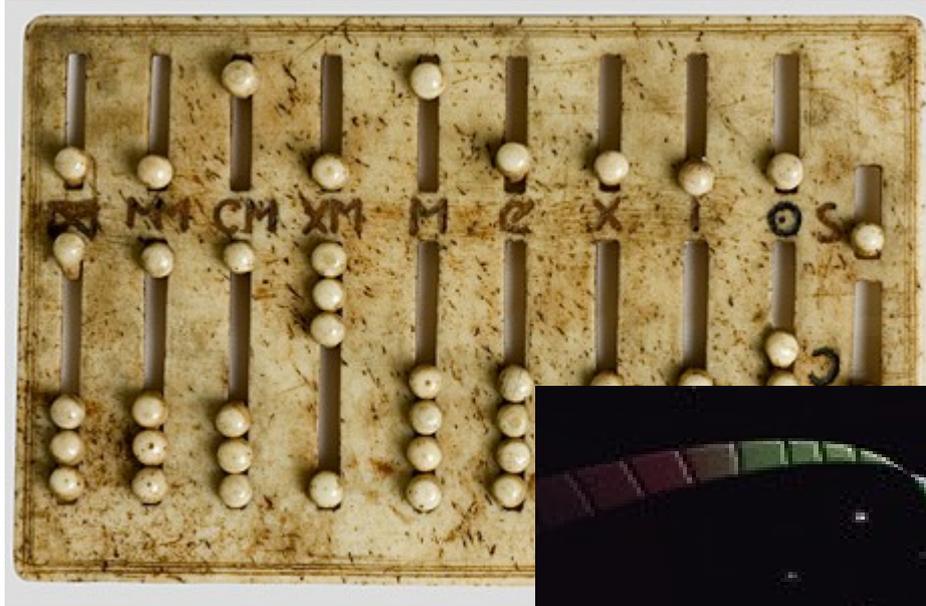
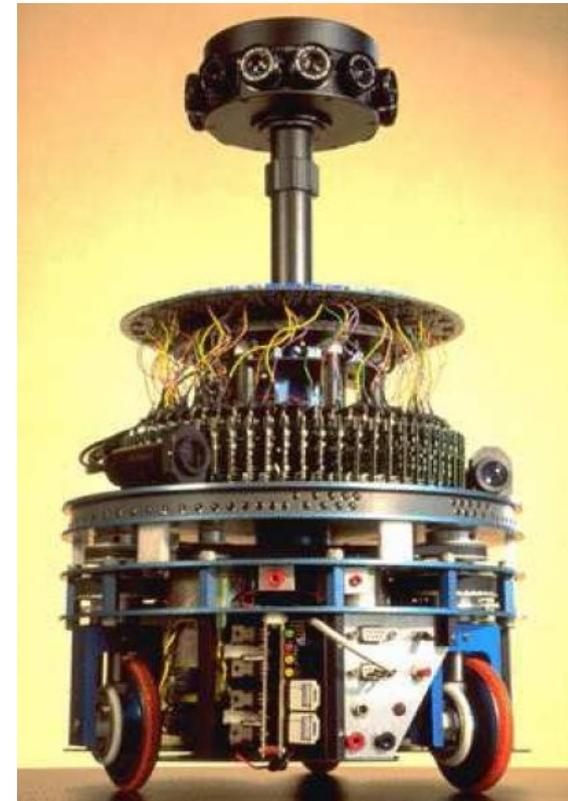
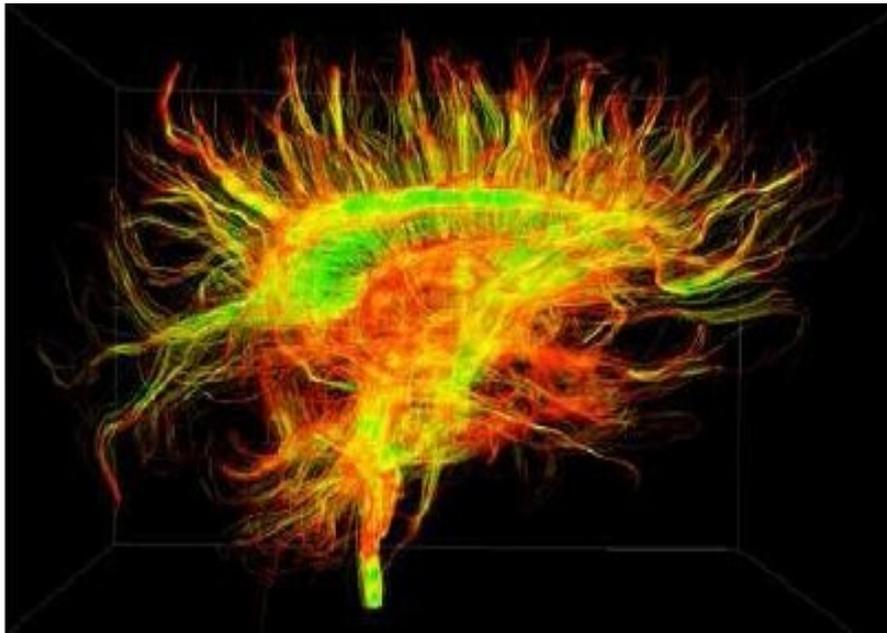


Calculer ou Penser ?



Mon job: Modéliser l'Intelligence ``mécanique``

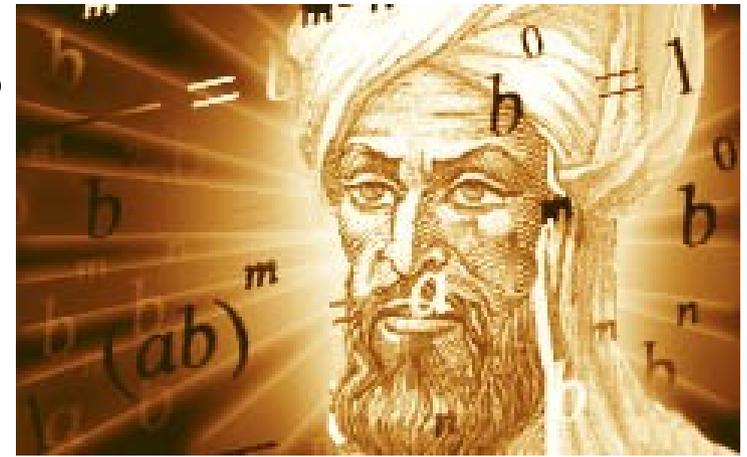
dans les systèmes artificiels et biologiques.



thierry.vieville@inria.fr

Faire faire des maths à la machine: notion d'algorithmes

- Procédé systematique: "mécanisable"
- Sur des nombres et des symboles.
- Des "mathématiques incarnées".



