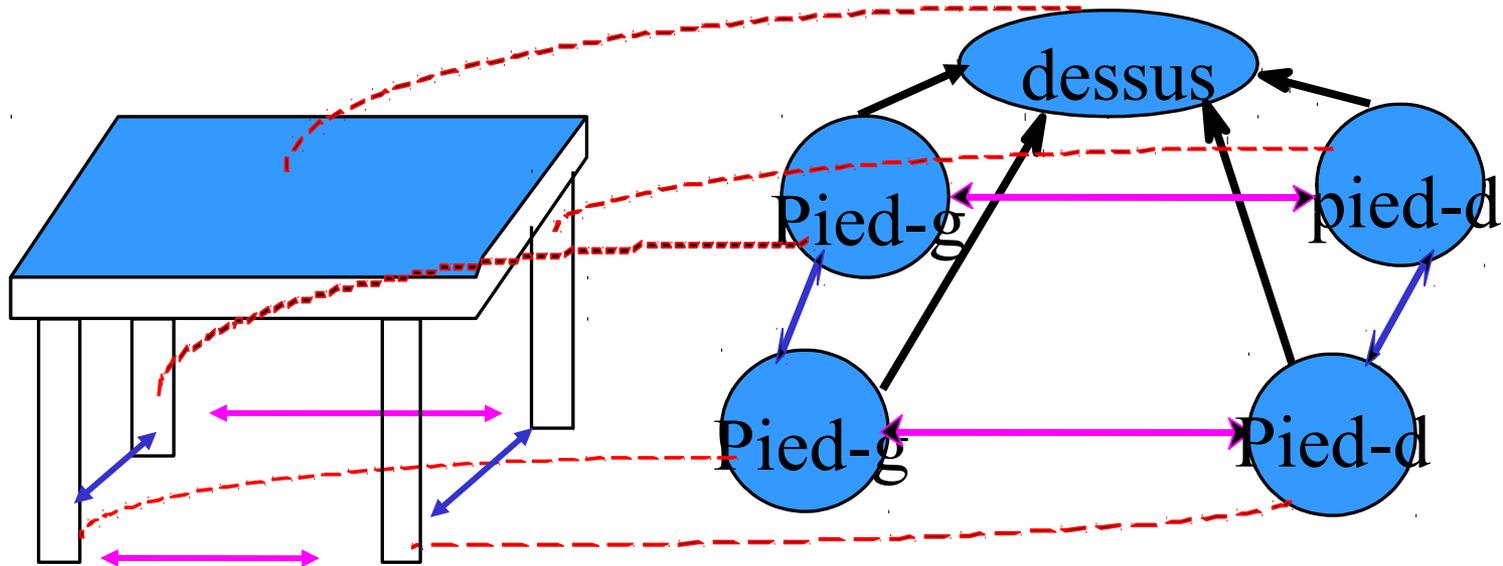
Configuration spatiale

Prise en compte des relations entre les éléments de l'objet pour établir des *configurations* qui servent de définition de catégories



Relaxation discrète et Interprétation d'images

- associer chaque partie de l'image à un noeud d'un graphe sémantique

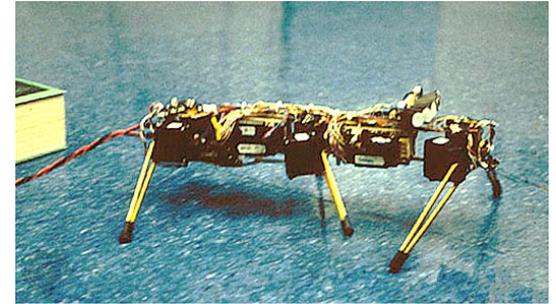


Contraintes spatiales :

→ sous ← Arrière-avant ← Gauche-droite



Rodney

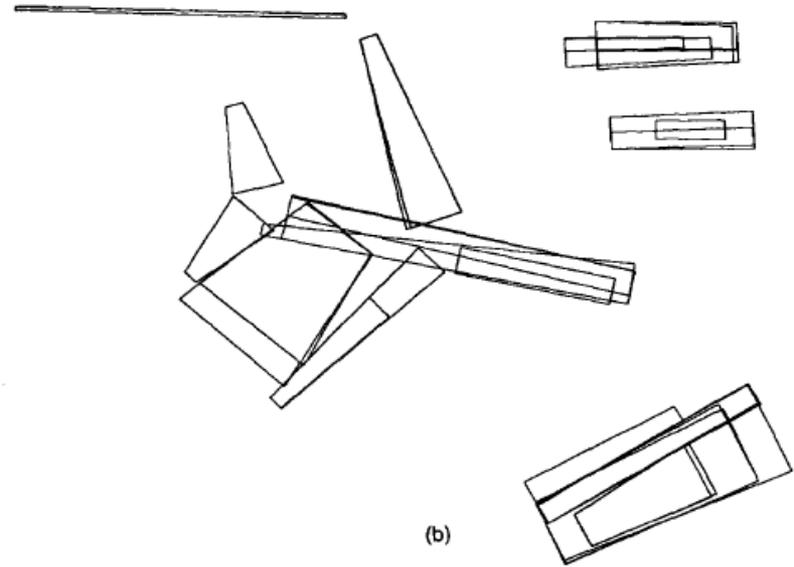
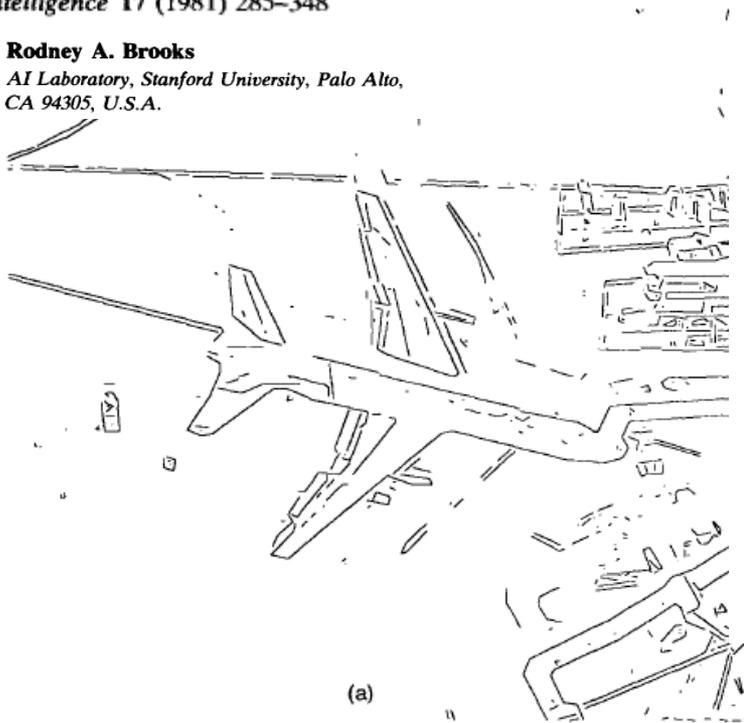


Symbolic Reasoning Among 3-D Models and 2-D Images

Artificial Intelligence 17 (1981) 285–348

Rodney A. Brooks

*AI Laboratory, Stanford University, Palo Alto,
CA 94305, U.S.A.*

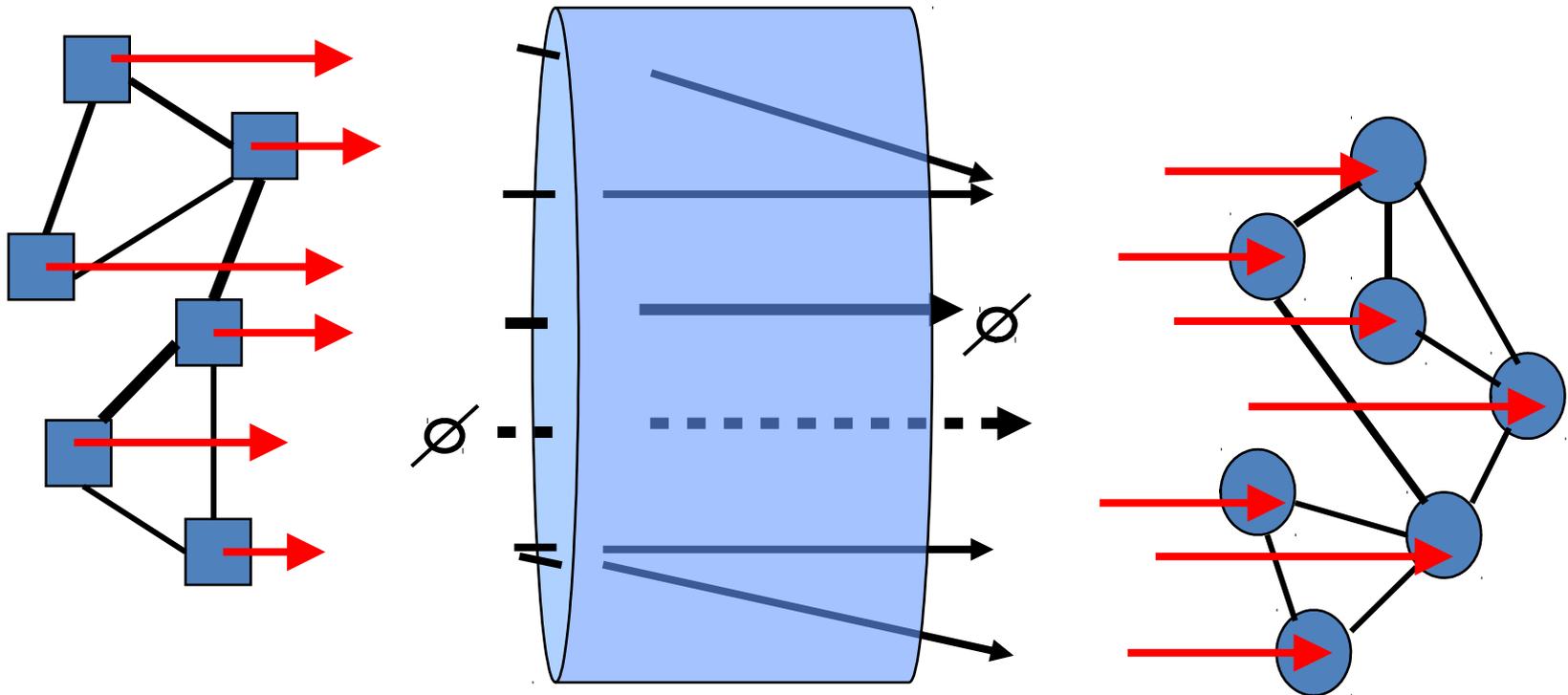


Plusieurs problèmes

- L'appariement non bijectif
 - Relâcher des contraintes mais pas trop
- Développer une façon de décrire les objets qui traduise les contraintes réelles
- Le temps de calcul
- Plusieurs obstacles à franchir ...

