

Un robot conférencier capable de planifier et de coordonner ses actions

Éric Beaudry, Froduald Kabanza et François Michaud

<http://planiart.usherbrooke.ca/> - <http://www.gel.usherb.ca/laborius/>

Introduction

Imaginez qu'un robot puisse venir aujourd'hui comme nous tous pour faire une présentation. Au lieu de présenter son projet de recherche, il nous expliquerait son fonctionnement interne. Bien que cela semble être de la science fiction, U2S, un robot conçu au Laborius, en sera bientôt capable! En effet, l'été prochain, U2S aura le mandat d'aller représenter l'Université de Sherbrooke à une conférence majeure organisée par l'American Association for Artificial Intelligence. Ce défi est mieux connu sous l'appellation du « AAI Challenge ».

Concevoir un tel robot pour ce type de mission est un audacieux projet. En effet, la réussite de ce robot repose sur l'assemblage d'une multitude de composantes provenant de diverses disciplines.

Le projet décrit ici consiste à développer l'une de ces composantes essentielles. Il s'agit d'un module qui permettra au robot de planifier et de monitorer l'exécution de tâches complexes à partir de ses connaissances sur la faisabilité des actions élémentaires. Techniquement, on parle d'un module de planification.

Objectifs

Accroître l'autonomie des robots mobiles

Les robots ont souvent une autonomie très limitée en raison de la façon dont ils sont programmés. Leurs concepteurs doivent coordonner et séquencer leurs comportements de haut niveau (ex.: par l'usage de machines à états finis). L'intégration d'un module de planification de tâches automatique permettra au robot de trouver par lui-même les actions qu'il doit faire afin d'accomplir une mission.

Améliorer l'efficacité des robots

En ayant la possibilité de décider par lui-même ses actions, un robot pourra augmenter son efficacité. En effet, advenant une situation imprévue, le module de planification pourra changer son plan afin de saisir des occasions ou tout simplement modifier son agenda.

Adapter les algorithmes de planification

Bien que la planification en intelligence artificielle soit un domaine de recherche très actif, il n'existe pas encore d'application en robotique mobile donnant des résultats intéressants. Cela s'explique par la complexité algorithmique du problème de planification. Des techniques doivent être développées afin de réduire cette complexité.

Nature du problème

La planification en intelligence artificielle consiste à trouver une séquence d'actions ordonnées ou une politique à appliquer pour solutionner un problème donné.