Abou Jafar Muhammad Ibn Mūsa al-Khwarizmī (78X-850)



Cinq ingrédients de base:

- la séquence d'instruction
- l'instruction conditionnelle
- les boucles d'instructions
- les variables qui prennent des valeurs

Et les «fonctions»

pour encapsuler les grains de base.

Faire faire des algorithmes à la machine: c'est des maths !

La séquence d'instruction:

A puis (B puis C) \Leftrightarrow (A puis B) puis C : associativité !

Ex: A = Dégainer ; B = Viser ; C = Tirer

Mais ce n'est pas commutatif !

L'instruction conditionnelle:

*Si $f(x) = 0$ alors toi-donner-moi-1€
sinon moi-prendre-toi-1€* \Rightarrow

toi -1€ -> moi

*Si $\sqrt{9} > 3$ alors toi-donner-moi-1€
sinon toi-prendre-moi-1€* \Rightarrow

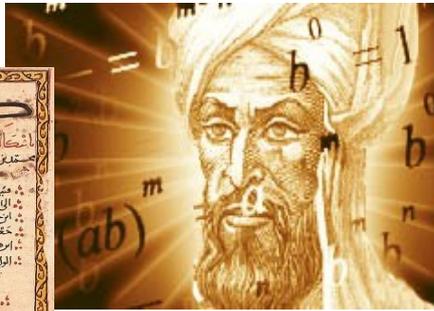
???

\Rightarrow *Algèbre des algorithmes :
optimiser, vérifier, etc..*



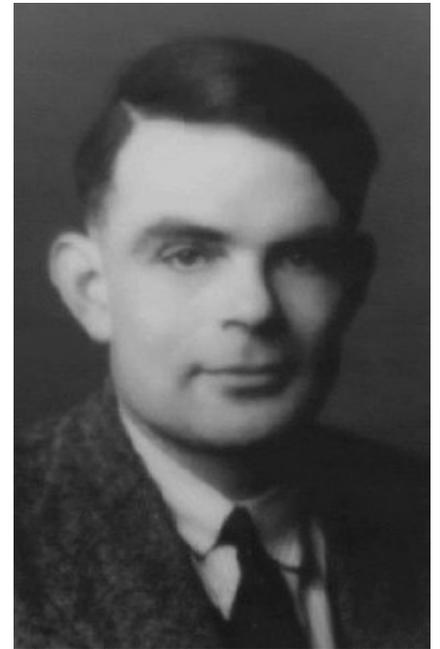
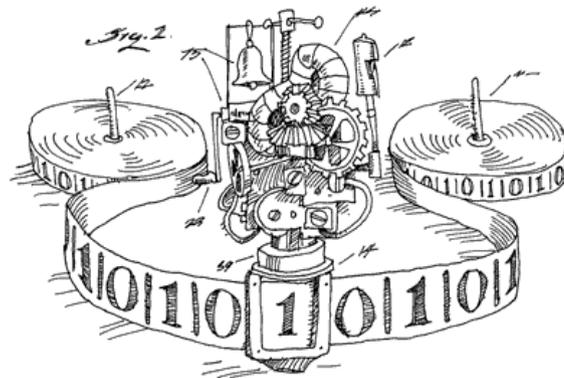
Et la mise en oeuvre ?

Algorithmme



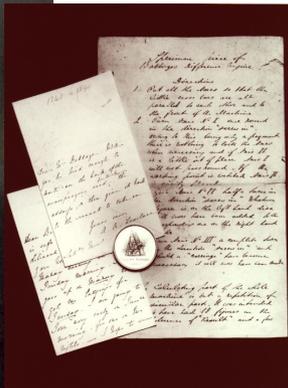
Al Khuwārizmī

Machine



Alan Turing

Programme



Ada Lovelace



Grace Hopper

Langage



Peut on tout rendre algorithmique ?

Ouiii !

** tout ce qui est calculable se programme !*

Notion de «fonction récursives»

** toutes les machines vraiment programmables sont:*

Équivalentes : «machines universelles».



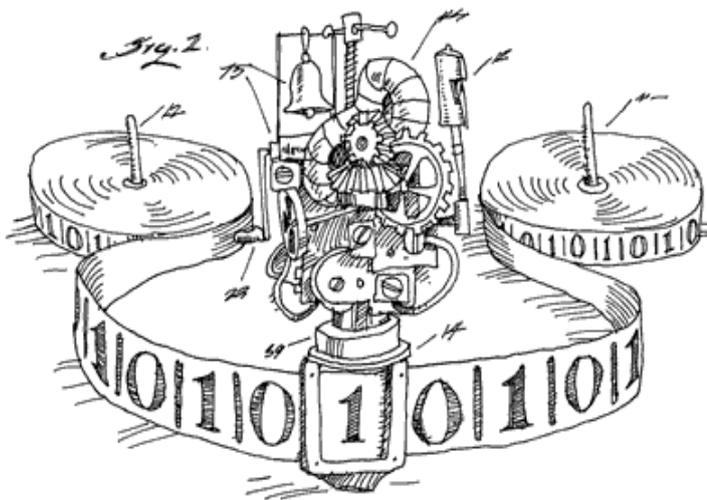
Euh . . NON !

Il existe des

Maths incalculables !

Des . .

Théorèmes indémonstrables !



Kurt Gödel

Bon alors . .

. . quelles maths sont mécanisables ?