Différents cas de figures:

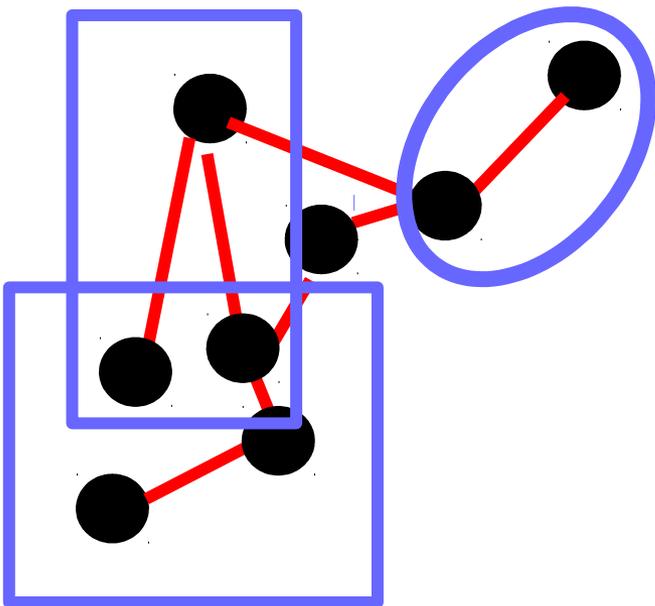
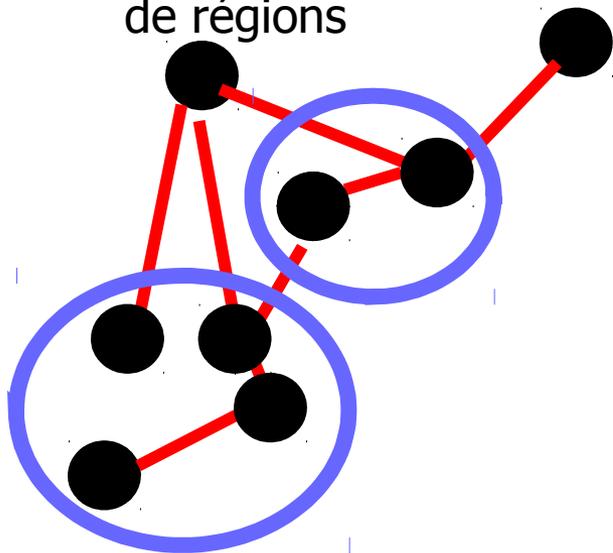
- Appariement non injectif
- Appariement non applicatif
- Appariement non surjectif
- Appariement non fonctionnel



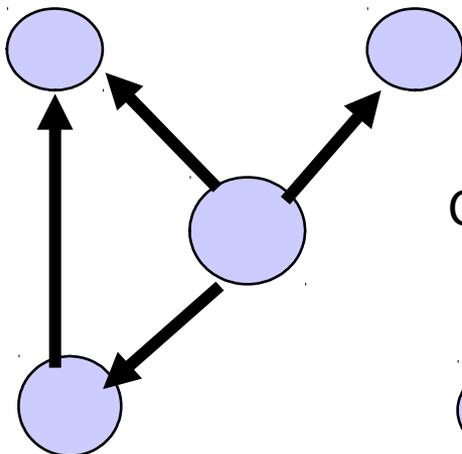
Solution: Contrainte à 2 niveaux et de consistance d'arc faible

Consistance indirecte (objet imprévu), quasi arc-consistance (objet manquant)

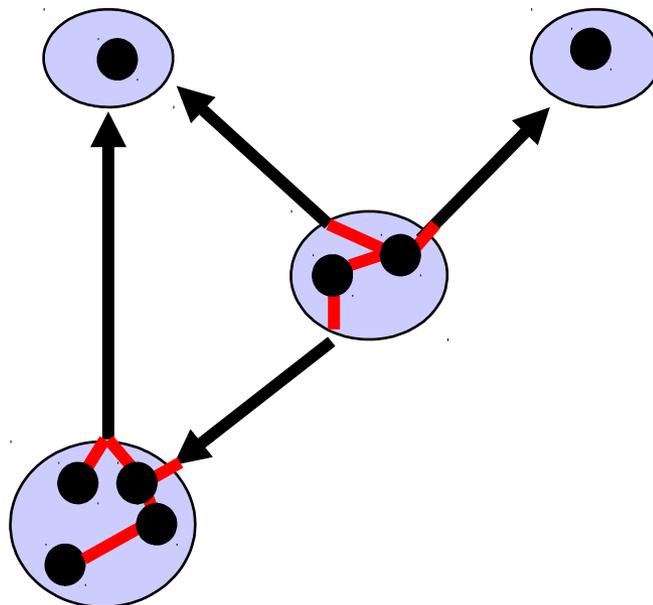
Graphe d'adjacence
de régions

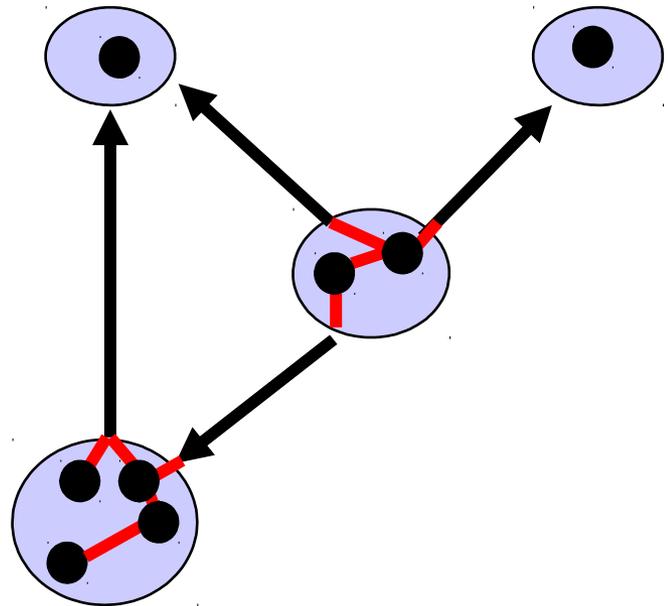
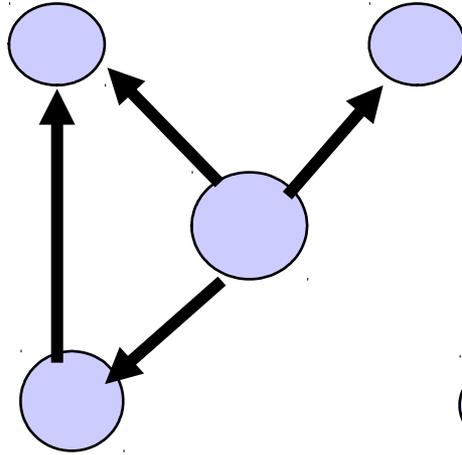
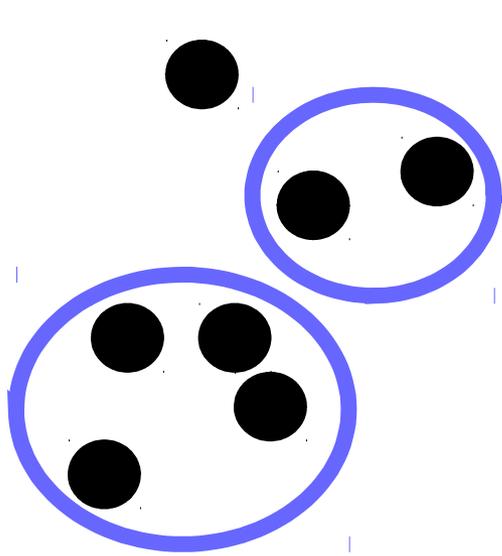


Comment mettre en correspondance?

