

# Résolution de problèmes

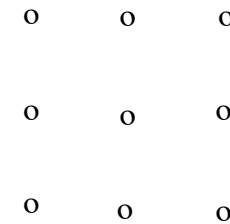
*Par l'homme*

*et*

*la machine*

# Quelques problèmes

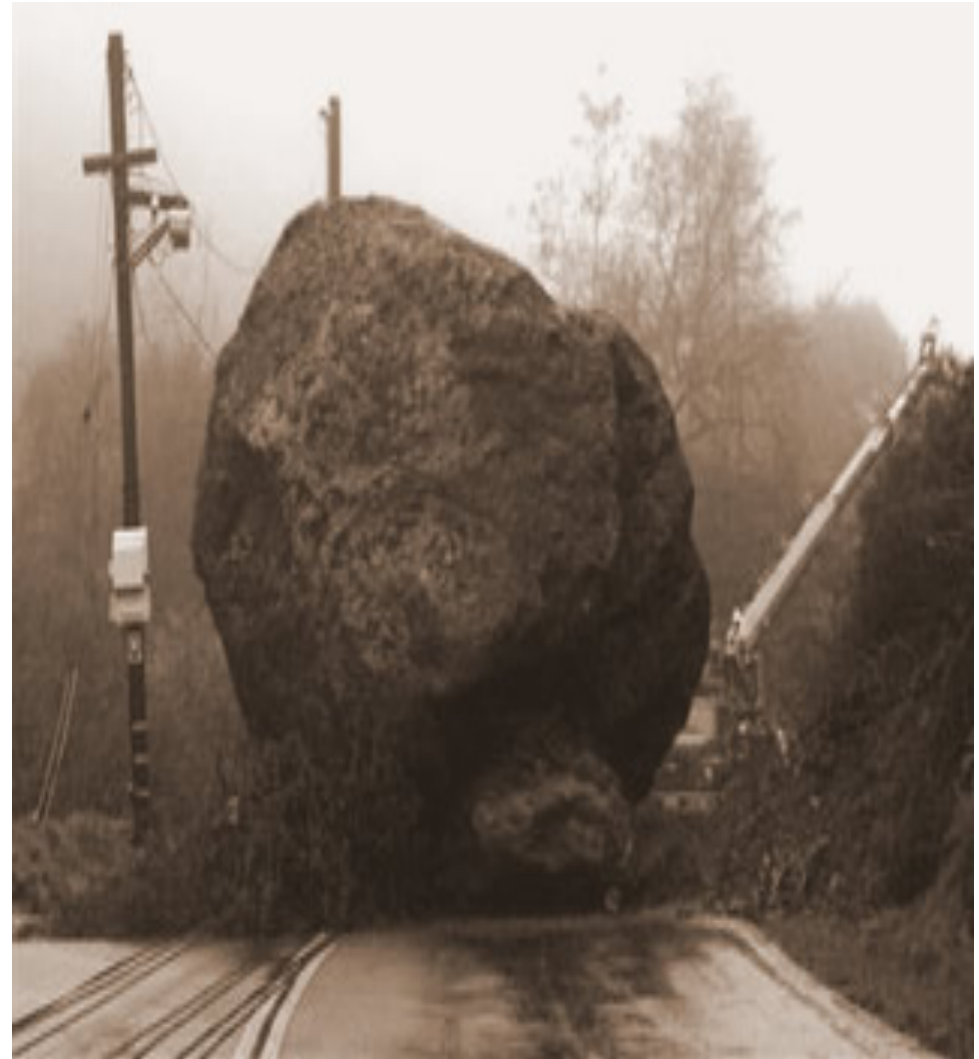
**Problème 1:** passer par chacun des neuf points disposés ci-contre en traçant au plus quatre segments de droite sans lever le crayon.



**Problème 2:** former quatre triangles équilatéraux à l'aide de six allumettes.

# Qu'est-ce qu'un problème?

- Situation de malaise
- Etymologiquement:
  - Problème vient de *problema* en latin et de *probléma* en grec
  - En grec, *probléma* vient de *proballein* c'est-à-dire « jeter devant » [*pro* signifie « devant » et *ballein*, « jeter »]
- Problème: obstacle jeté en travers du chemin!



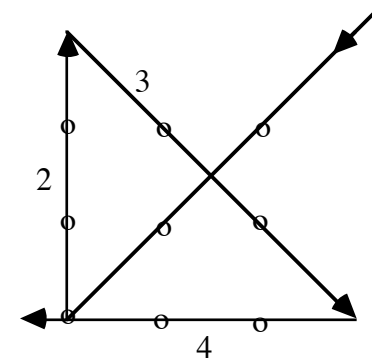
# Comment résoudre un problème?