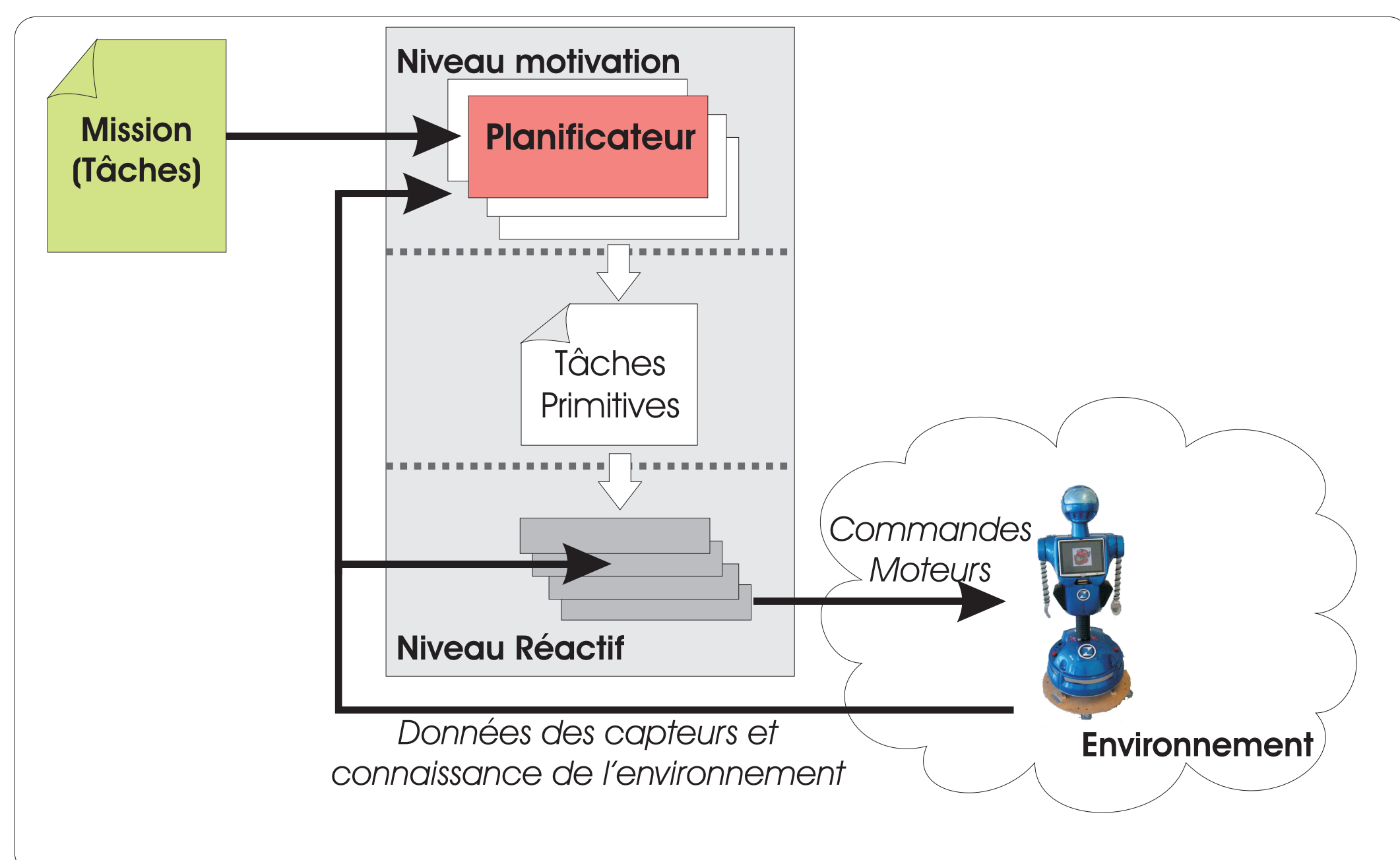
Caractéristiques

- Contraintes de temps à respecter
- Plusieurs actions possibles pour accomplir la même tâche
- Environnement dynamique et partiellement connu à l'avance
- Actions du robot pouvant échouer (non déterministes)
- Mission à accomplir qui n'est pas prédéfinie et qui peut évoluer
- Tâches de la mission pouvant entrer en conflit (priorités)
- Gestion de ressources à assurer (batteries)

Architecture de planification proposée

Planificateur

Ce premier module permet de générer des plans optimaux ou proches de l'optimalité, à partir d'une mission. Cette mission est composée de tâches de haut niveau.