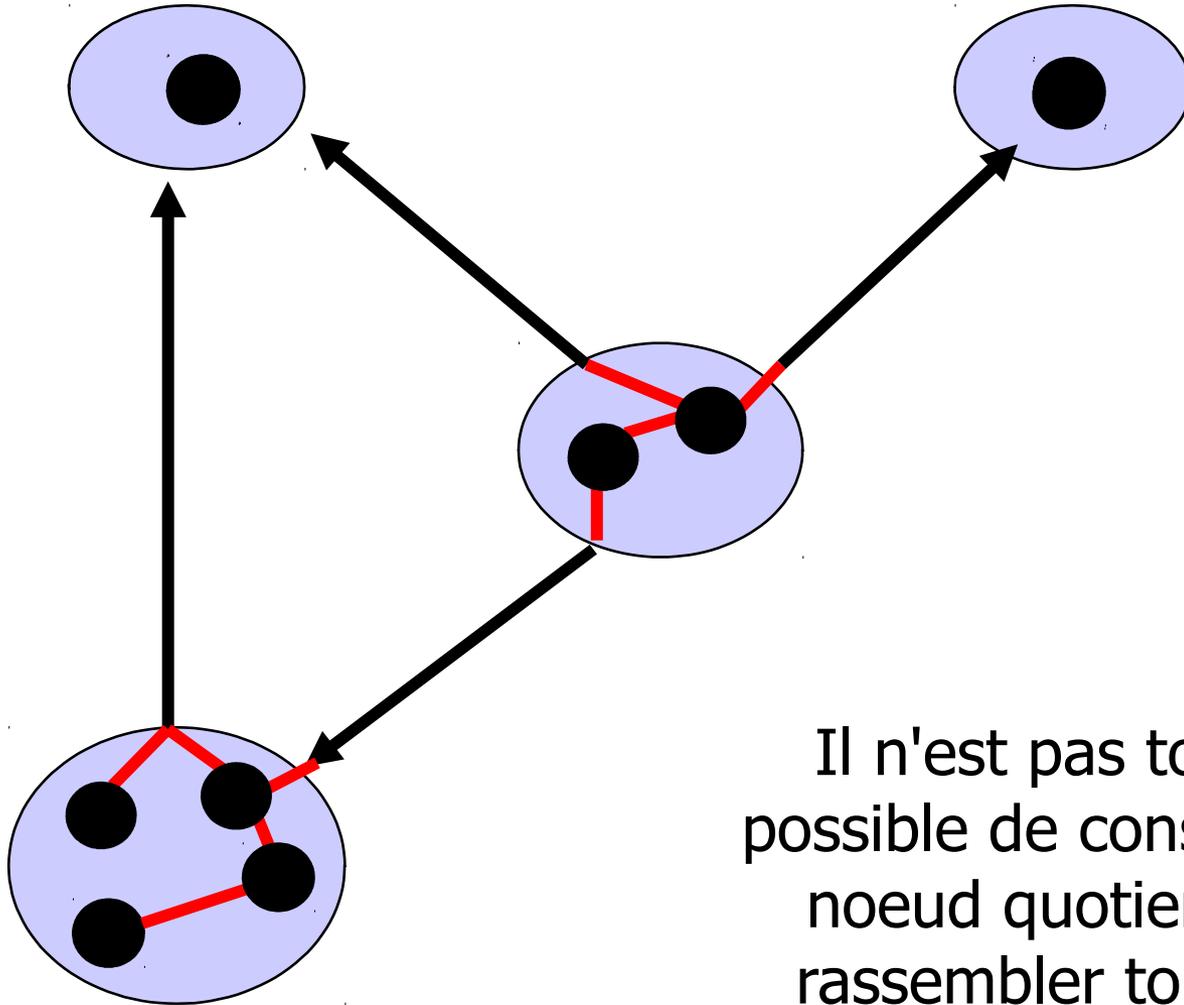


Graphe sémantique

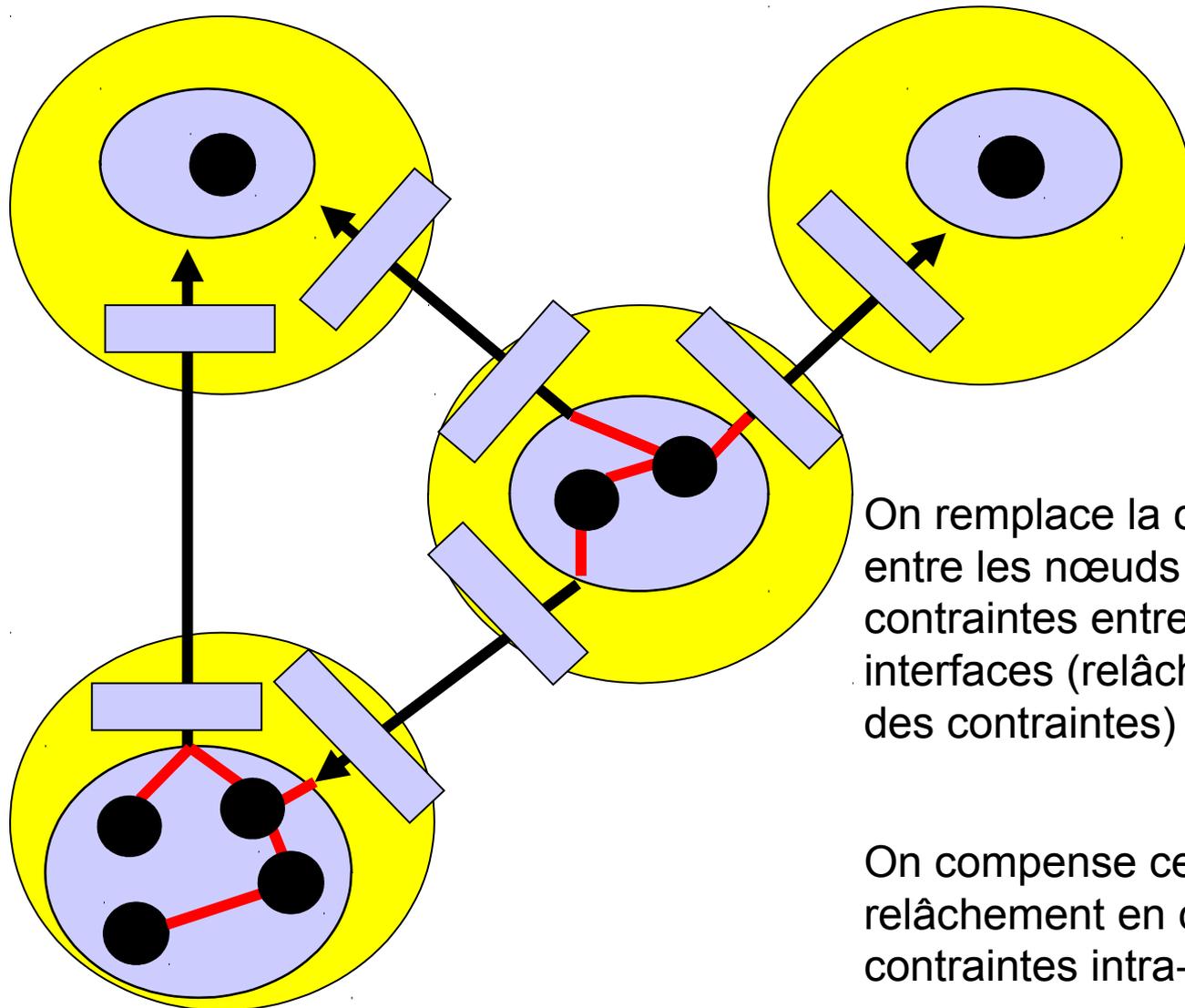




Le contrôle de la consistance d'arc classique échoue dans ce contexte

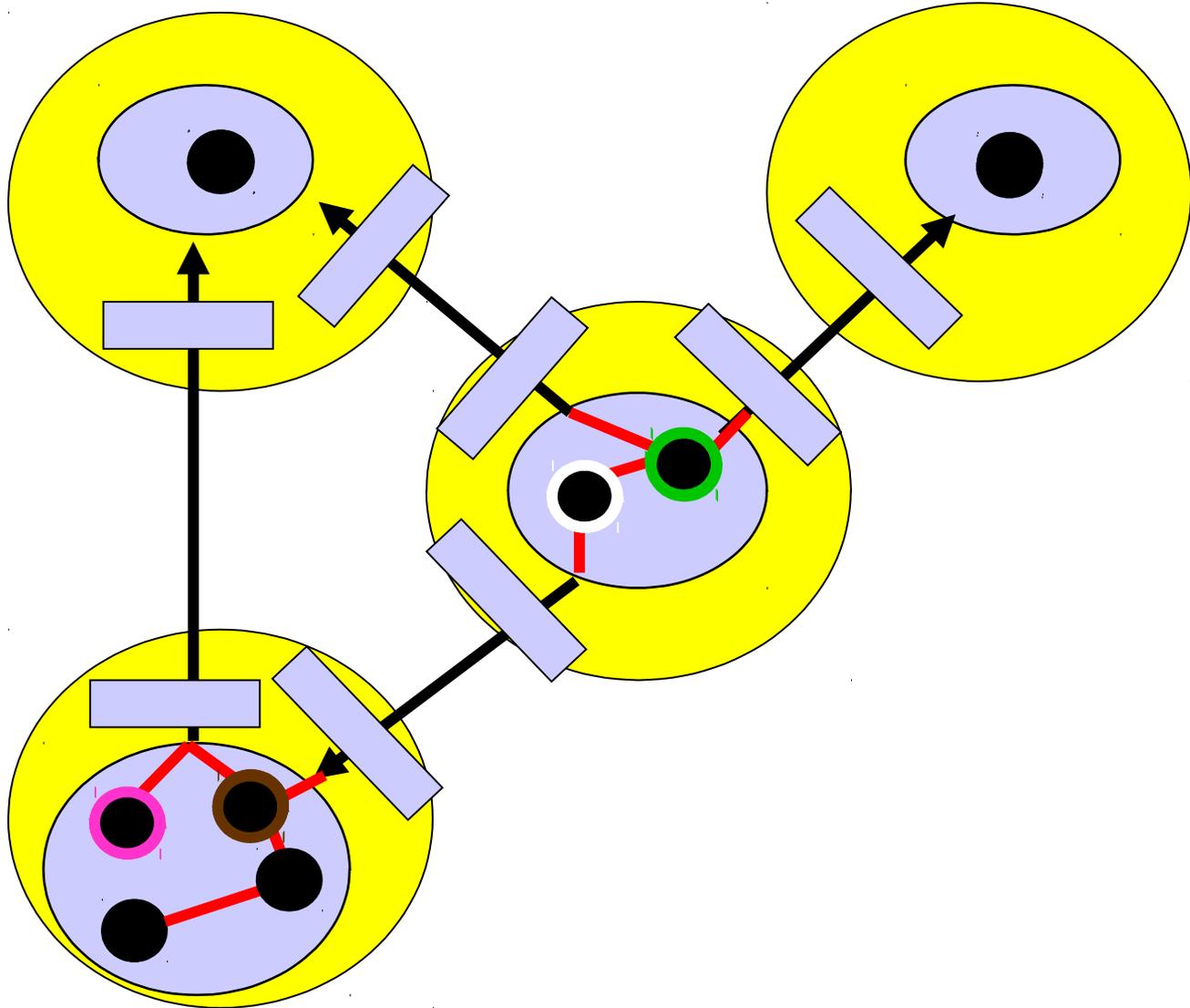


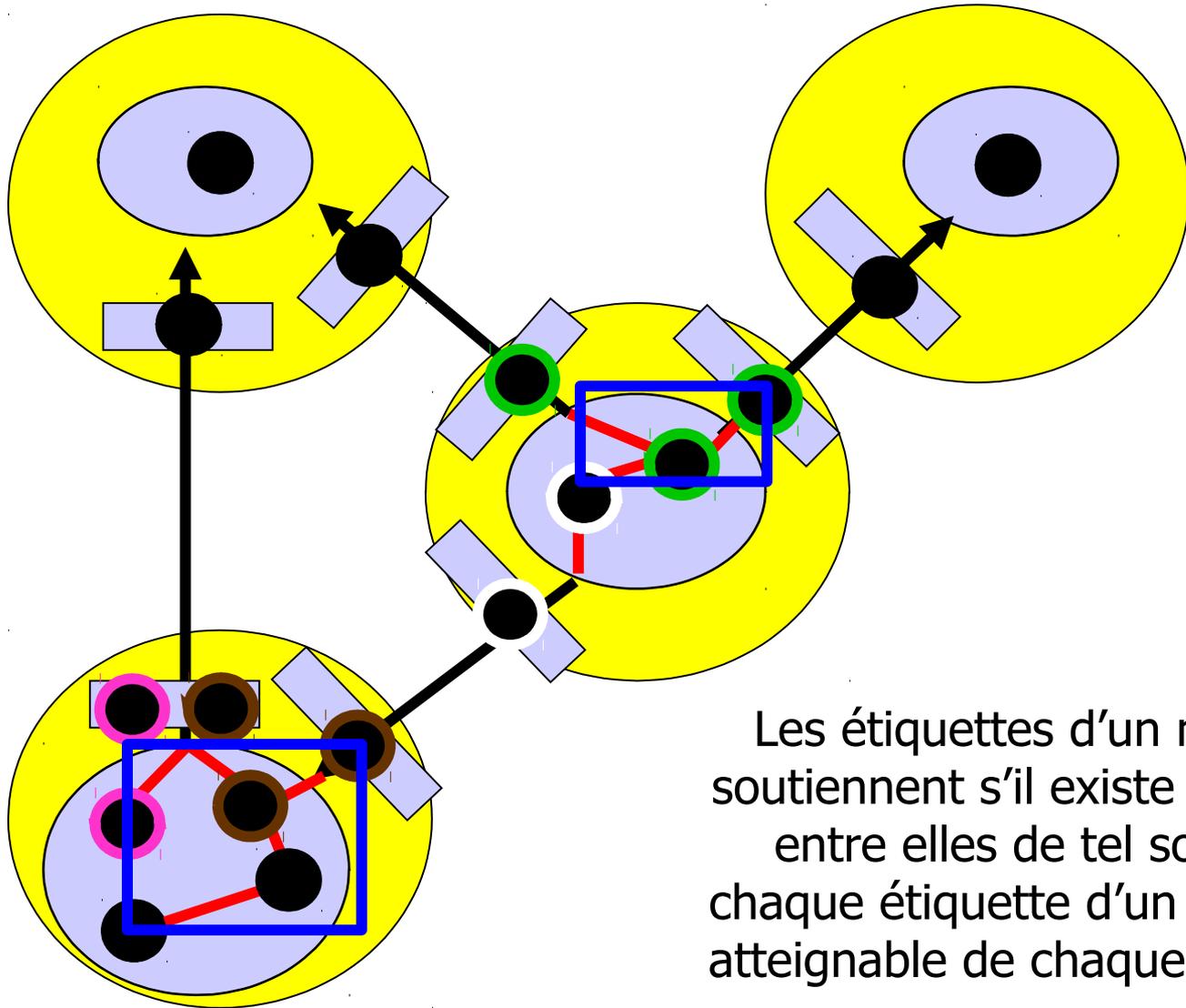
Il n'est pas toujours possible de construire un noeud quotient pour rassembler toutes les régions d'un même noeud



On remplace la contrainte entre les nœuds par des contraintes entre les interfaces (relâchement des contraintes)

On compense ce relâchement en créant des contraintes intra-nœud





Les étiquettes d'un noeud se soutiennent s'il existe un chemin entre elles de tel sorte que chaque étiquette d'un noeud soit atteignable de chaque interface.

Plusieurs problèmes

- L'appariement non bijectif
 - Relâcher des contraintes mais pas trop
- Développer une façon de décrire les objets qui traduise les contraintes réelles
- Le temps de calcul
- Plusieurs obstacles à franchir ...

Plusieurs idées

- 1ère famille d'idées :
 - Passer d'un formalisme de nœuds à un formalisme d'arcs
 - Facilite la multiplication de contraintes variées, de combinatoires de contraintes
 - Facilite la gestion d'hypergraphes mais nécessiter de développer des optimisations.

- 2ème famille d'idées
 - CSP classique avec support
 - CSP avec relaxation = élimination



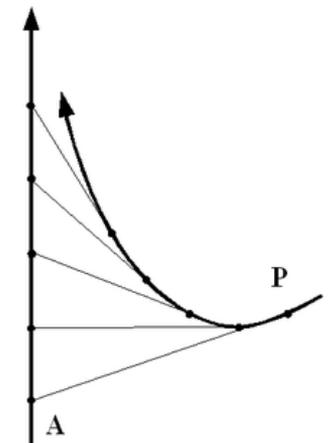
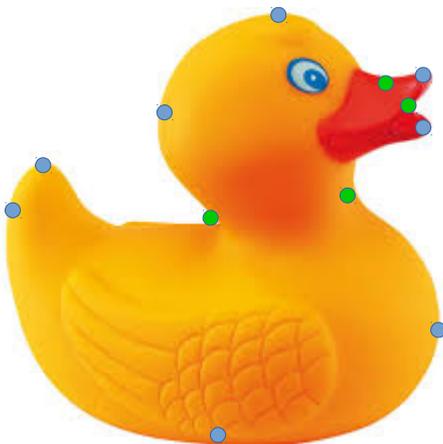
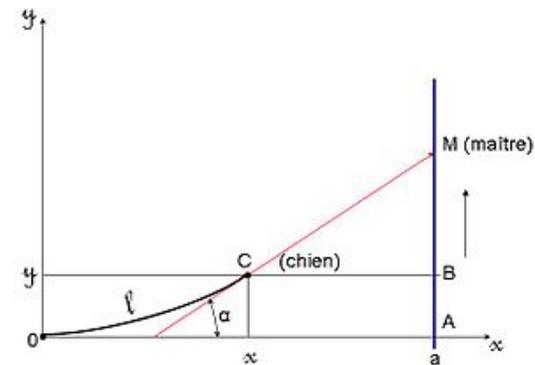
support

Développement de la modélisation mathématique : Déduire la forme globale à partir d'une description de contraintes locale locale

Liebniz, Newton, Euler,...