- Il faut franchir l'obstacle...
- Pour cela on doit:
  1. Savoir d'où l'on part – *énoncé du problème*
  2. Savoir où l'on veut aller – *but*
  3. Savoir comment avancer – *pas ou transitions*
  4. Faire un plan – calculer un chemin
  5. Essayer...

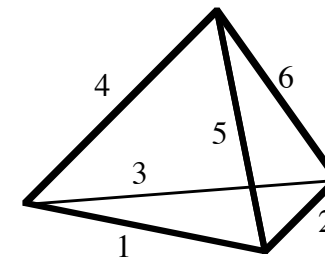


# Quelques problèmes

**Problème 1:** passer par chacun des neuf points disposés ci-contre en traçant au plus quatre segments de droite sans lever le crayon.

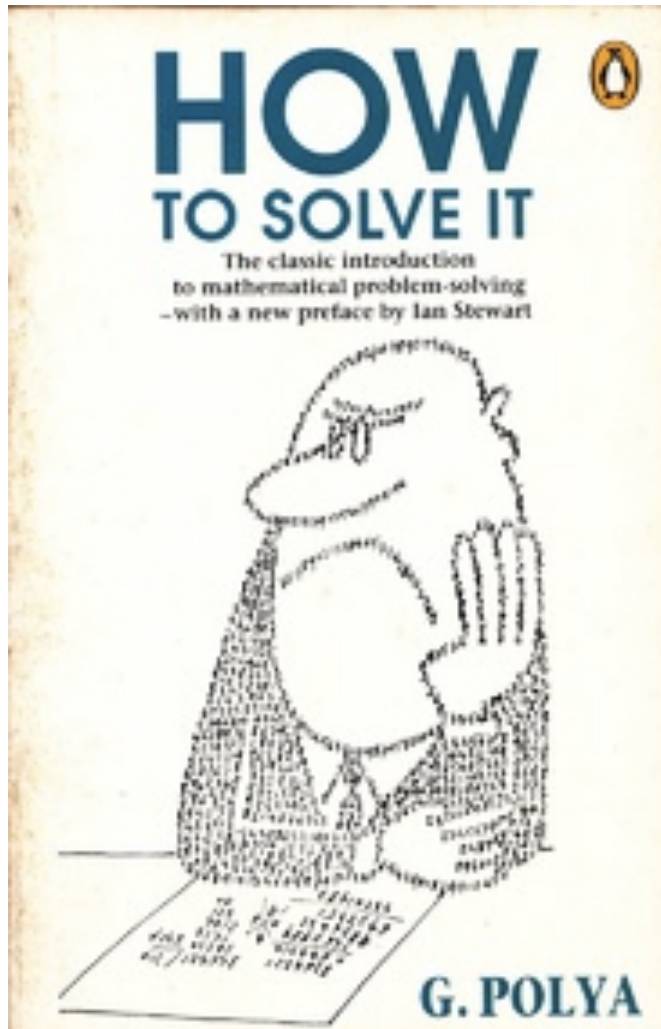


**Problème 2:** former quatre triangles équilatéraux à l'aide de six allumettes.





# How to Solve it? 1945 *George Polya*



- Polya était un mathématicien
- Etude didactique sur les erreurs des élèves
- Méthode de résolution de problème
- Inspiration des règles pour la direction de l'esprit de Descartes



# Résolution de problèmes (Polyà)

Descartes: « *Règles pour la direction de l'esprit* »