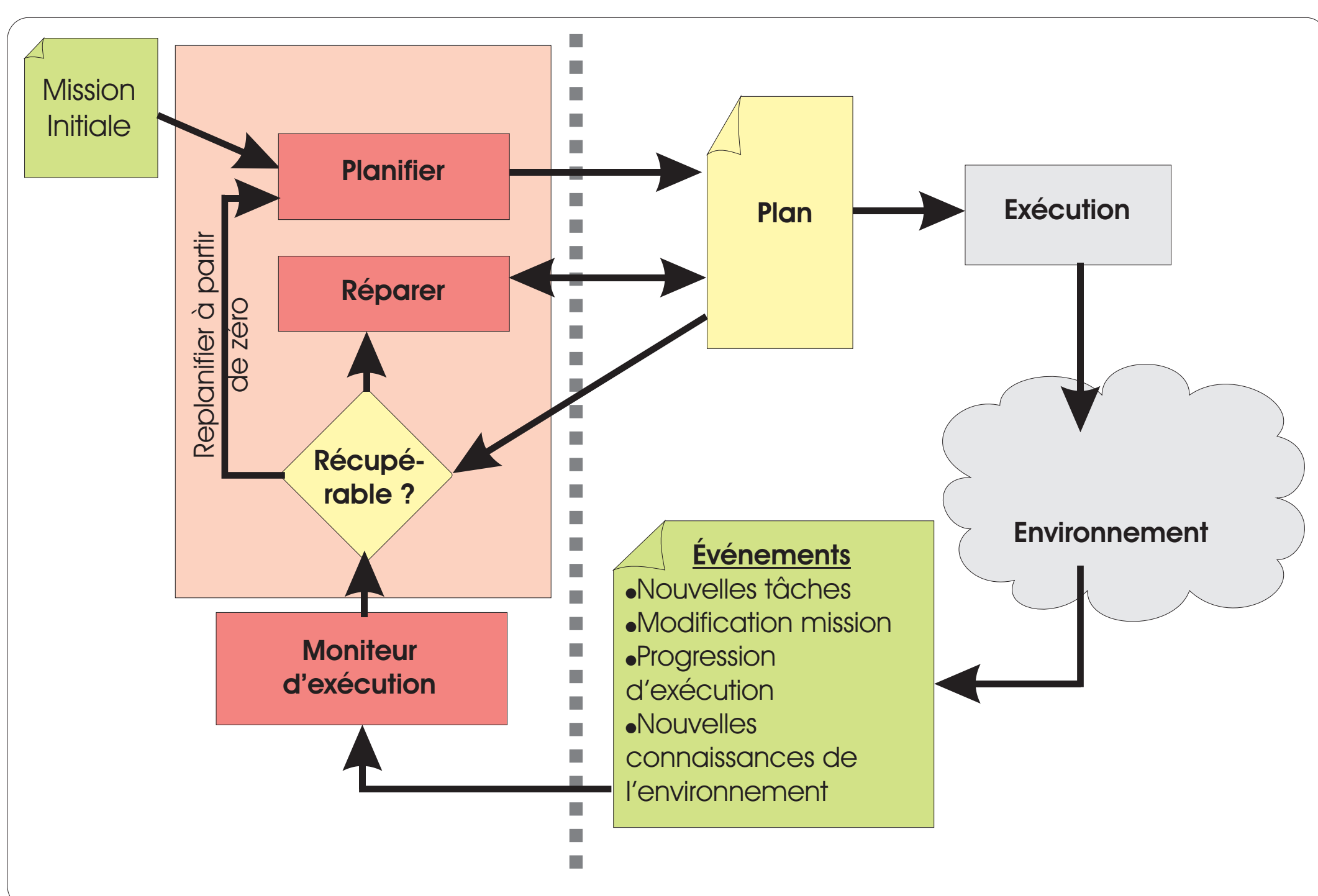


Moniteur

Le moniteur a pour tâche de surveiller le bon déroulement du plan courant. Sur réception de toutes nouvelles informations, il veille à ce que le plan courant soit toujours valide. Advenant qu'il ne le soit pas, le moniteur doit invoquer le module de réparation de plan afin que ce dernier tente de corriger le tir.

Réparateur

L'objectif de ce module est d'offrir un moyen rapide pour régénérer un nouveau plan. Sans repartir de zéro, il tente de trouver une façon d'insérer, de permuter ou d'enlever certaines actions afin que le plan redevienne valide.



Expérimentations sur une conférence simulée

Comme première étape, des expérimentations ont été faites avec des planificateurs existants. Ces tests ont été réalisés sur un scénario simplifié et idéalisé de la conférence du AAI Challenge.

Actions possibles

- Se déplacer
- S'enregistrer
- Assister à une présentation
- Faire une présentation
- Installer une affiche
- Retirer une affiche
- Recharger ses batteries
- Prendre une photo

Contraintes

- Échéance de temps
- Présentations
- Fixation et retrait des affiches
- Énergie limitée (batteries)
- Respect des préconditions

Domaine - description des actions

```
[...]
(action GOTO
  paramètres(?to - location)
  precondition(and
    (robot-at ?from)
    (link ?from ?to)
    (>= (battery-level) (* (distance ?from ?to) (energy-rate)))
  )
  effect(and
    (not (robot-at ?from))
    (robot-at ?to)
    (increase (currenttime) (/ (distance ?from ?to) (max-speed)))
    (Decrease (battery-level) (* (distance ?from ?to) (energy-rate)))
  )
[...]
```