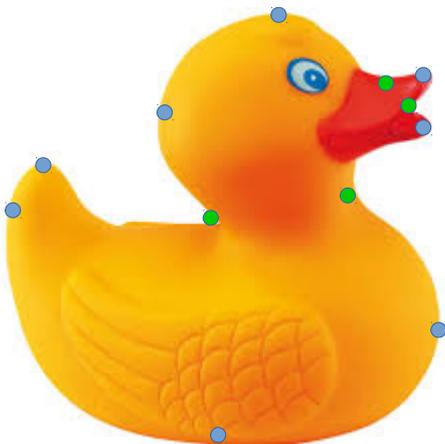
$$\frac{dy}{dx} = \tan(\alpha) = \frac{BM}{BC} = \frac{vt - y}{a - x}$$

$$y = \frac{x^2 - 2ax}{4a} + \frac{a}{2} \ln \frac{a}{a - x}$$



Description d'une forme découpable en un ensemble de courbes d'équation connue

- ↙ Définition de points caractéristiques à une région
- ↙ Description de contraintes entre ces points caractéristiques
- ↙ Preuve à faire : si les points caractéristiques d'une région satisfont ces contraintes, alors la courbe décrite par la contrainte est totalement définie dans l'image c'est à dire tous les points de la courbes correspondent à des pixels bords



- Rule 1: An edge region has to be internal edge compatible (see Figure 8). If an edge region is a part of an edge curve defining a part of an object shape, it should have at least an edge segment compatible with the curve and all the other edges of this region has to be inside the shape.
- Rule2: None of the connected regions of an edge region can have edges that are inside and outside the shape (see Figure 9a).
- Rule3: Any edge region (except the regions which are the beginning of the curve and the end of the curve) should have a predecessor and a successor with a continuity between edge segments of this region (with respect to the edge curve defining a part of the object shape) and edges segment of its successor and predecessor (see Figure 9b).
- Rule4: The edge curve defining a part of an object shape should have its derivative monotonic (the curve is simple).

Lemma 1 : $\{P_1^{S_N}, P_2^{S_N}\} \subset C_f \Rightarrow \forall P \in C_f$ between $P_1^{S_N}$ and $P_2^{S_N}$, $P \in R$.

Lemma 2 : $\forall R, \forall S_R, \{P_1^{S_R}, P_2^{S_R}\} \subset C_f \Rightarrow S_R$ is connected to its neighbours (the extremities inside).

If these two Lemmas are true, as at least one characteristic point of each region $R \in E$ is on the curve C_f (imposed by the Rule 1) and as an edge continuity is imposed by the Rule 3, it is straightforward that $\forall P \in C_f, \exists R \in E$ such that $P \in R$. In other words, as the Lemma 1 and 2 are true, the curve C_f is entirely described by a sub-part of the set of edge pixels of a set of regions.

Proof of Lemma 1 :

- Let suppose a pixel P such that $P(x, y) \in C_f$ and $P(x, y) \in R$.
- Let P_N be the projection of P on the north edge of R . $S_R = \{P_1^{S_R}, P_2^{S_R}\}$ such that $P_N \in S_R$.
- Let M_3 be the middle of $[P_1^{S_R}, P_2^{S_R}]$.
- Let ϵ be the tolerance accepted by the segmentation algorithm of the edge. It means that $\forall p \in (P_1^{S_R}, P_2^{S_R}), d(p, P_N), P_N < \epsilon$ (See Figure 9).

We suppose that $P_1^{S_R} \in C_f$ and $P_2^{S_R} \in C_f$. Then:

- $M_3 \in C_f$ (Rule 1).
- As C_f is convex and its derivative is monotone between $P_1^{S_R}$ and $P_2^{S_R}$ (Rule 4), $\forall P \in C_f$ with P_N between $P_1^{S_R}$ and $P_2^{S_R}$, P is above the segment $[P_1^{S_R}, P_2^{S_R}]$.

Let a point $A \in C_f$. Four cases can be studied :

- If A is located in the area 1 (See Figure 10) above the thick line and between the two lines perpendicular to the line (P_{N1}, P_{N2}) through P_{N1} and M_3
 - $\exists p \in C$ located between P_{N1} and A which has a tangent T_1 equal to the slope s_1 of (P_{N1}, A) (i.e. mean value theorem: given a planar arc between two endpoints, there is at least one point at which the tangent to the arc is parallel to the secant through its endpoints).
 - $\exists p \in C_f$ located between A and M_3 which has a tangent T_2 equal to the slope s_2 of (A, M_3) .
 - $\exists p \in C_f$ located between M_3 and P_{N2} which has a tangent T_3 equal to the slope s_3 of (M_3, P_{N2}) .

Then, due to the construction $s_1 > s_3 > s_2$, the point A can not exists because the derivative of C_f between P_{N1} et P_{N2} is monotonic by hypothesis.

- If A is located in the area 2 (See Figure 10) below the thick line and between the two line perpendicular to the line (P_{N1}, P_{N2}) through P_{N1} and M_3 . Let $\delta = d_{max}(A, [P_{N1}, P_{N2}])$. It is straightforward from the Figure 10 that $\delta < 2\epsilon$, where ϵ is the given small tolerance used to build the polygonal approximation of the edges of segmented regions.

- The same reasoning can be made for the areas 3 and 4.

We note $d_{max}(A, [P_{N1}, P_{N2}])$ the maximum distance between a point A and a segment $[P_{N1}, P_{N2}]$. Then $\forall A \in C_f, d_{max}(A, [P_{N1}, P_{N2}]) \leq 2\epsilon$, as $\forall P \in R, d_{max}(P, [P_{N1}, P_{N2}]) < \epsilon$. Thus $\forall R \in E, \exists S_R \in R$ such that $S_R = \{P_{N1}, P_{N2}\}, \{P_{N1}, P_{N2}\} \subset C_f \Rightarrow \forall A \in C_f$ between P_{N1} and P_{N2} , $A \in R$ and the lemma 1 is true. \square

Proof of Lemma 2: Let R be a segmented region. To prove the lemma 2, two cases can be considered:

Theorem 1. The satisfaction of the four rules defined previously is enough to guarantee that $\forall P \in C_f, \exists R \in E$ such that $P \in R$.

This theorem assures that working with the characteristic points of regions defined previously is enough to check that all the edge pixels of the regions of E follow C_f .

Proof 1. Given the four previous rules, we want to show that all the pixels of the curve C oriented in a given direction (for example the North direction) belong to the edges of segmented regions of the image.

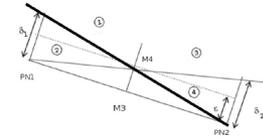


Figure 10: M_3 is the middle of $[P_{N1}, P_{N2}]$. It means that if M is the real edge pixel of the region instead of M_3 , $d(M_3, M_4)$ is less than ϵ (from the rule applied to obtain the polygonal hull of the region). In the worst case $d(M_3, M) = \epsilon$. Let call M_4 this point M in the worst case. Then we draw two lines, (P_{N1}, M_4) and (P_{N2}, M_4) which define the δ_{1max} and δ_{2max} values. It is straightforward from the Thales theorem that $\delta_{1max} = 2^{\circ}\epsilon$ and $\delta_{2max} = 2^{\circ}\epsilon$.

1. $\hat{R} \cap C_f \neq \emptyset$ or
2. $\hat{R} \cap C_f = \emptyset$

First case: $\exists P(x, y), P(x, y) \in C_f$ and $P(x, y) \in \hat{R}$ (white point in Figure 11) In this case, the region R breaks the continuity of C_f .

- Let P_N be the north projection and P_S a south projection of $P(x, y)$ on the north part and the south part of \hat{R} (black points in Figure 10).

- $S_{R_N} = \{P_1^{S_{R_N}}, P_2^{S_{R_N}}\}$, such that $P_N \in S_{R_N}$, (respectively $S_{R_S} = \{P_1^{S_{R_S}}, P_2^{S_{R_S}}\}$) such that $P_S \in S_{R_S}$.

$P \in R$, $\Rightarrow [P_1^{S_{R_N}}, P_2^{S_{R_N}}]$ or $[P_1^{S_{R_S}}, P_2^{S_{R_S}}]$ is necessarily outside the shape delimited by the curve C_f and the other segment is inside the shape.

However, as $P \in C_f$, it is not possible to have a segment outside the shape (constraint imposed by Rule 2). Then, the extremities of the segments must be on the curve or below the curve.

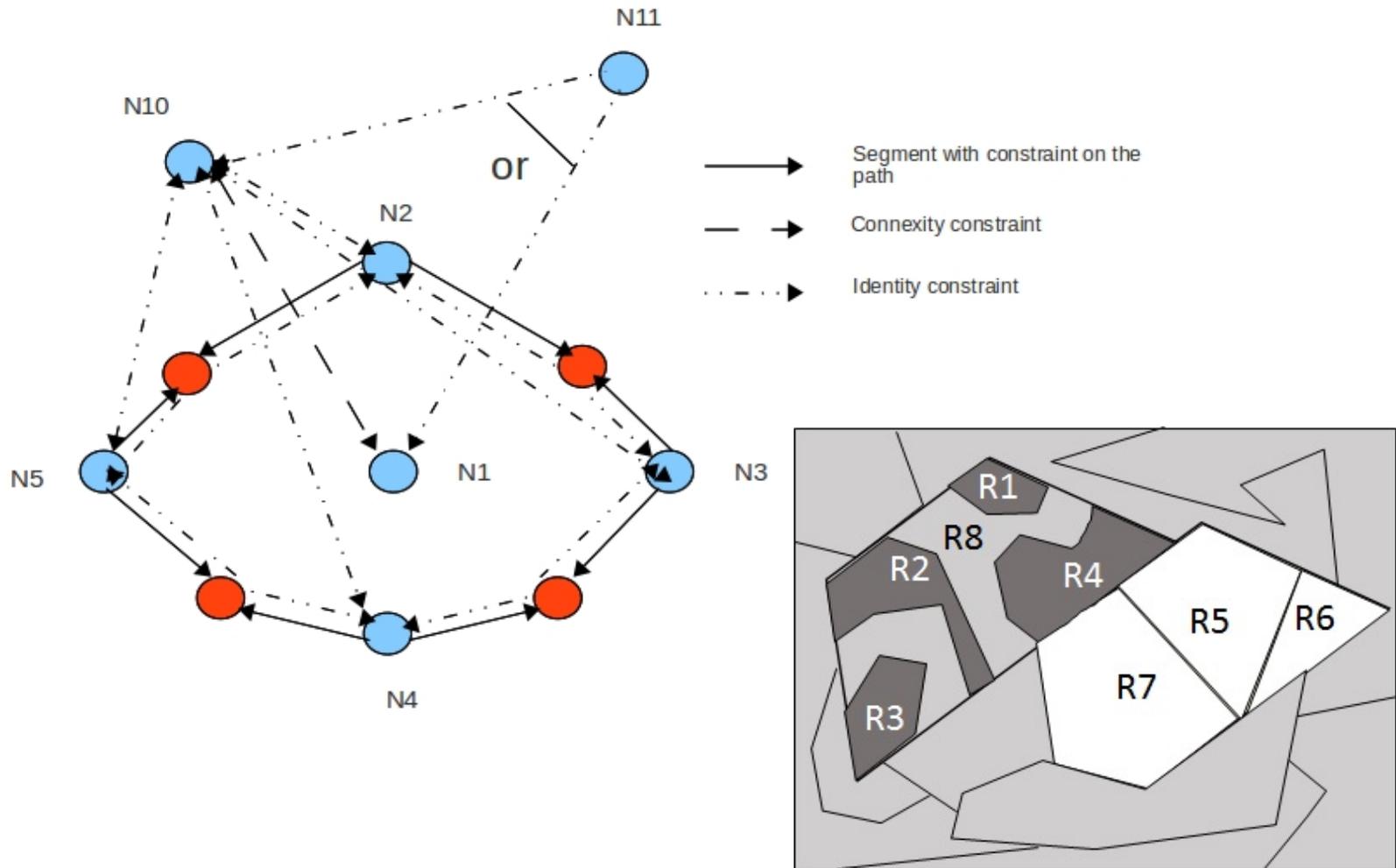
Then, the point $P \notin \hat{R}$ which is contrary to our initial assumption of broken continuity. Then the continuity of the curve can not be broken.