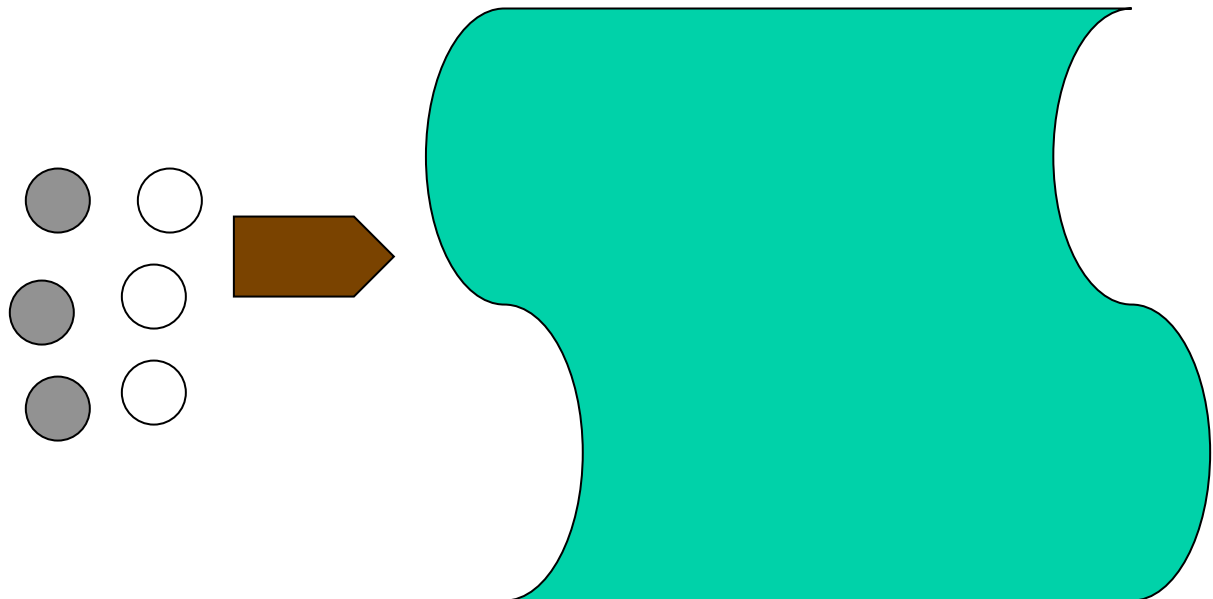
1. **Compréhension du problème:** où est l'obstacle ? Poser les conditions initiales, le but, les mouvements permis.
2. **Conception d'un plan.** Reformuler le problème pour le rapprocher de problèmes connus et déjà résolus.
3. **Exécution du plan,** jusqu'à ce que la solution soit totalement construite
4. **Regard en arrière.** Reprendre la solution pour vérifier sa cohérence et la généraliser afin de tirer parti de l'expérience acquise.



# Exemple de problème

« Les missionnaires et les cannibales »

*trois missionnaires et trois cannibales se trouvent sur les rives d'un fleuve en pleine Amazonie. La barque ne supporte pas plus de deux passagers, et le nombre de missionnaires doit partout et toujours être supérieur ou au moins égal à celui des cannibales pour éviter les drames... Comment faire pour que tous traversent, sans perte d'aucune sorte ?*