Fonctions

Résolution d'équations

~~*Poser les équations*~~

Calcul des variations

~~*Analyse graphique*~~

Géométrie

Calcul sur les coordonnées

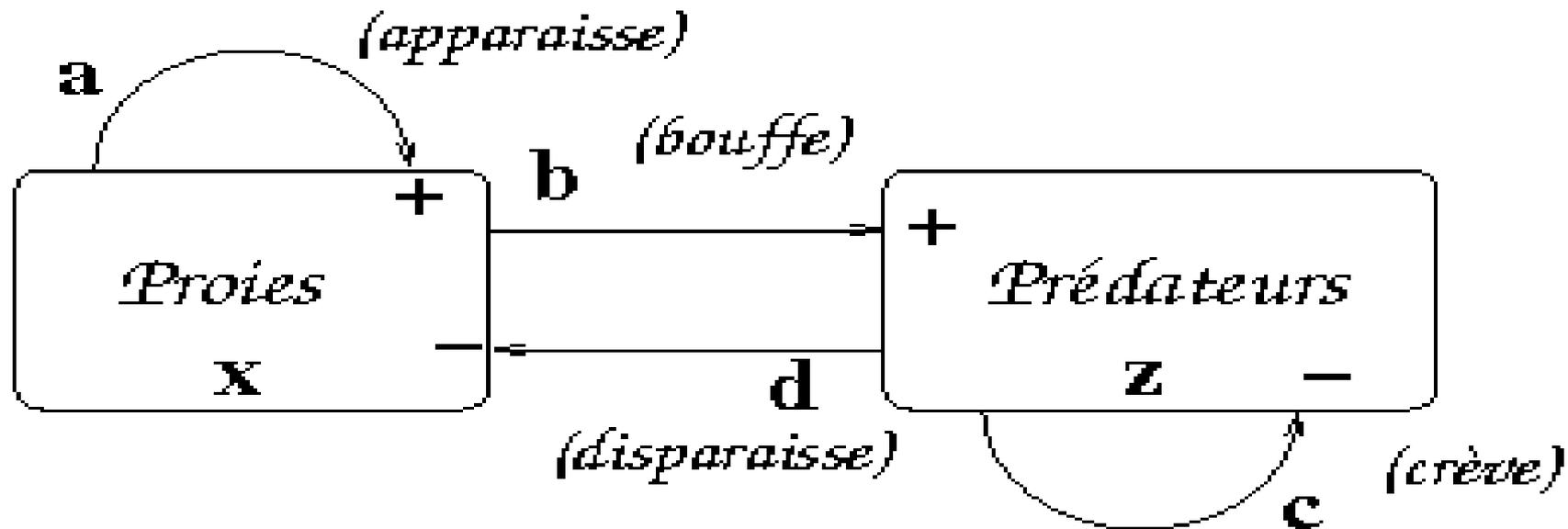
~~*Raisonnement géométrique*~~

Statistiques

~~*Modéliser*~~ *Simuler/Calculer*

Bon alors . .

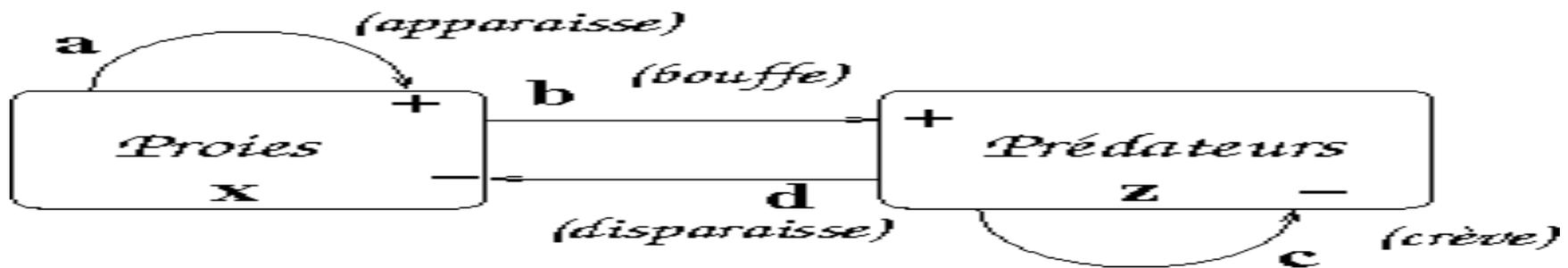
l'exemple des proies/prédateurs.



*Les proies [a]pparaissent et [d]isparaissent
d'autant plus qu'il y a de prédateurs.*

*Les prédateurs [c]rèvent et croissent en [b]ouffant
d'autant plus qu'il y a de proies.*

Bon alors . . nos proies/prédateurs.



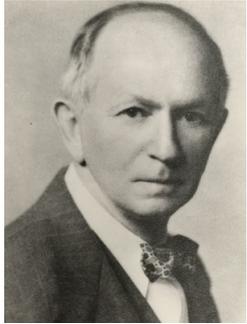
*Si les proies [d]isparaissent plus qu'elles [a]pparaissent,
plus de proie => plus de bouffe => plus de prédateur*

*Si les prédateurs [c]rèvent pas un peu
trop de prédateurs => plus de bouffe =>/..*

Sans prédateur le nombre de proies . . explose !

Oui mais . . sinon ?

Bon alors . . nos proies/prédateurs.



Comment tout ça varie ?



Le modèle des proies:

$$d x(t) = + a x(t) - (d z(t)) x(t)$$

+bébés - morts

et des prédateurs:

$$d z(t) = - c z(t) + (b x(t)) z(t)$$

-morts + bébés

équations de Lotka-Volterra.

Bon alors . . nos proies/prédateurs.

On arrive à quel équilibre ?

La mort . . ou l'instabilité !

```
solve({  
  0 = + a · x - d · z · x,  
  0 = -c · z + b · x · z  
}, {x, z});
```