Second case: if $\hat{R} \cap C_f = \emptyset$, then $\nexists S_R \subset R$, with S_R such that $\{P_1^{S_R}, P_2^{S_R}\} \subset C_f$. As $R \in E, \exists R' \in E$ such that R and R' are connected at the level of the pixels belonging to the edge (Rule 3). If $\nexists S_R \in R$ with $R \in E, \exists S_R \subset R'$ connected to a segment $S_R \subset R$ with $S_R \{P_1^{S_R}, P_2^{S_R}\} \subset C_f$. In this case $R \notin E$. Then the extremities of each segment $S_R \in \hat{R}$ are necessarily outside the shape delimited by the curve C_f and the lemma 2 is true. \square

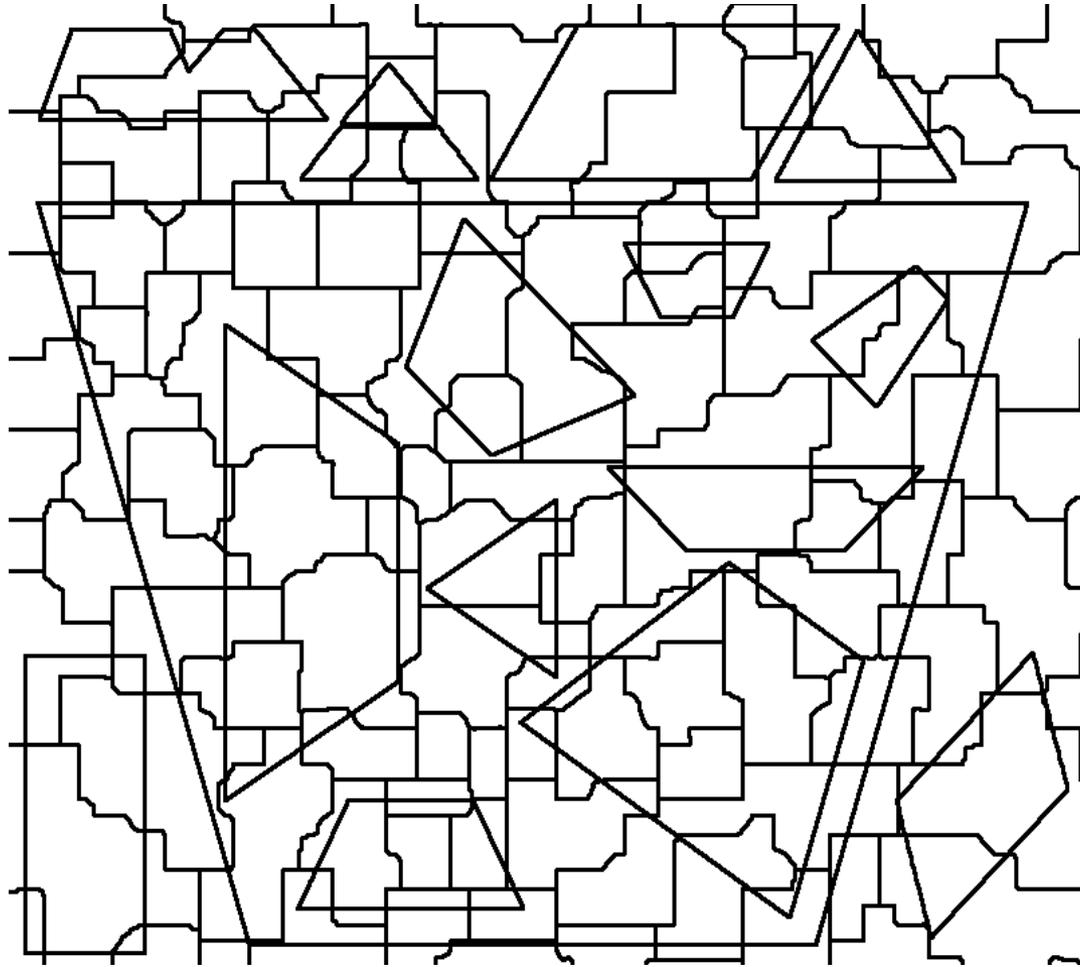
Plusieurs problèmes

- L'appariement non bijectif
 - Relâcher des contraintes mais pas trop
- Développer une façon de décrire les objets qui traduise les contraintes réelles
- Le temps de calcul
- Plusieurs obstacles à franchir ...

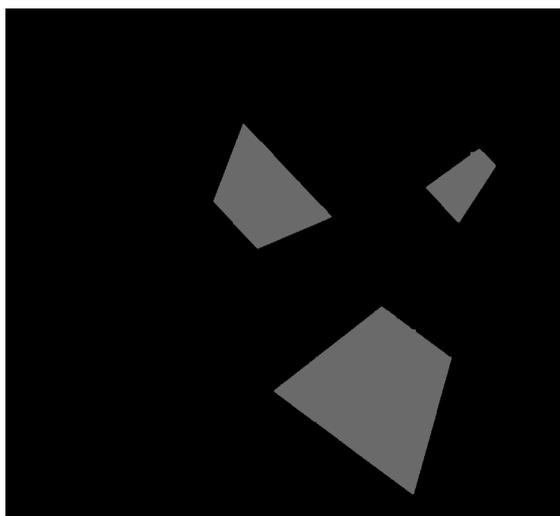
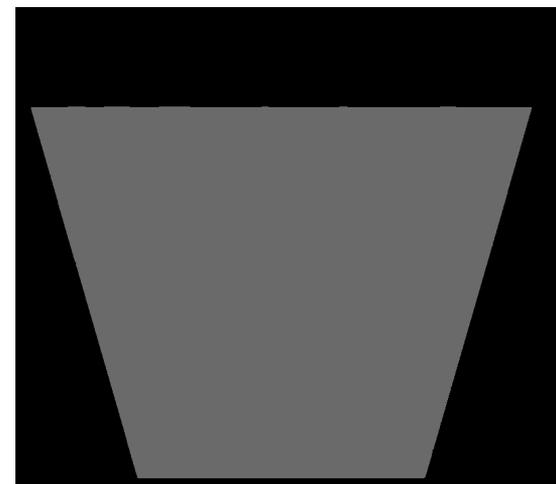
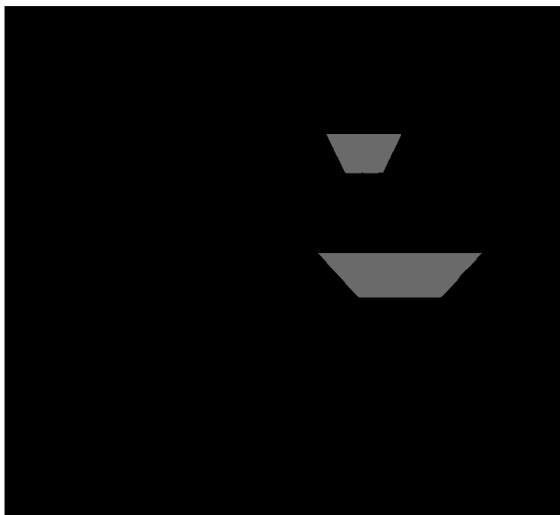
Exemple de graphe décrivant un trapèze