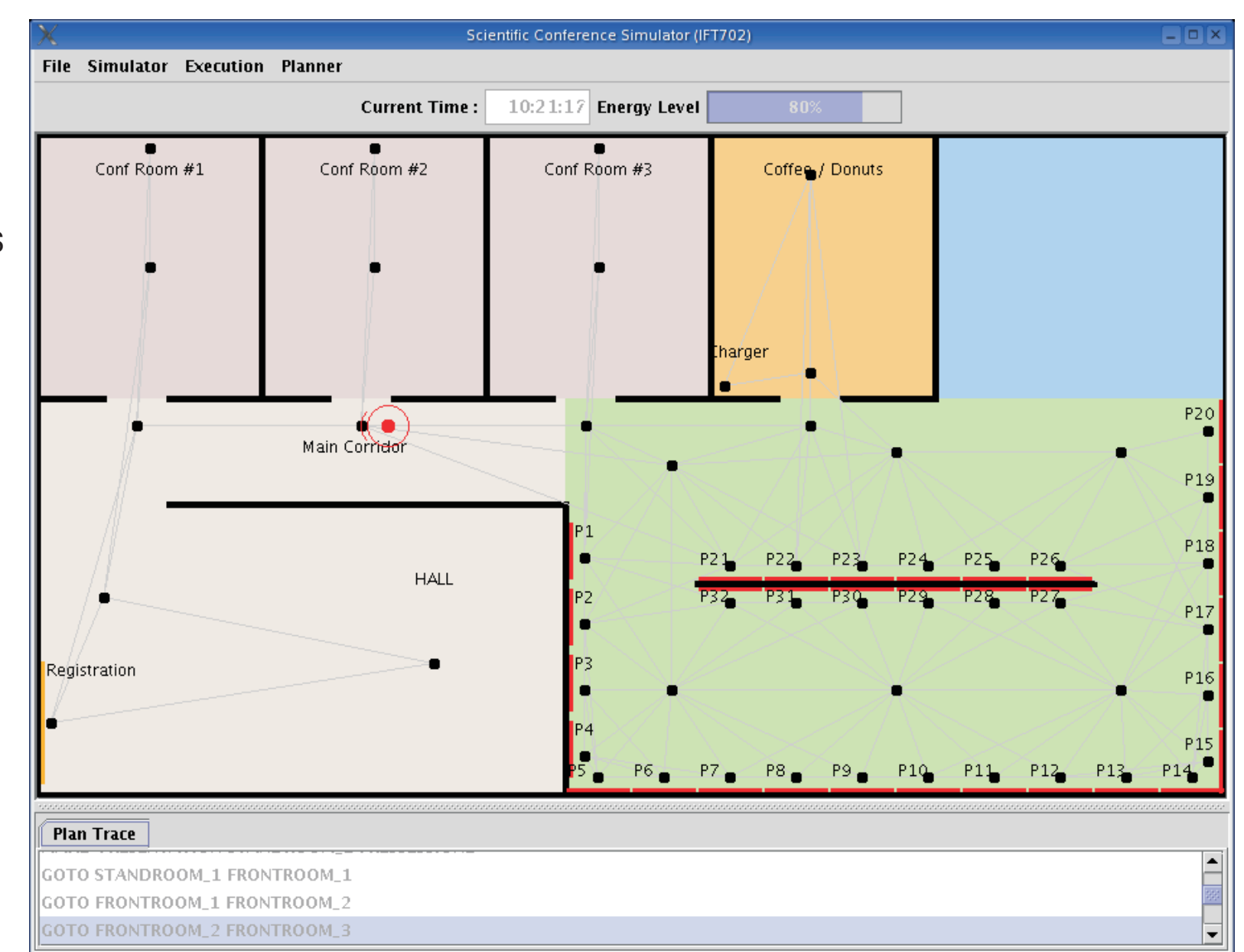
État initial

```
[...]
(Robot-at PorteEntrée)
(= (currenttime) 8:15 )
(= (battery-level) 500W )
[...]
```