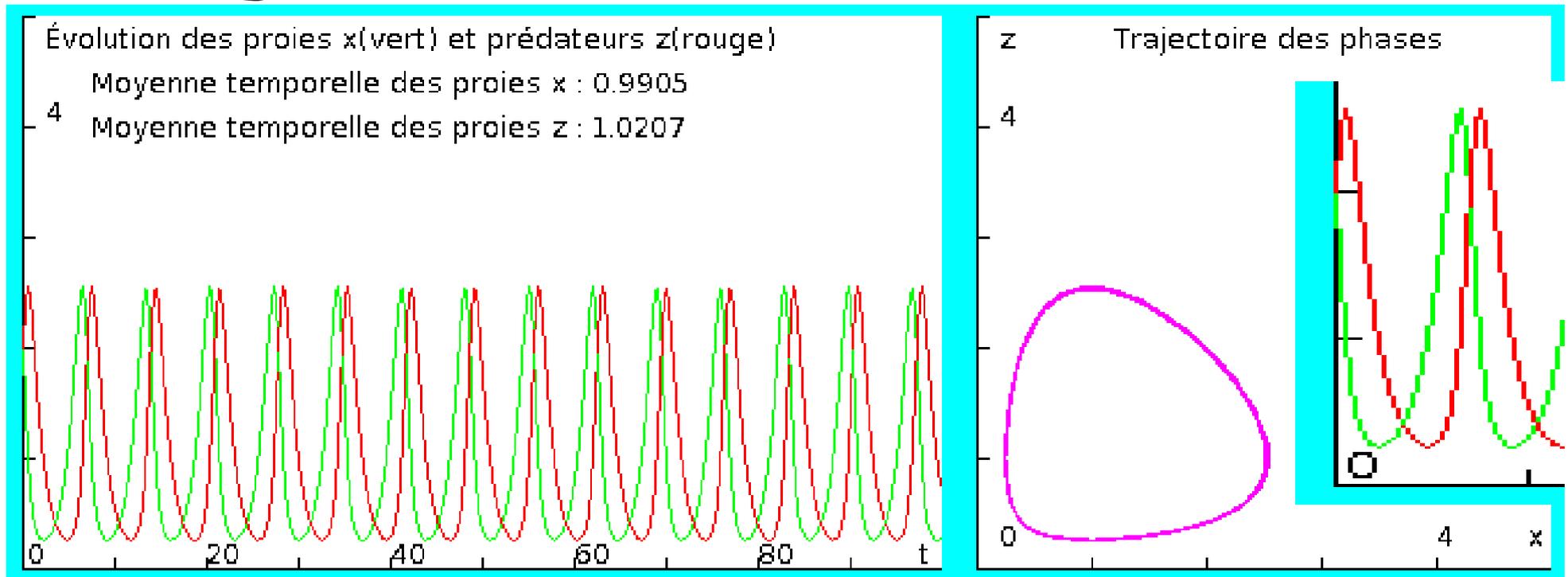
$$\{x = 0, z = 0\}, \left\{x = \frac{c}{b}, z = \frac{a}{d}\right\}$$

*Mort des Equilibre
deux ! instable !*

Bon alors . . nos proies/prédateurs.

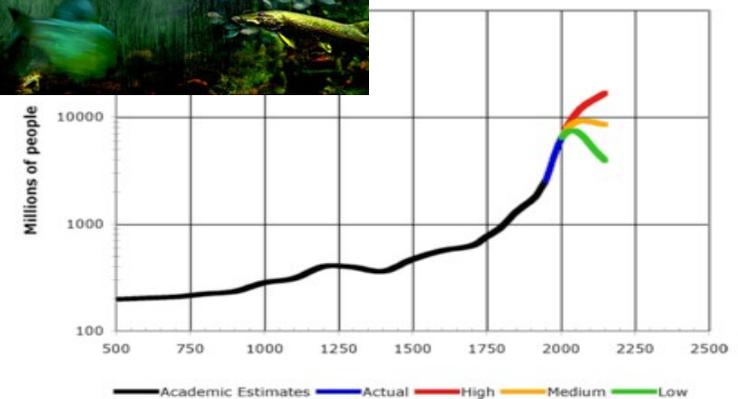
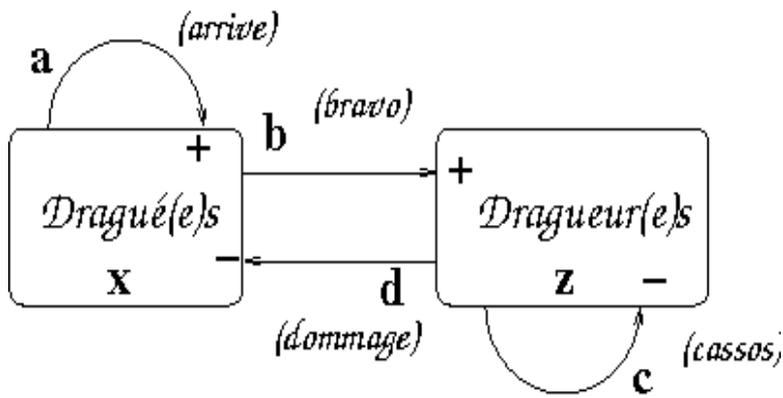
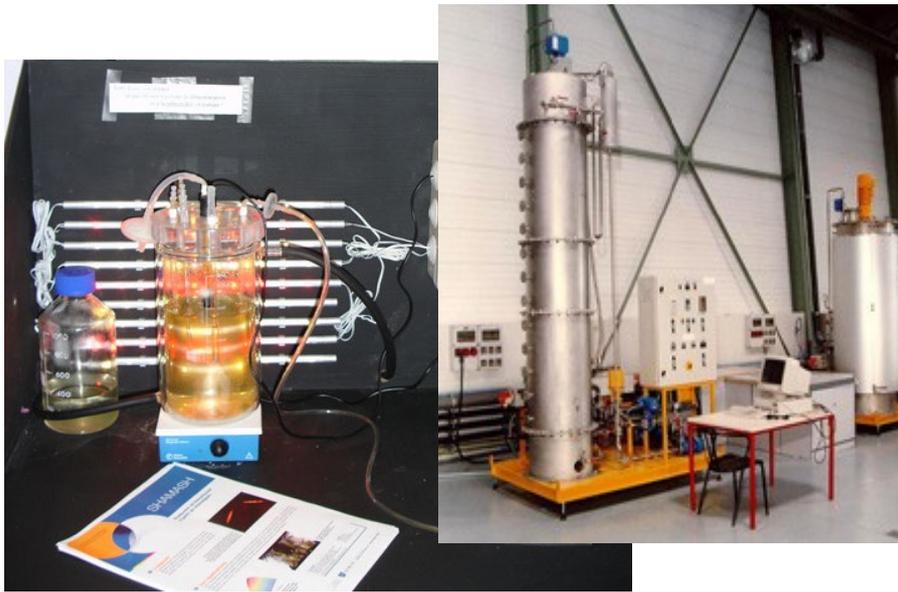
On arrive à quelle dynamique ?

Des "cycles limites"



Bon alors . . nos proies/prédateurs.

On en sert à quoi, pour de vrai ?



Bon alors . . on a fait quelles maths là ?