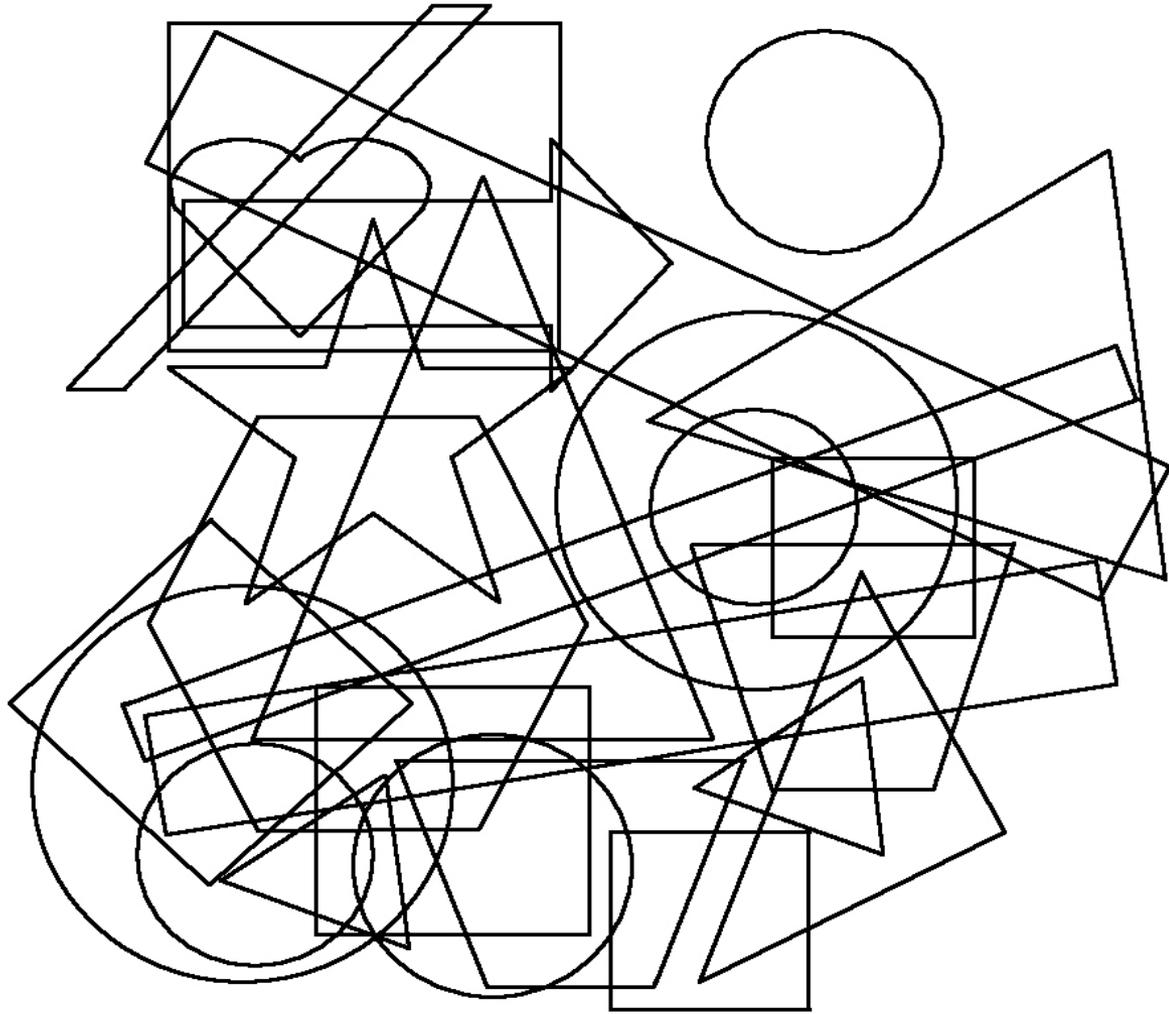
Application à des formes géométriques

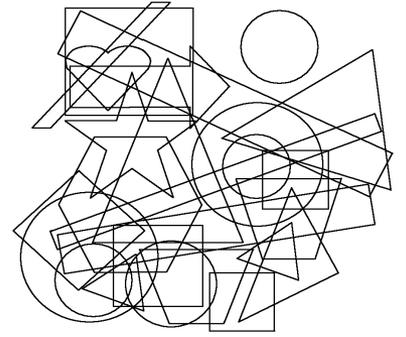
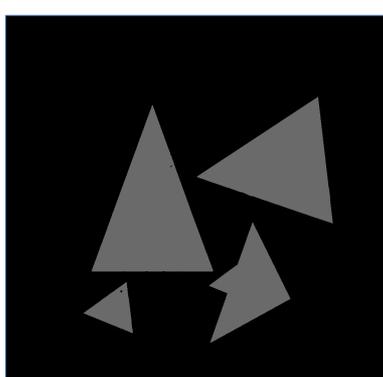
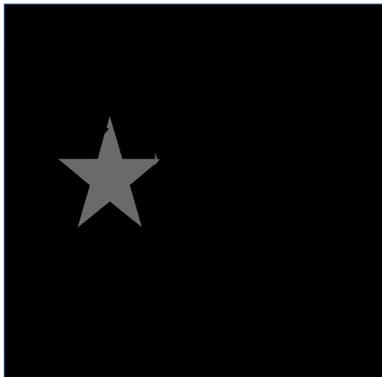
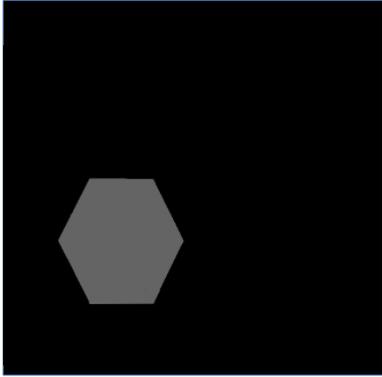
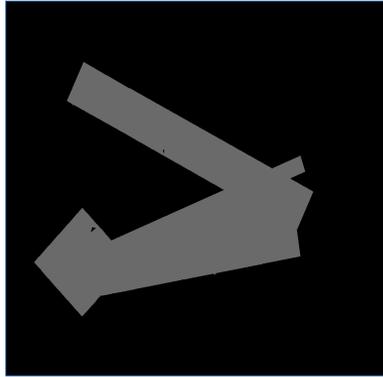
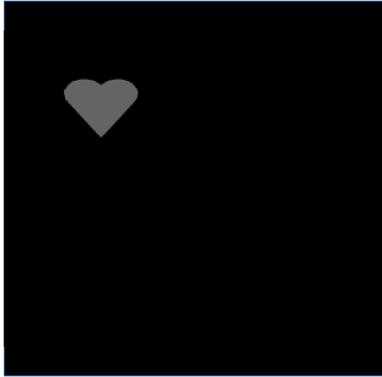
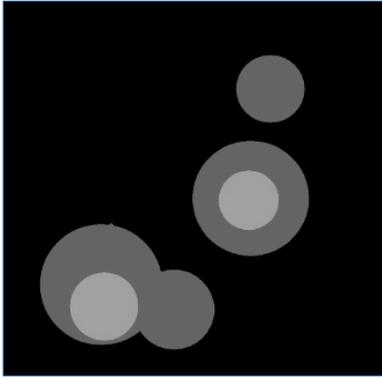
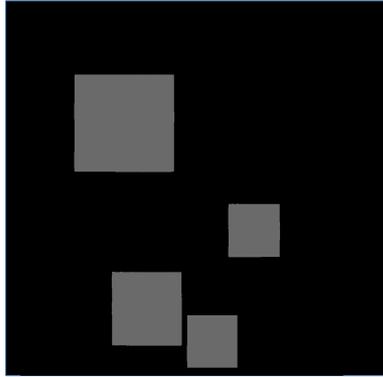
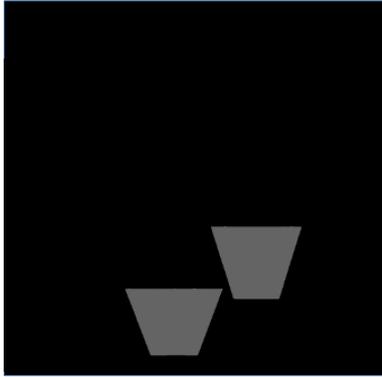
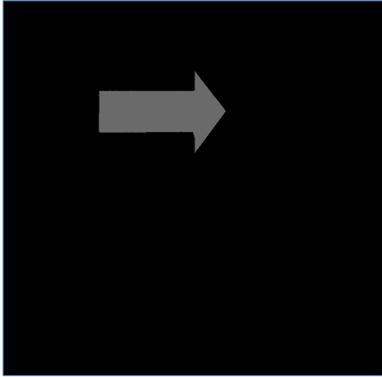


Application à des formes géométriques

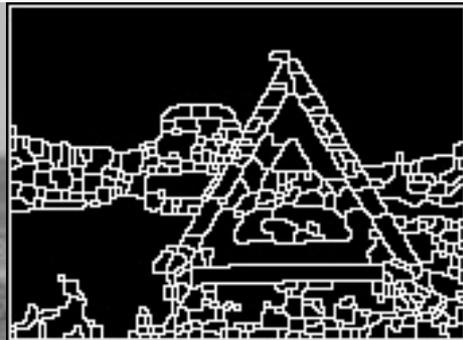
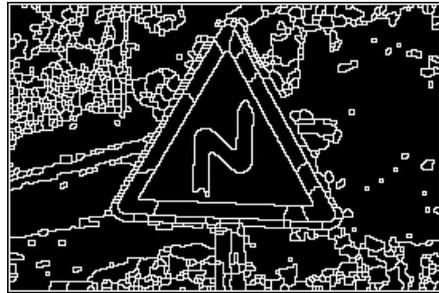
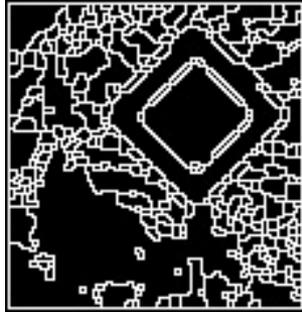
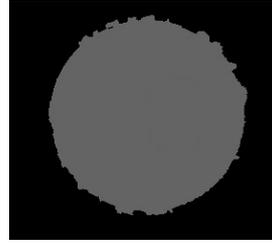
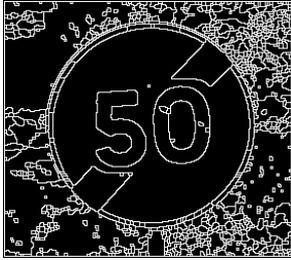


Autre exemple

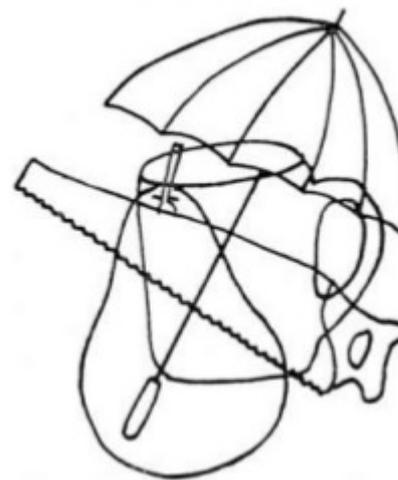
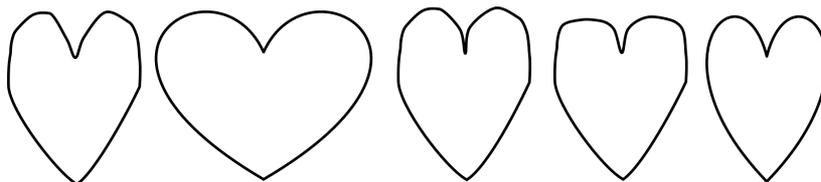
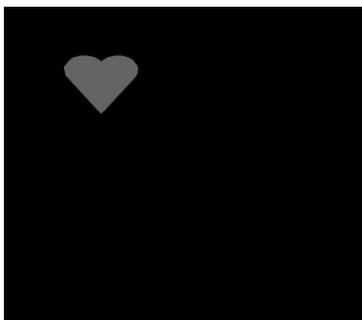
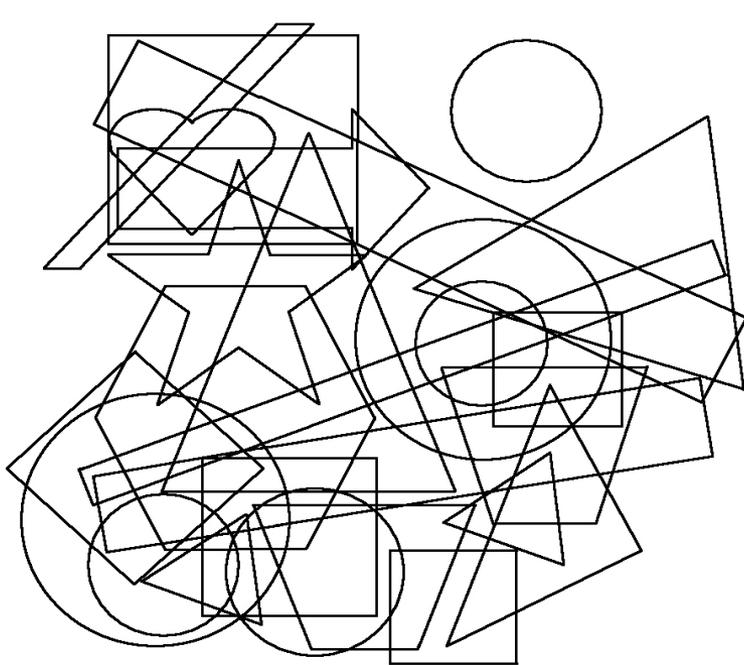


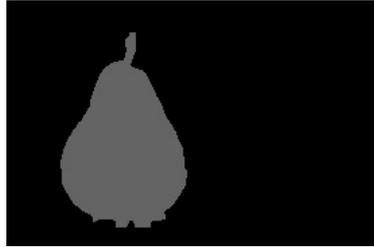
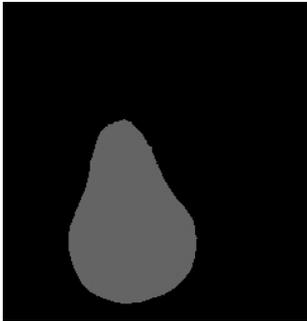
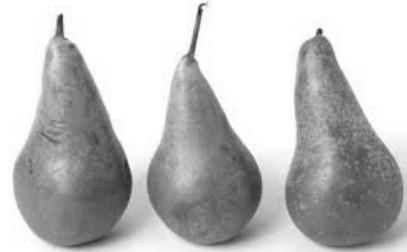
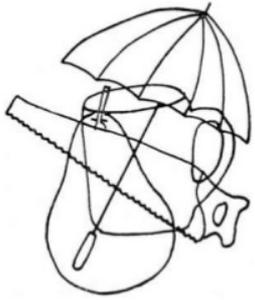


- Et dans la vraie vie, y a-t-il des formes géométriques ?



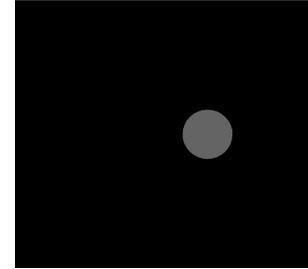
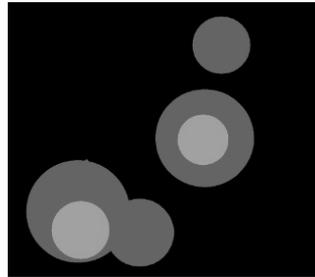
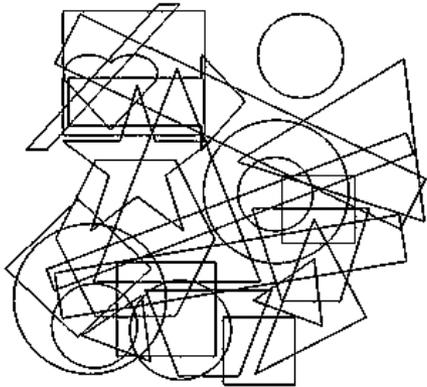
Et pour les formes qui ne peuvent
pas être décrites par une
équation ?