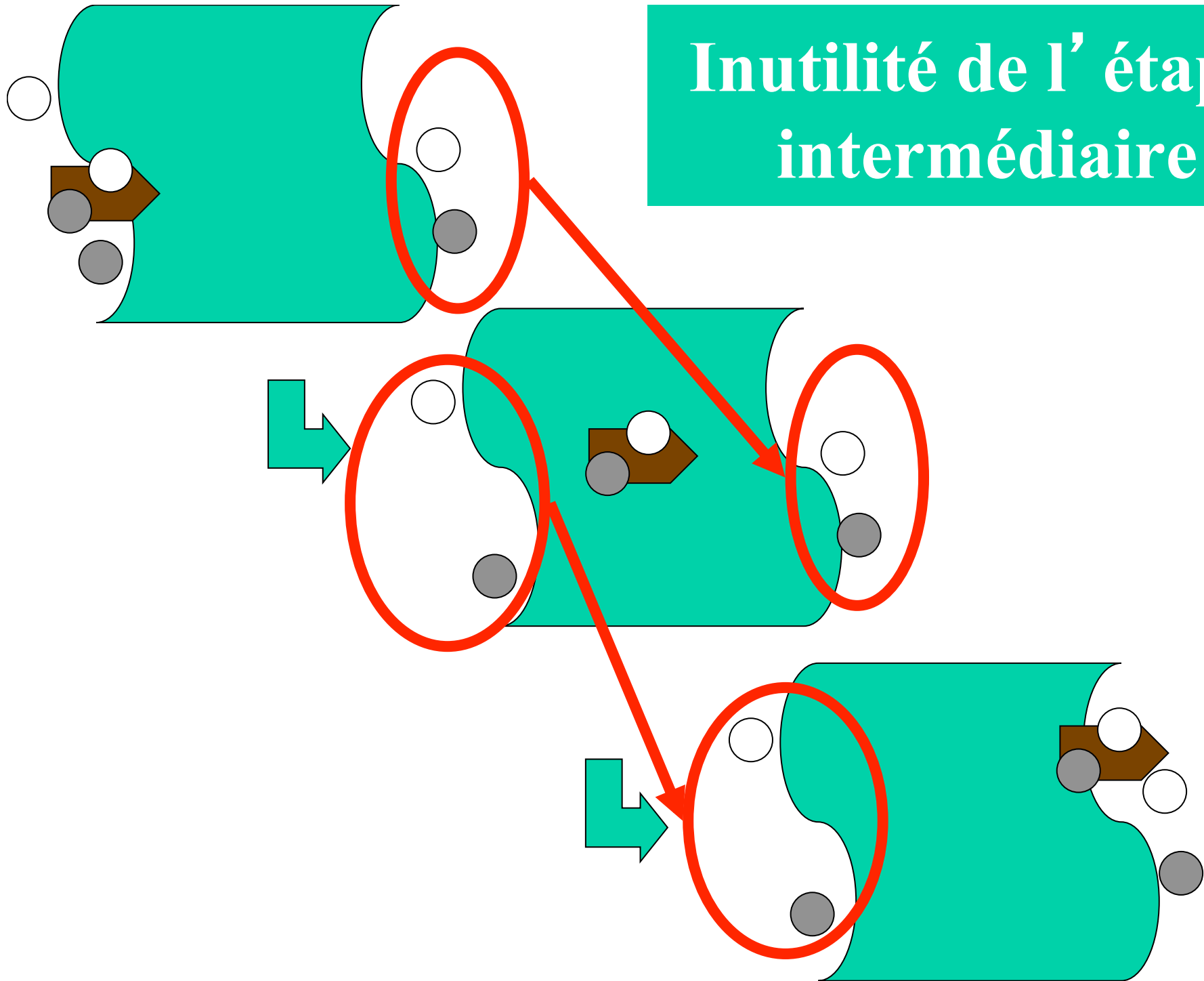




## *Etape 1: formulation du problème*

- Très difficile à automatiser.
- N-uplets (*missionnaires Rive-gauche, cannibales Rive-Gauche, missionnaires Rive droite, cannibales Rive droite, position barque*)
- Etat initial (*3, 3, 0, 0, Gauche*)
- Etat final (*0, 0, 3, 3, Droite*)
- Nombre d'état  $4^4 \times 3 = 768$
- Quelques remarques permettent de simplifier l'énoncé du problème