De la résolution d'équations

De la simulation numérique

De l'étude de ~~fonctions~~ trajectoires

De l'analyse géométrique des solutions

Des statistiques sur des populations

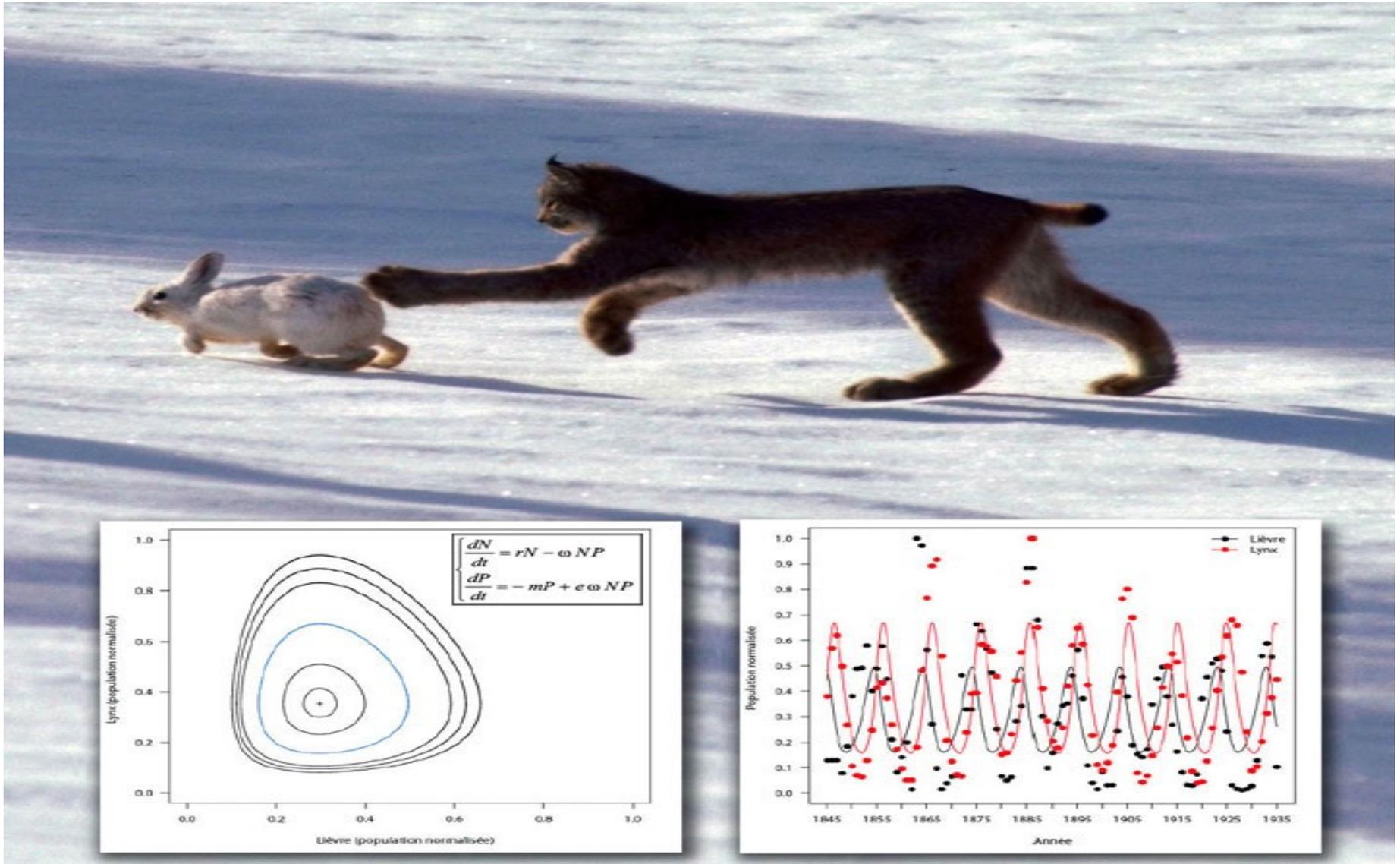
On a pensé . . la machine à calculé !

Épilogue . .

En savoir plus ?

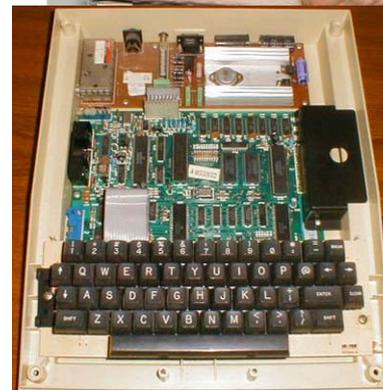
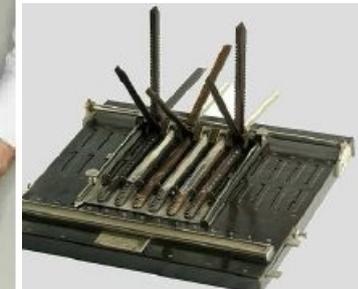
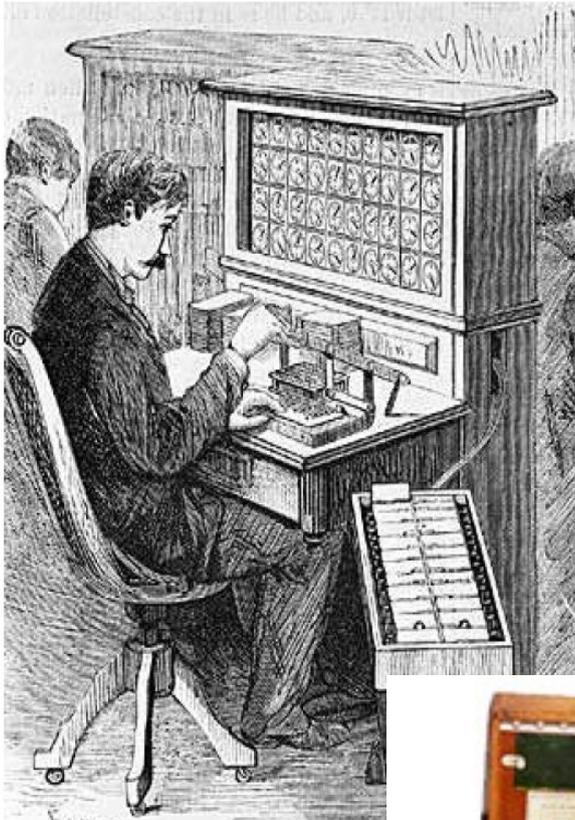
Sur le modèle de proie/prédateur ?