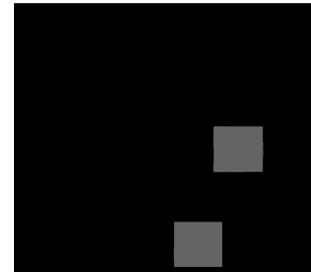
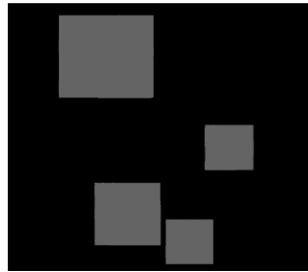


| nb of regions in the "whole pear" node at the beginning | nb of regions in the "whole pear" in the "whole pear" node at the end | size of the detected objects (number of pixels) |
|---|---|--|
| 40 | 11 | 1044 |
| 140 | 43 | 8249 |
| 229 | 210 | left: 6632 middle: 5662 right: 6546 |
| 575 | 41 | 17355 |

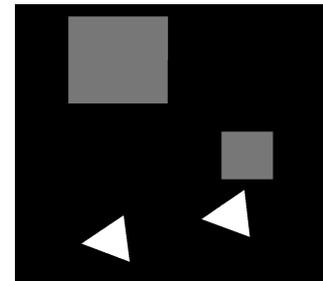
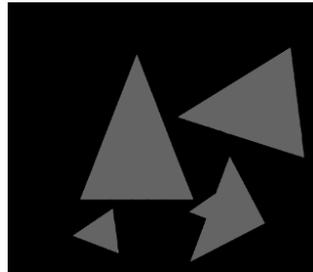
Analyse de scènes



Un cercle au centre d'un autre



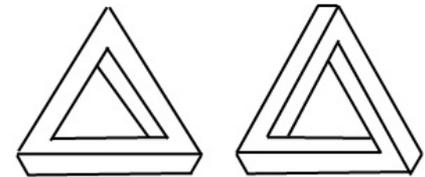
Carrés de même taille



Triangle sous un carré

En conclusion, un formalisme

- Capable de décrire et retrouver de nombreuses formes (invariance de taille, de rotation)
- Les niveaux de gris ne sont qu'un des paramètres exploitables
- Capable de décrire des scènes
- Une capacité à réussir alors que dans certaines situations pathologiques l'homme échoue : anosognosie
- Un formalisme permettant aussi de résoudre des problèmes de cryptarithme etc..



Perspectives

- Permettre des nœuds de type différents (optimisation de la mémoire, réduction du temps de calcul)
 - Permettre de combiner information région et information bord
 - Permettrait dans certains cas d'éliminer les régions non saillantes quand compétition entre 2 solutions
- Les images anatomiques
- Les catégorisations de niveau supérieur
- La question de la consistance locale comme critère suffisant

Extraction du corps calleux



Image d'origine

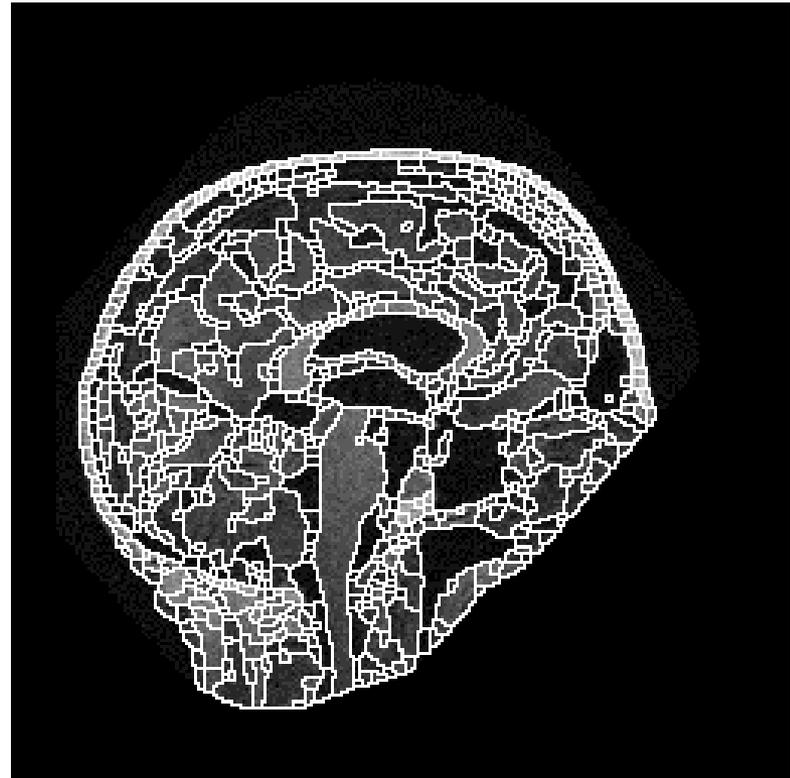
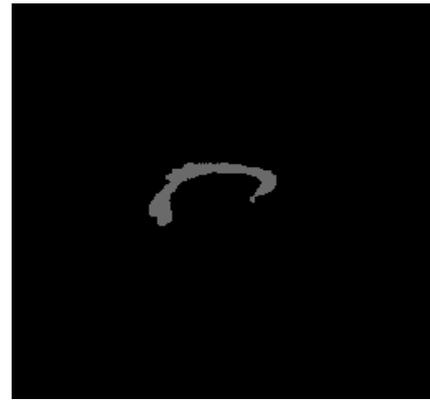
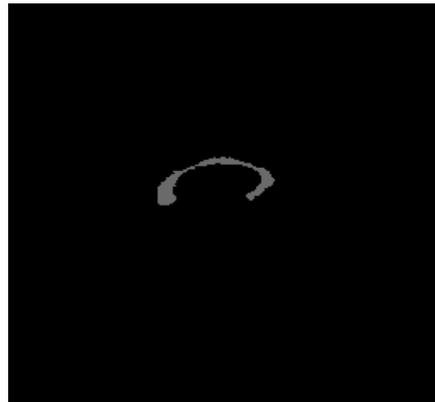
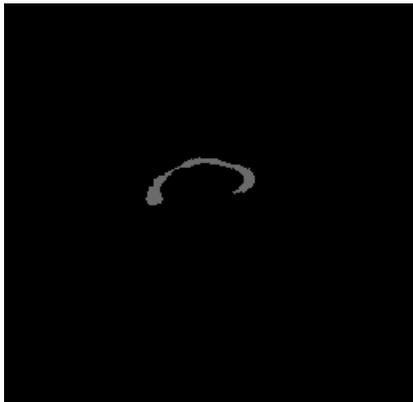
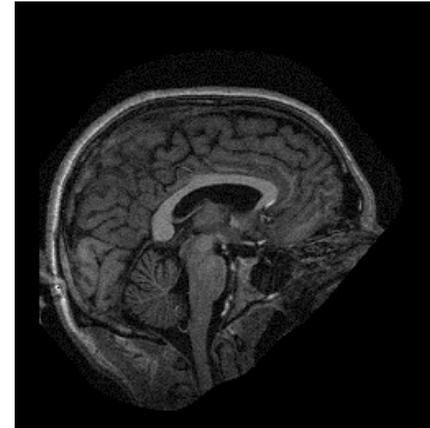
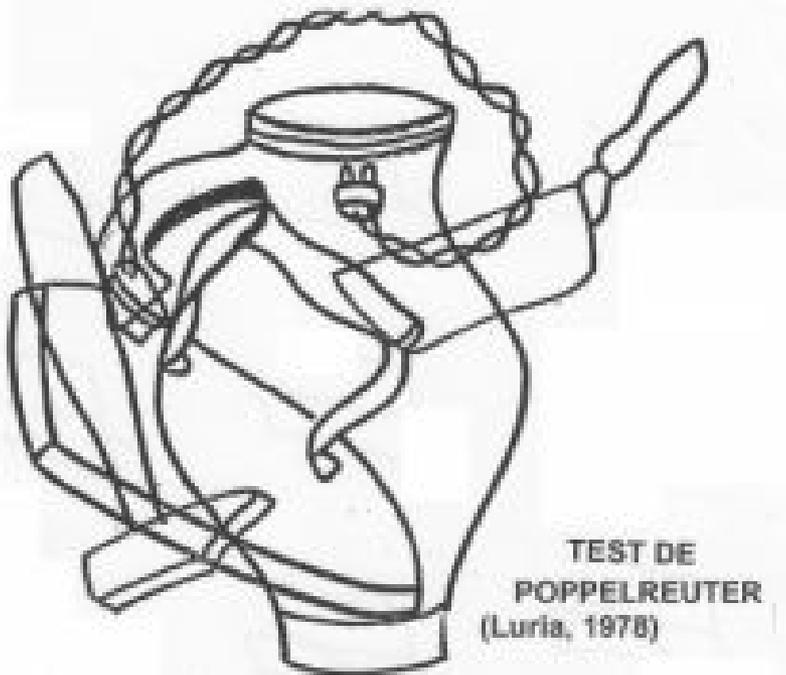


image segmentée par un watershed

Extraction du corps calleux



Catégorisation de niveau supérieur ?



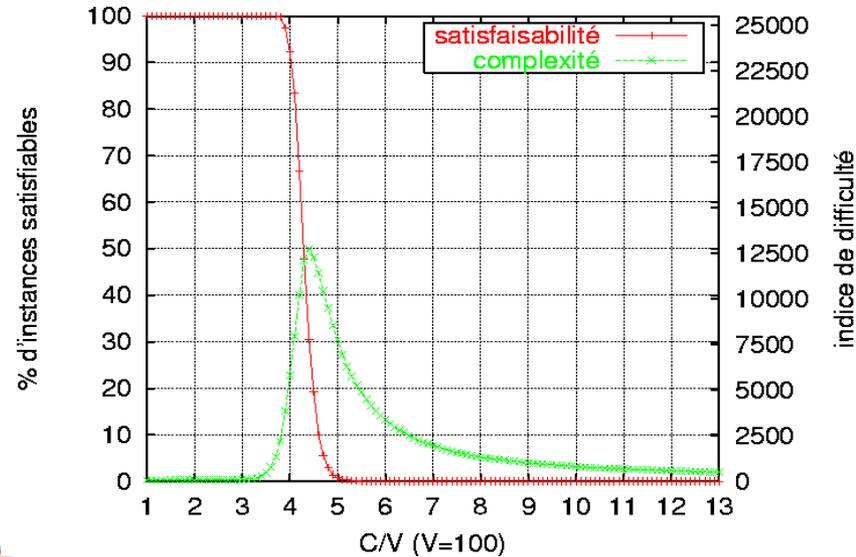
La consistance locale comme critère
suffisant ?



Problèmes structurés

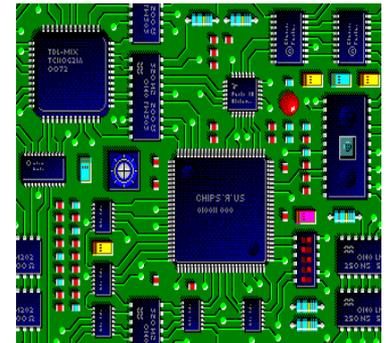
- Les puzzles logiques
- Le problème des pigeons
- Les reines, ...

~ 100 variables / 200 clauses



Génération aléatoire

- Phénomène de seuil



Applications

- VLSI, Planification
- Cryptographie, ...