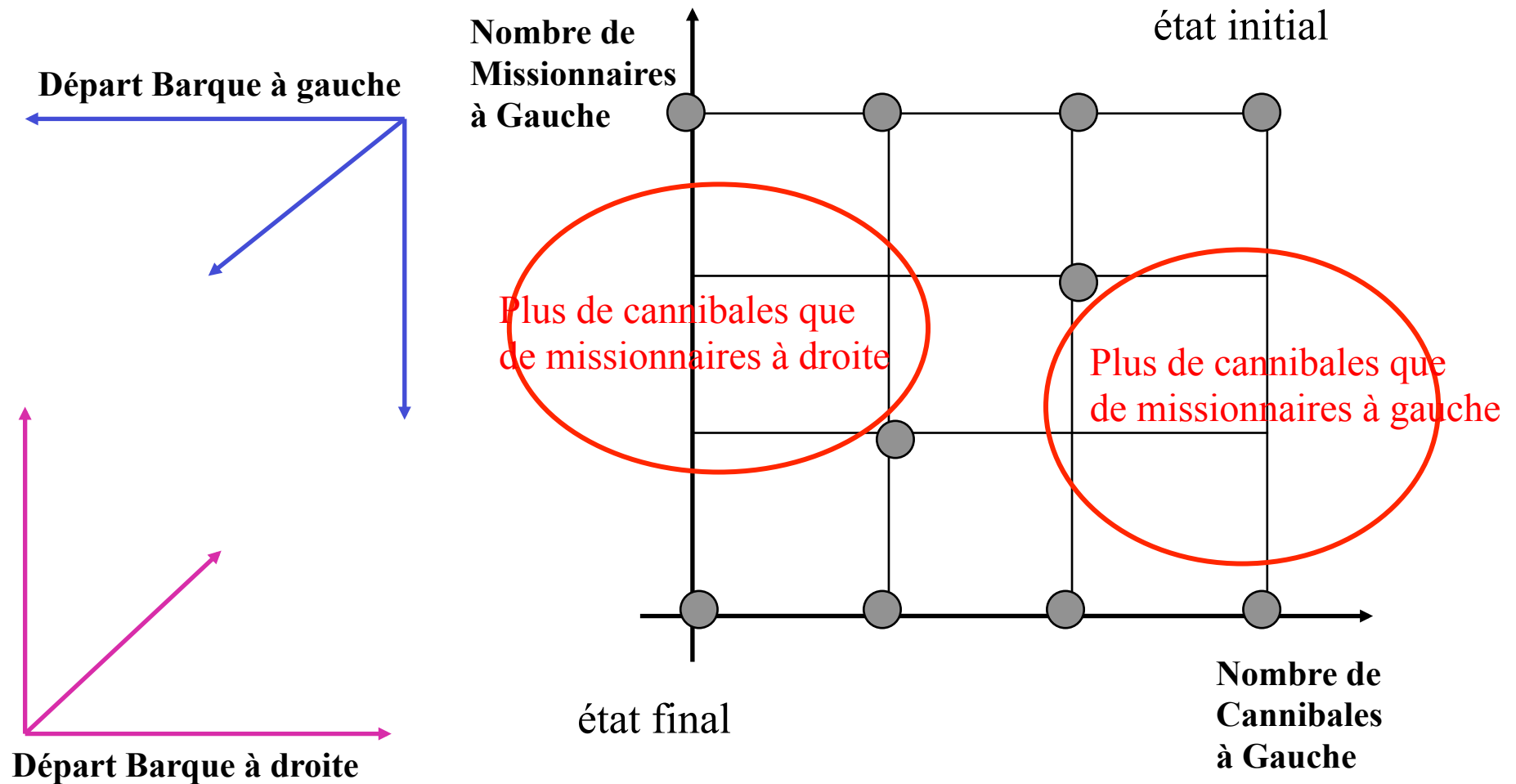
Inutilité de l'étape  
intermédiaire



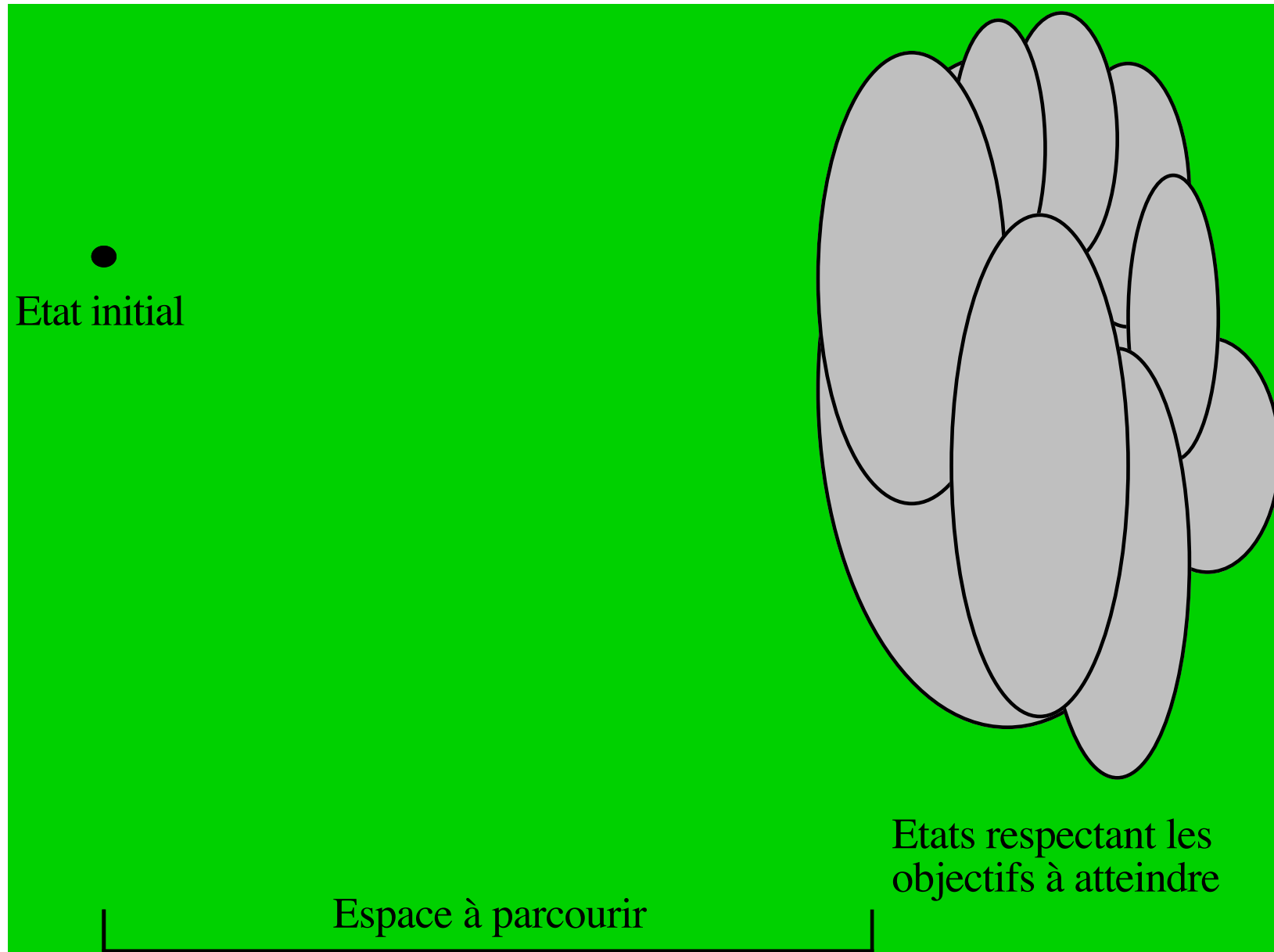
# Symétrie du problème

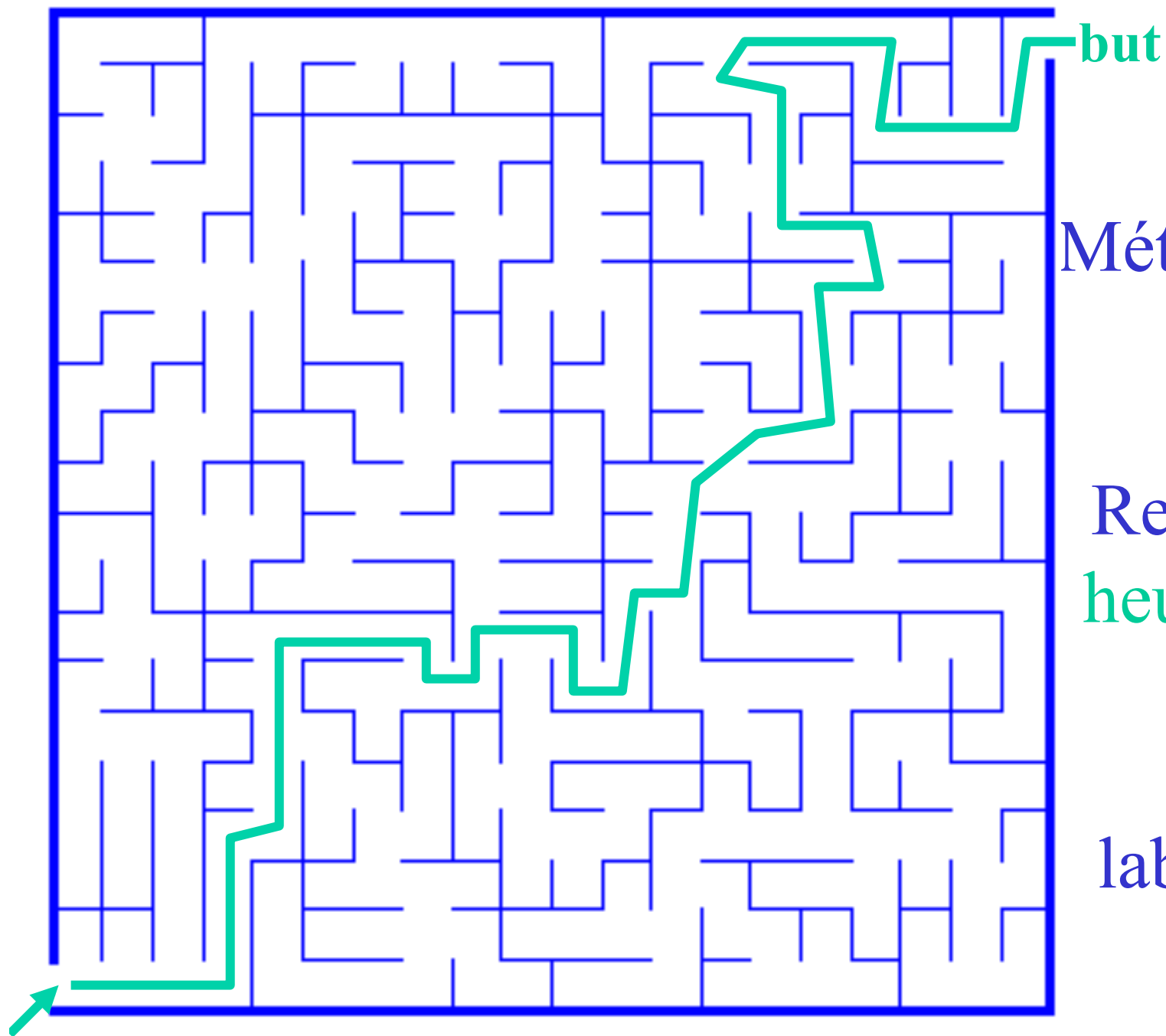
- Il suffit de considérer le nombre de missionnaires et de cannibales sur la rive gauche, puis de préciser la position de la barque  
(*missionnaires Rive-gauche, cannibales Rive-Gauche, missionnaires Rive droite, cannibales Rive droite, position barque*)
- Etat initial: (*3, 3, Gauche*)
- Etat final: (*0, 0, Droite*)
- Nombre d'états:  $4 \times 4 \times 2 = 32$