<http://interstices.info/especes-en-nombre>



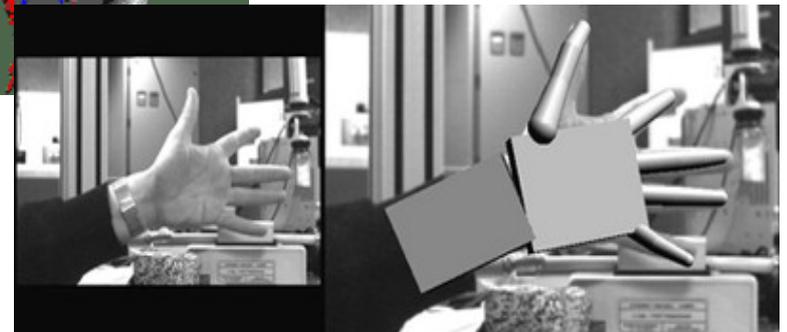
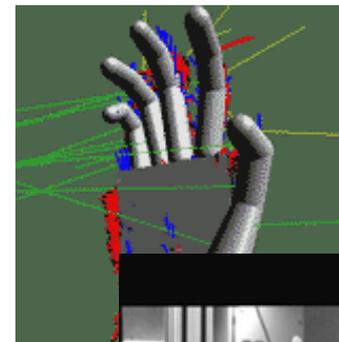
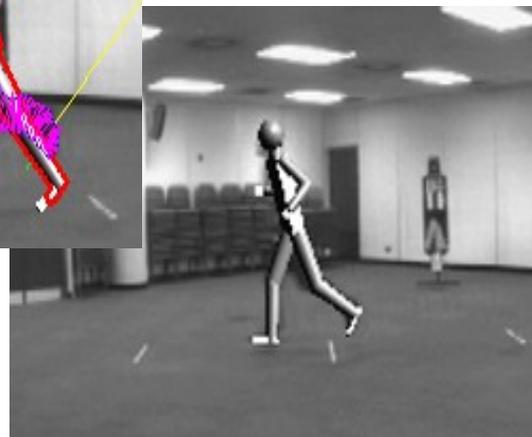
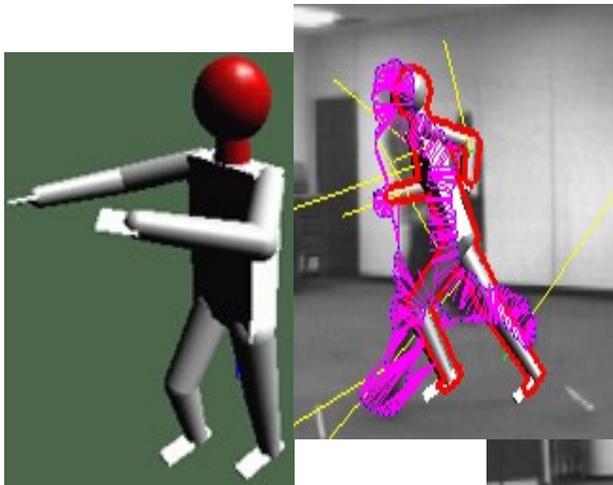
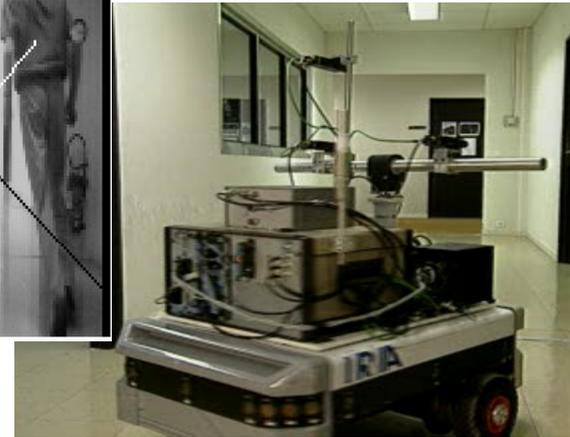
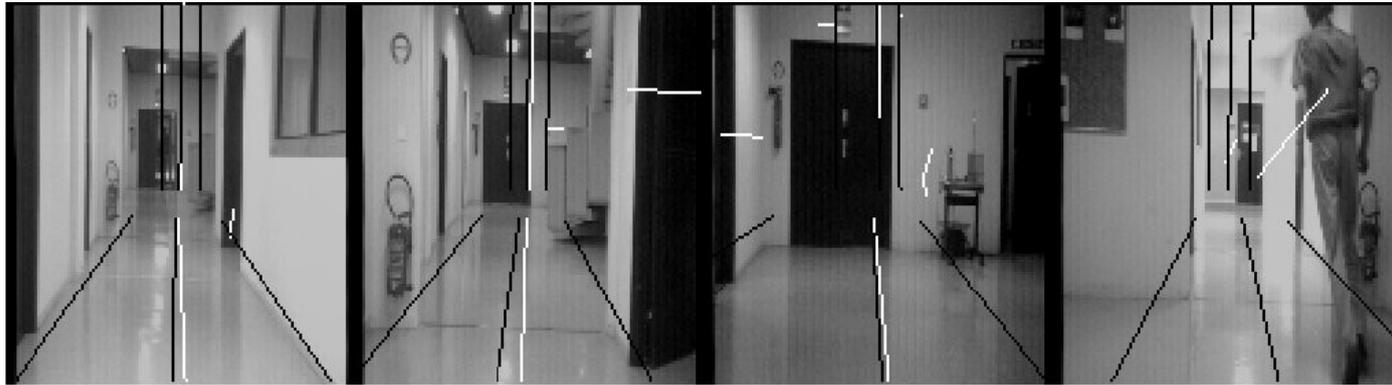
Plus sur la science informatique?

<http://interstices.info>



Comment modéliser, estimer et simuler ?