~ 10000 - 100000 variables/ 500000 clauses

Phénomène de seuil

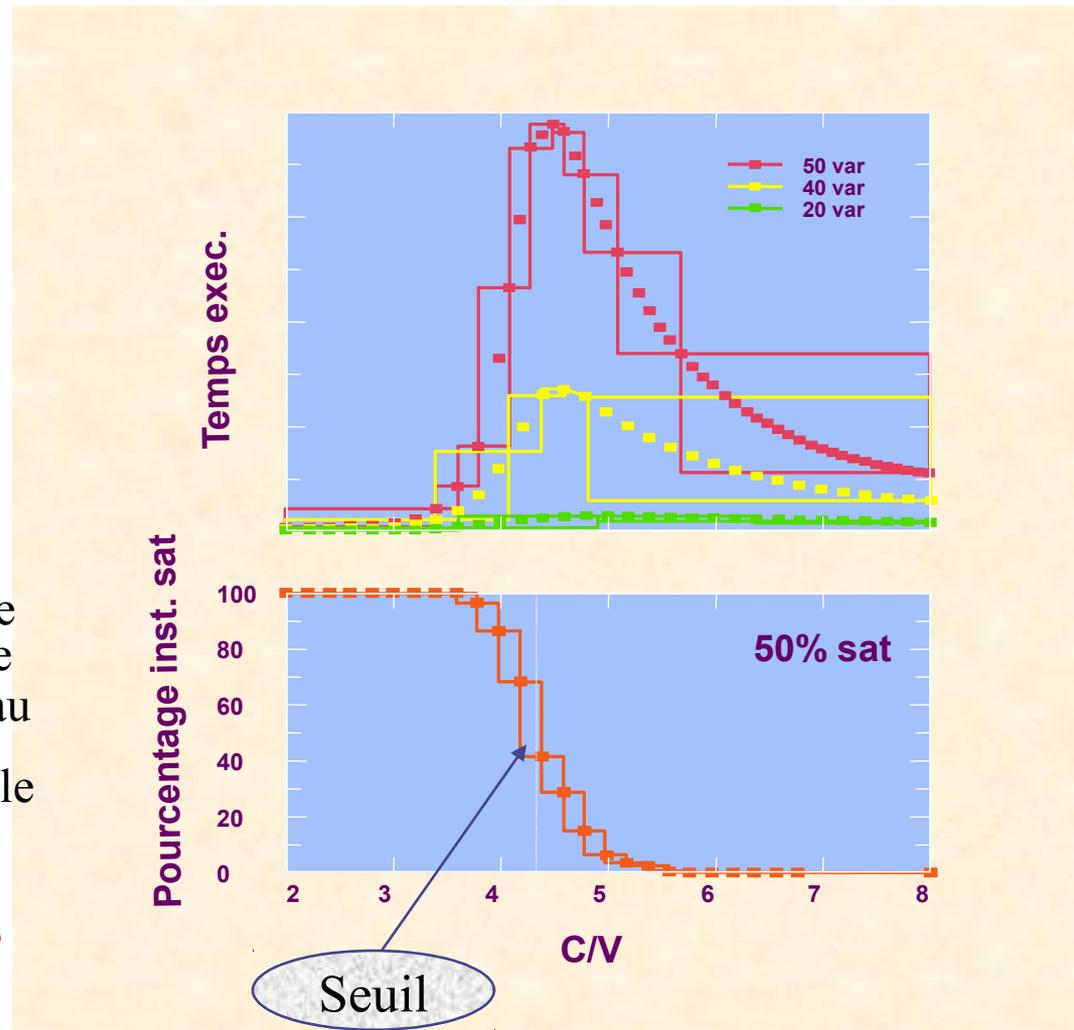
Transition de phase : %SAT

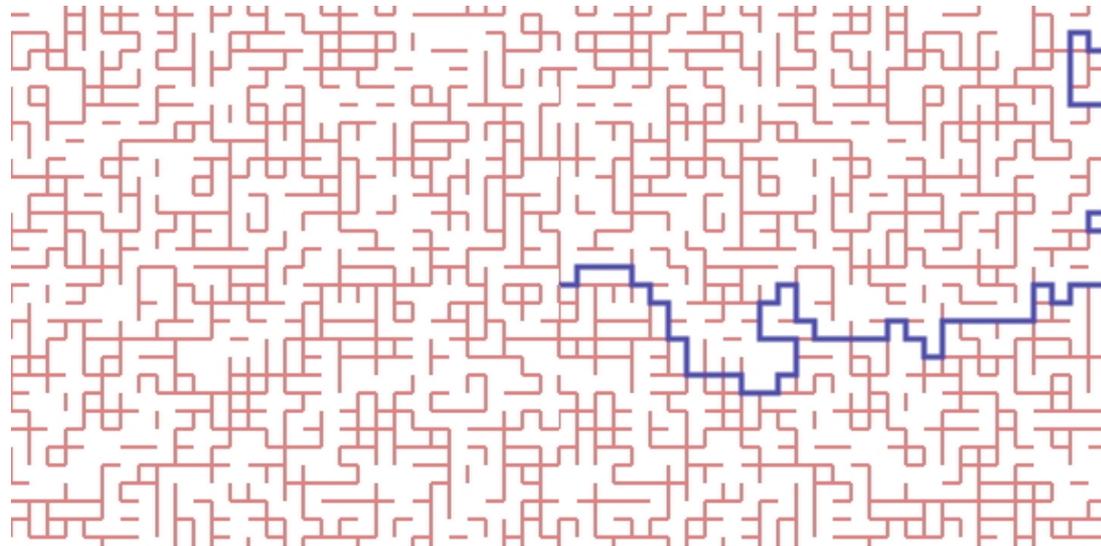
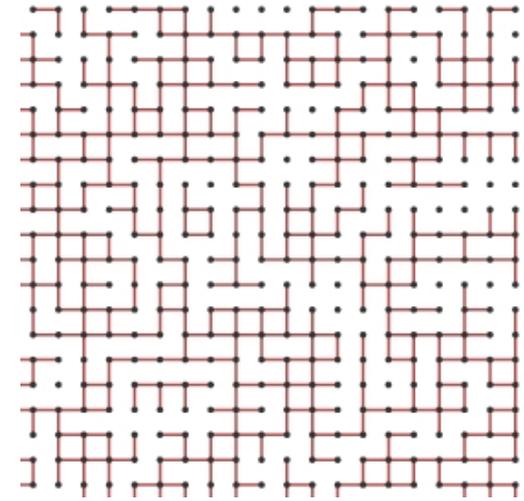
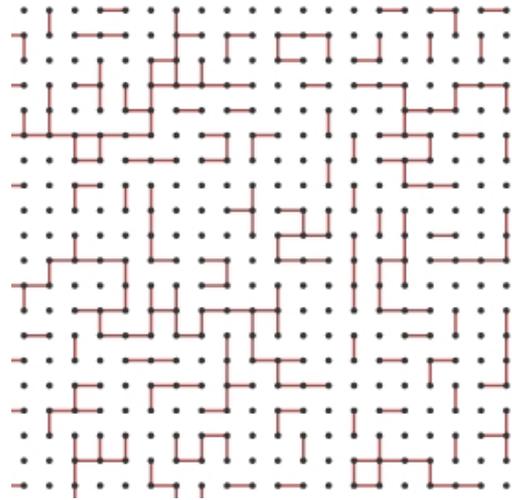
- En augmentant C/V , on passe de 100% d'instances satisfiable à 100% d'instances insatisfiable
- pour $V \rightarrow \infty$, la transition tend vers une loi 0/1
- Phénomène constaté sur d'autres problèmes NP-complet

Difficulté de résolution

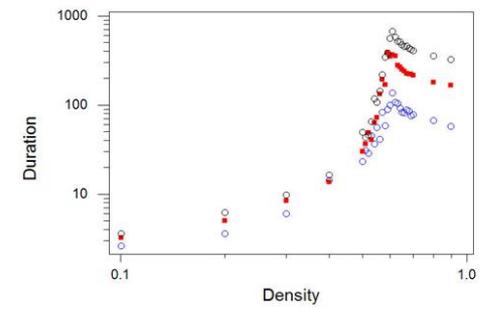
- En augmentant C/V , on distingue trois régions : facile, difficile, facile
- Le pique de difficulté se trouve au point où 50% d'instance satisfiable

Phénomène constaté sur d'autres problèmes NP-complet

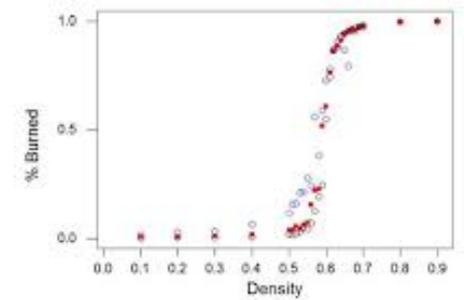




Forest Fire Duration



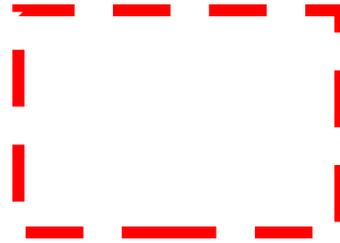
Percent of Forest Lost



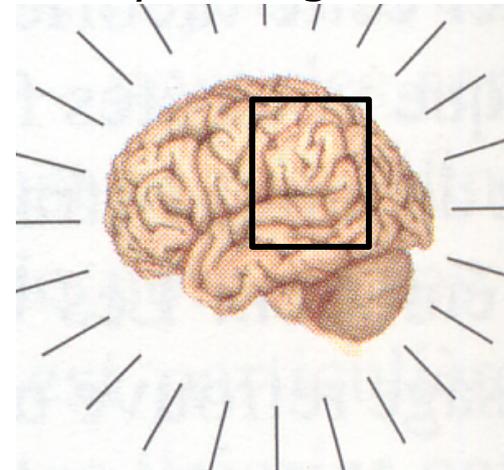
↙ La nature est peut être sur-contrainte, ce qui nous permettrait de la percevoir ?



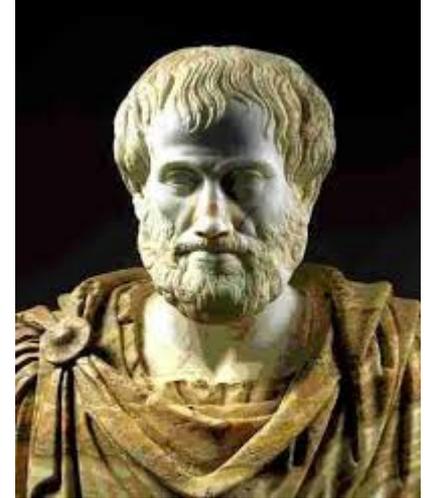
Un dalmatien?



Génération d'un
rythme gamma



LA FORME



Pour les philosophes grecs, le concept de « forme » (εἶδος, eidos), qui a d'abord **un sens spatial (la forme géométrique d'un objet)**, joue un rôle important en prenant des sens nouveaux :

Pour Aristote, la forme fait partie des « quatre causes », c'est-à-dire des raisons qui expliquent l'existence de quelque chose : ainsi, la forme n'est pas simplement la forme géométrique d'un objet, mais **ce qui ordonne la matière dont est fait cet objet**, et définit son essence et sa perfection. La forme est donc le principe d'unité de tout être et ce qui donne un sens à la matière.

En dehors du fait que la connaissance est représentée dans les livres d'apprentissages sous forme de graphe sémantique, autre intérêt de l'approche symbolique

- ↙ **L'approche symbolique et le raisonnement est utilisé par l'être humain**
 - ↖ En philosophie
 - ↖ En mathématique
 - ↖ En psychothérapie (restructuration cognitive dans les thérapies cognitives et comportementales)
- ↙ **Cette approche a été sélectionnée par l'évolution**
 - ↖ Elle est plus lente mais plus sûre
 - ↖ Souvent stratégies ayant des vitesses différentes sélectionnées par l'évolution (ex : réponse neuronale et réponse hormonale)
- ↙ **Pouvoir la modéliser sur le plan algorithmique présente un intérêt pour**
 - ↖ Comprendre comment type de raisonnement humain peut être

Merci pour votre attention