# Représentation graphique



## *Etape 2: construction d'un plan*





but

Méthodes de  
l'IA  
=  
Recherche  
heuristique  
dans  
un  
labyrinthe



# Etape 3: **exécution du plan**

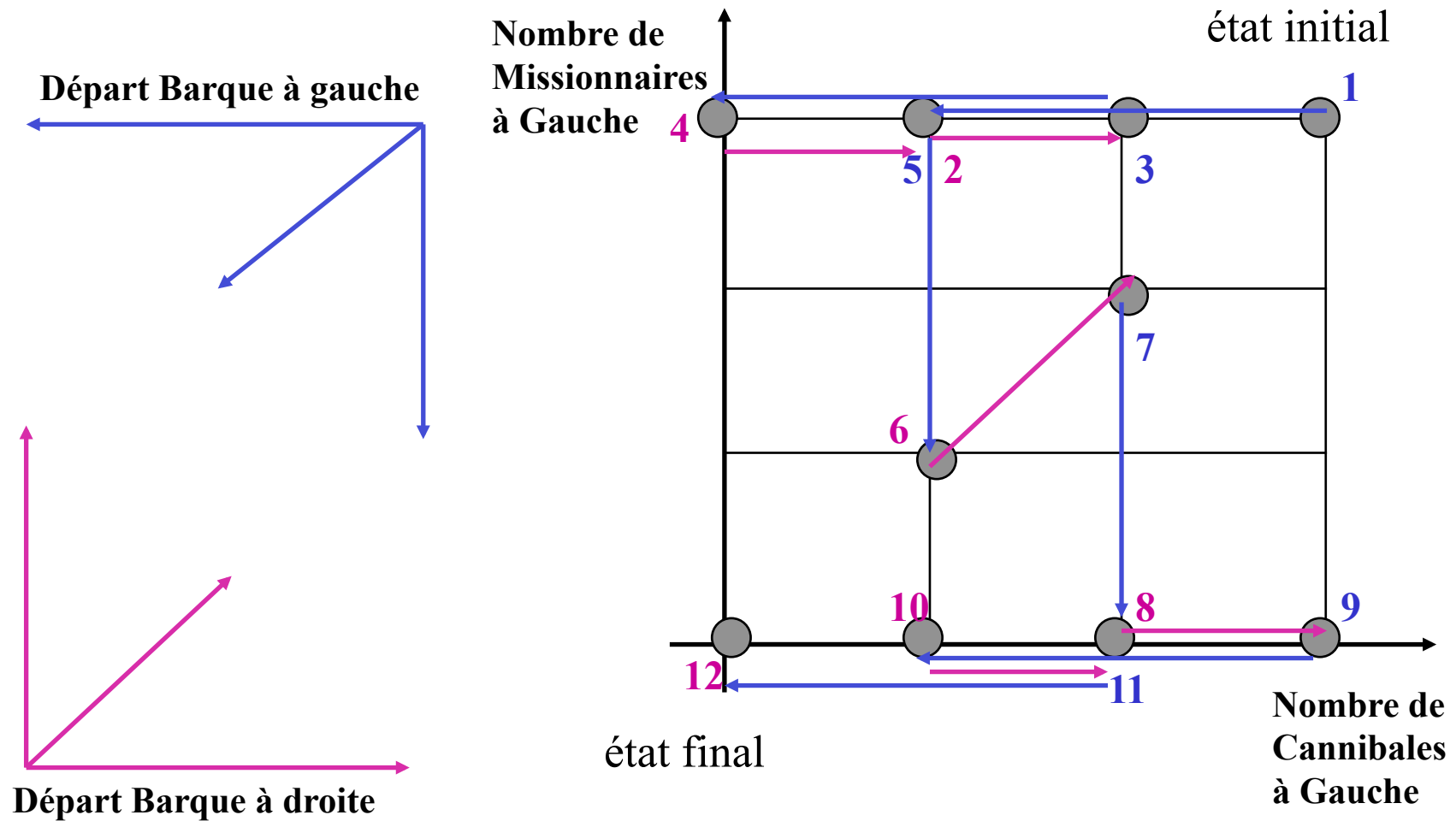
Utilisation **d' outils informatiques**

Etant donné:

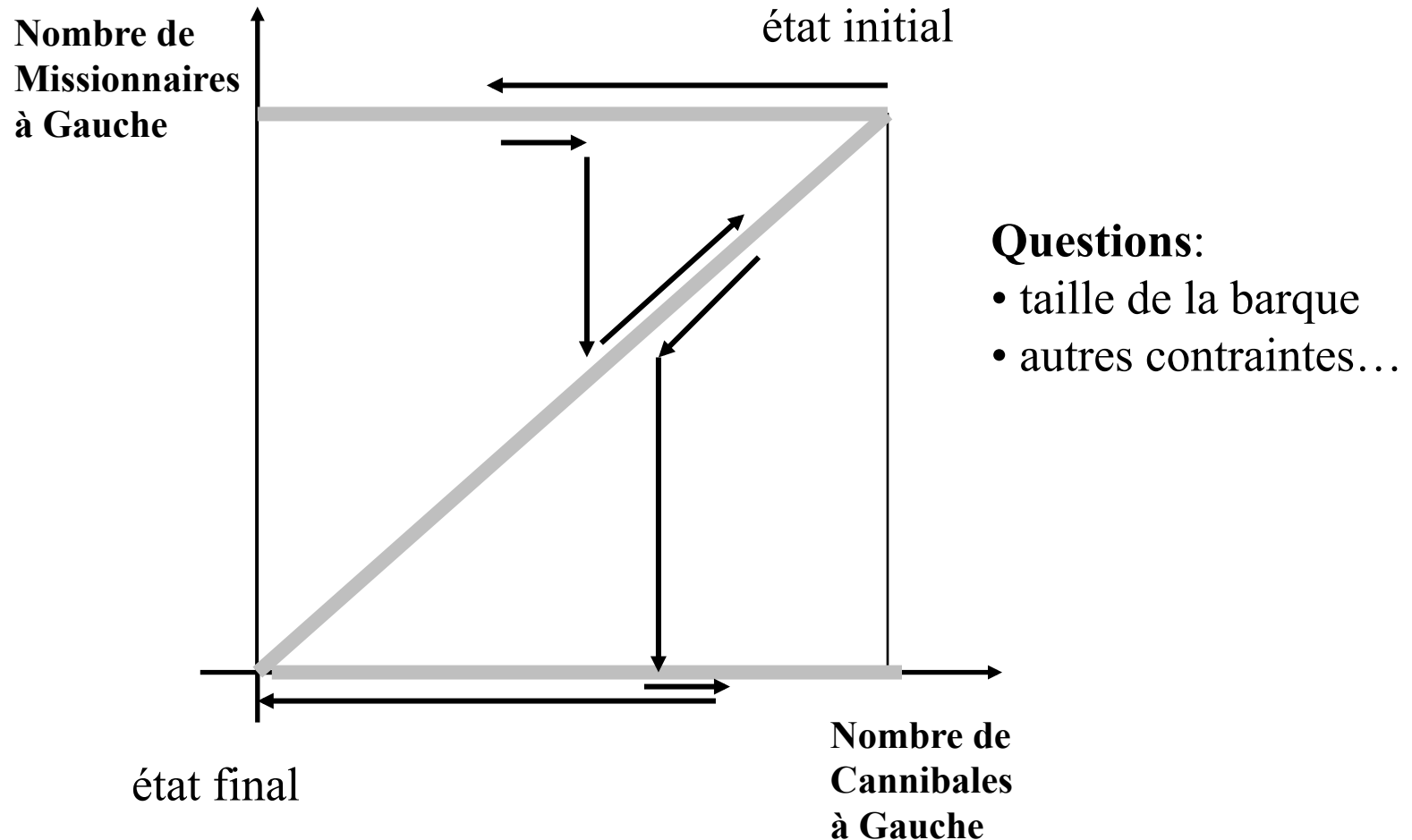
1. **Un espace d' états**
2. **Un état initial**
3. **Des conditions terminales**
4. **Un ensemble de transition**

Trouver un chemin depuis **l' état initial** jusqu' à  
un état vérifiant les **conditions terminales**

# Exécution du plan



# Regard sur le preuve et généralisation



# Outils informatiques: IA

- Définition d' un espace d' états  
(manuellement) = **représentation**
- **Mécanisation de l' exploration: systèmes de production**
- Mécanisation de la généralisation:  
**apprentissage**
- Mécanisation de la formulation...  
**Découverte, créativité...**

# Résolution de problèmes par l'homme et la machine

- **Simulation** de la *résolution de problèmes humaine* par la machine
- **Confrontation** de la résolution par la machine et par l'homme
- **Modélisation** de la résolution de problèmes (*sciences cognitives*)

*Exemple: jeu d'échecs*