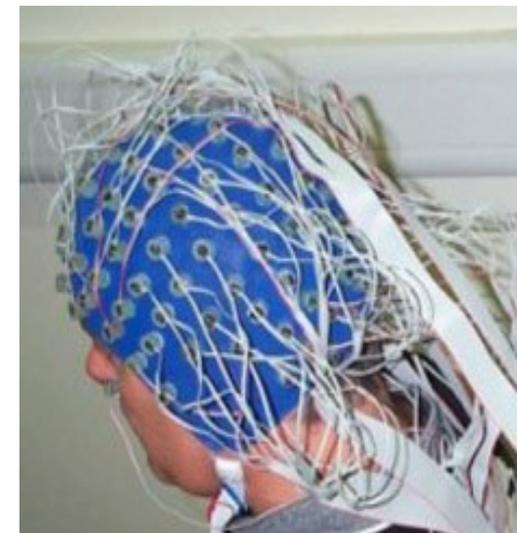
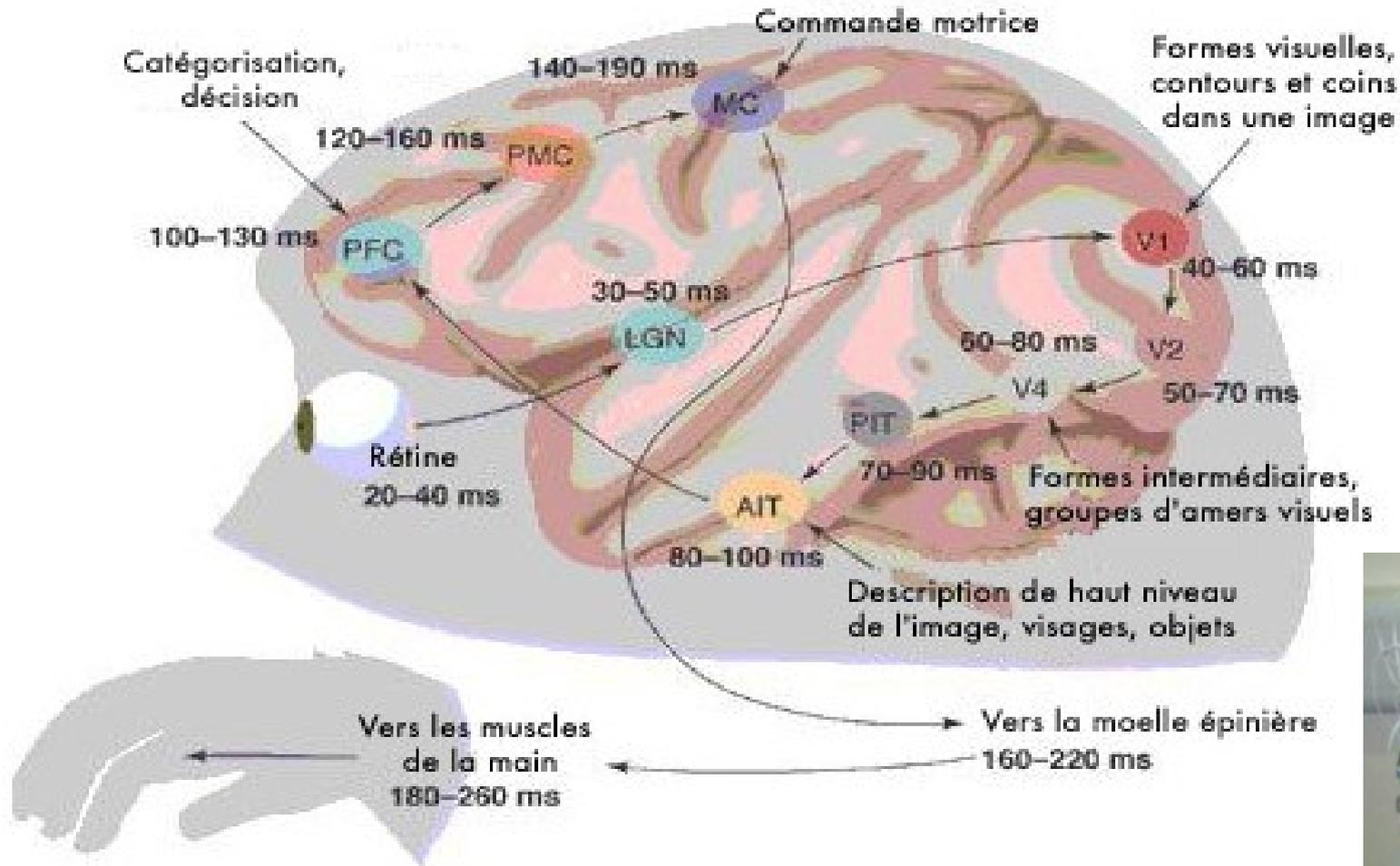
<http://interstices.info/hasard-estimation>



Reconnaître un animal :

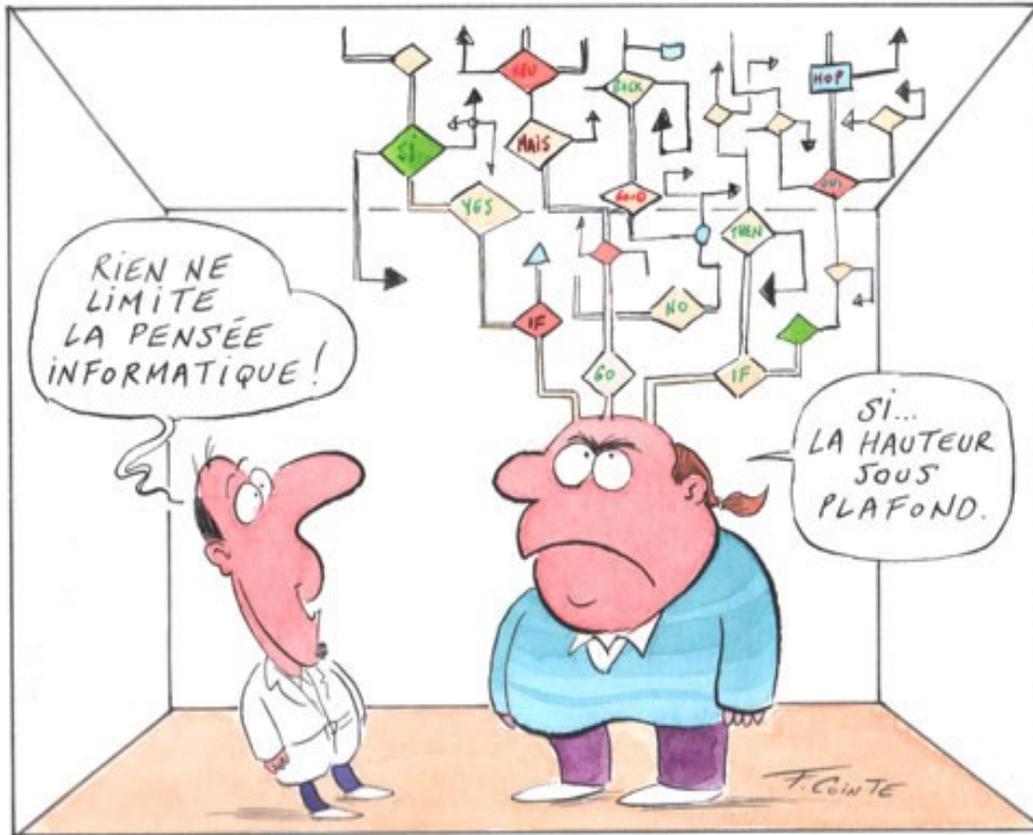
notre cerveau est plus rapide que nous !

<http://interstices.info/classificateur>



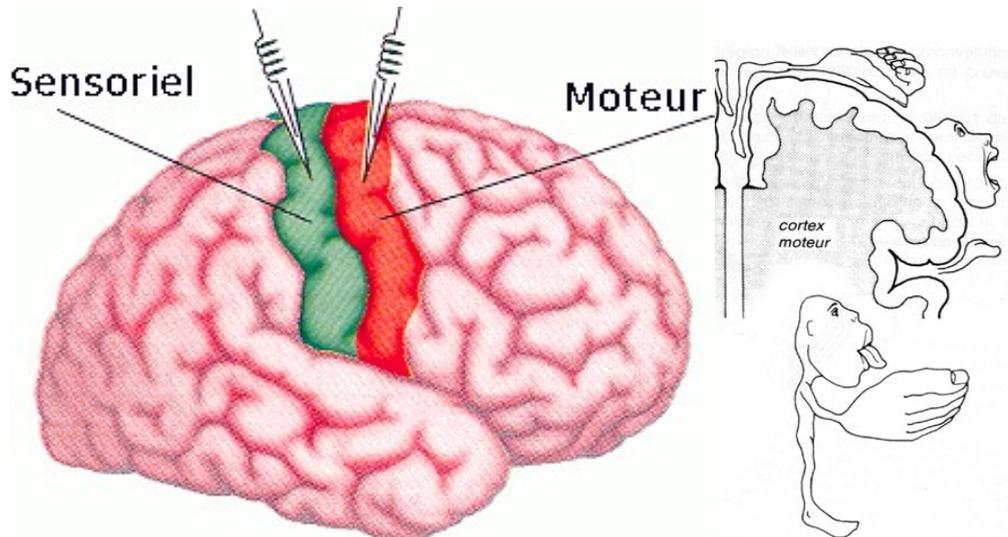
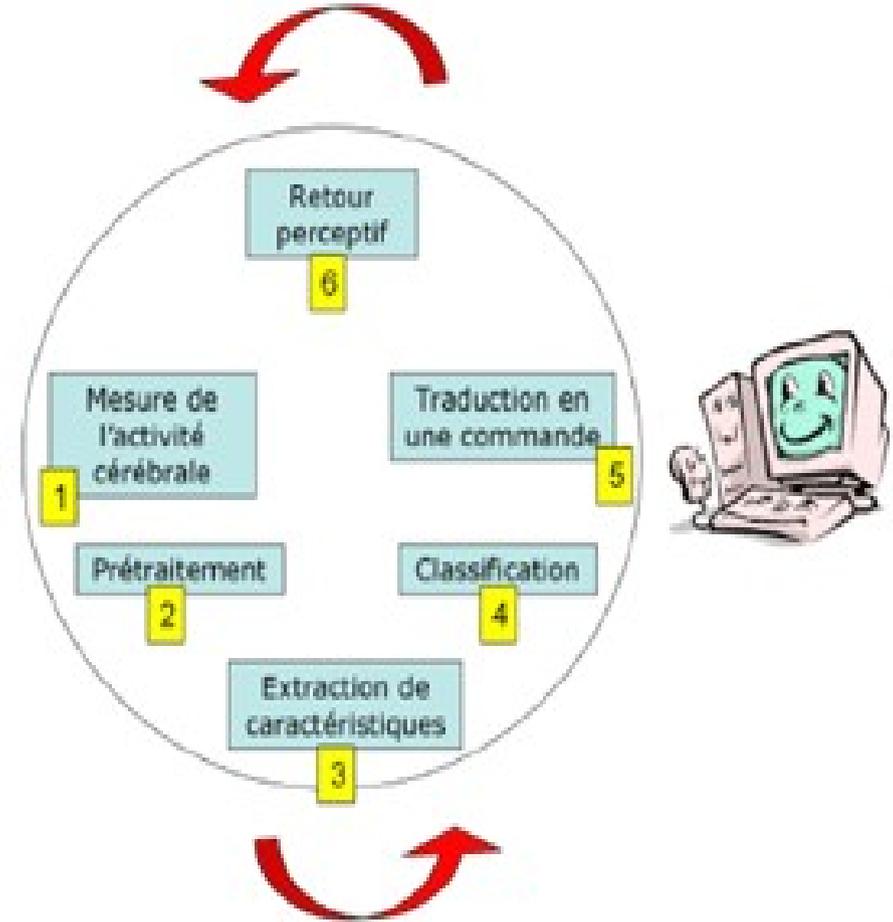
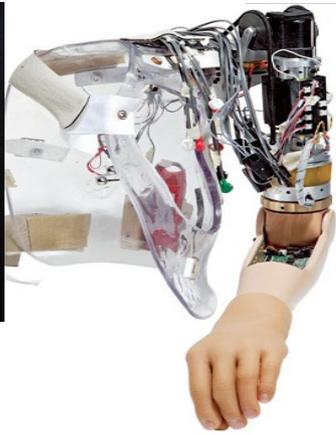
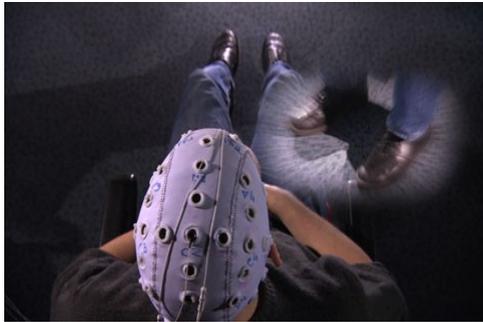
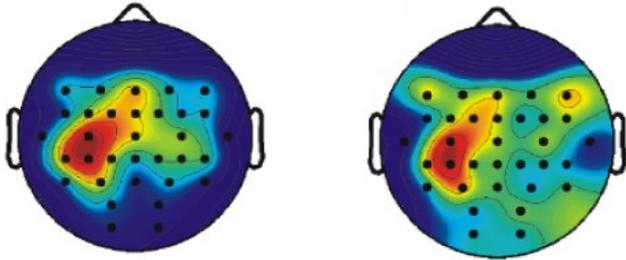
Le cerveau calcule t'il ou pense t'Il ?

<http://interstices.info/calculer-penser>



Connecter un cerveau est un ordinateur ?

<http://interstices.info/openvibe>



Épilogue . .

*et le propre
de l'humain ?*

Calculer . . ou . . penser ?



Rire . . ou . . humour ?