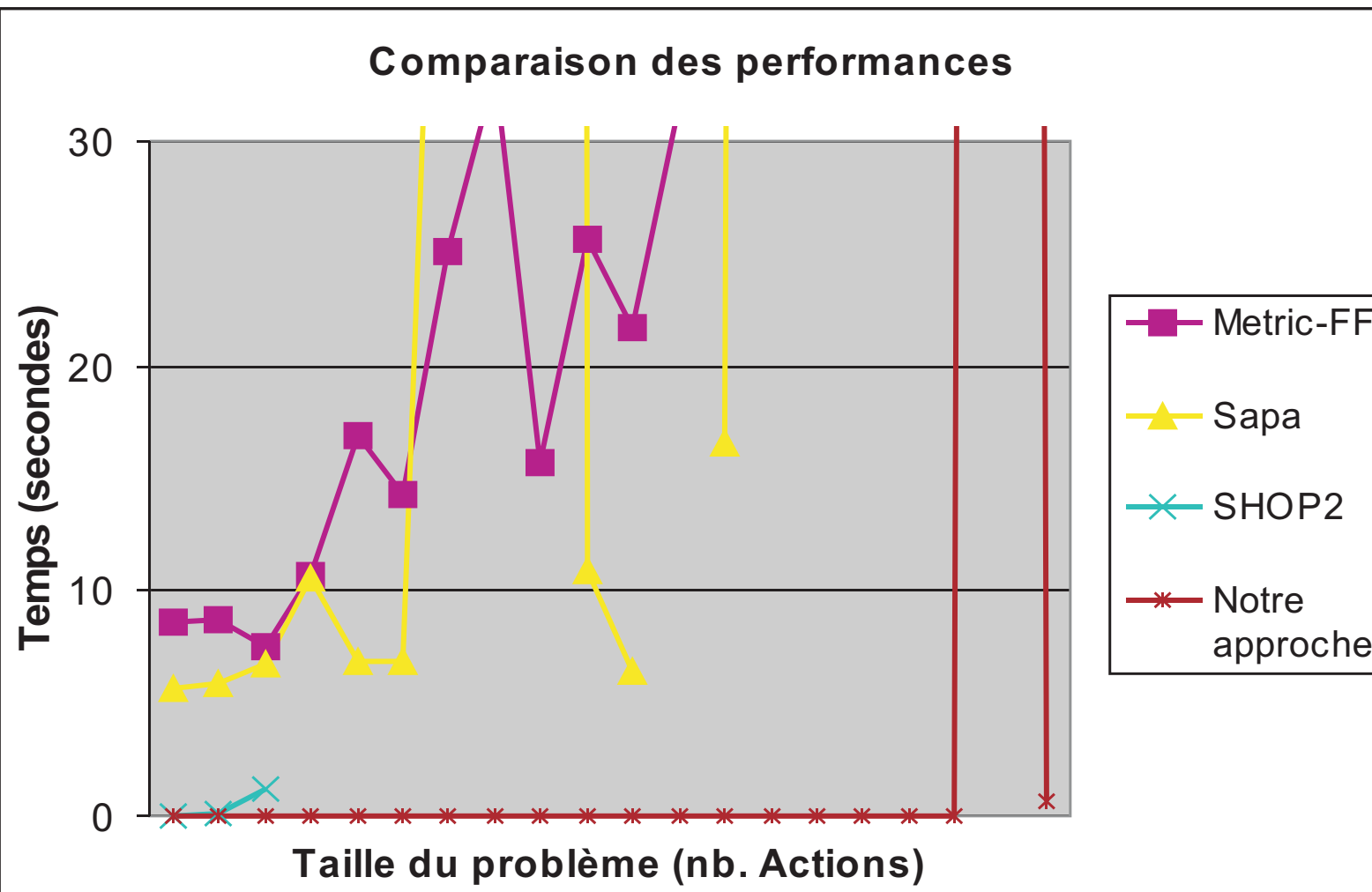
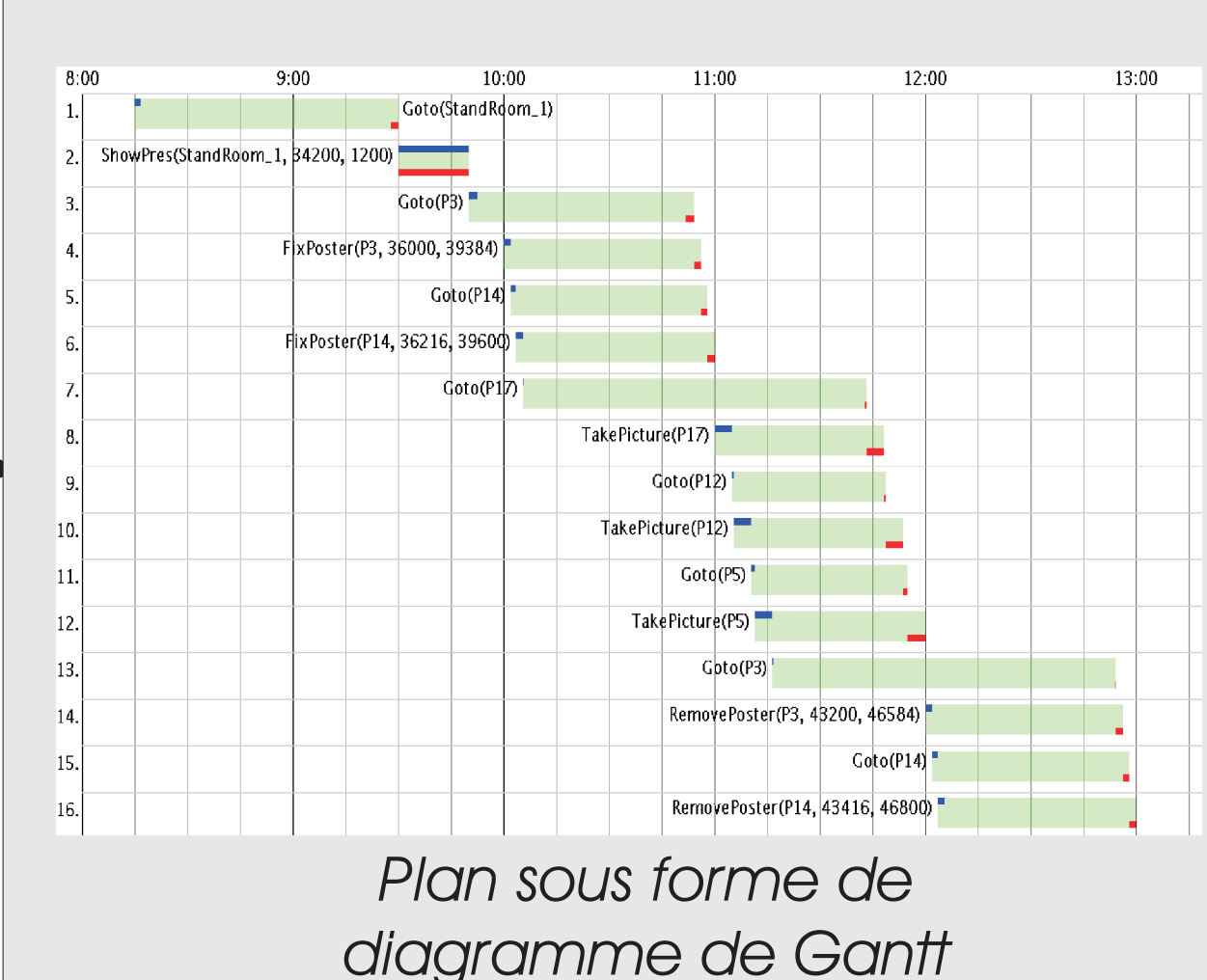
Buts

```
(Presentation-done 9:30 Room1)
(Assisted 10:00 Room1)
(Assisted 11:30 Room2)
(PosterShown 11:30 13:30 P24)
(PictureTaken 11:30 13:30 P05)
(PictureTaken 14:00 16:00 P17)
```

Planificateur



Plan



Planificateurs existants

Les planificateurs existants ne sont pas adaptés à ce type de problème. À partir d'un certain nombre de tâches, ils ne sont plus utilisables.

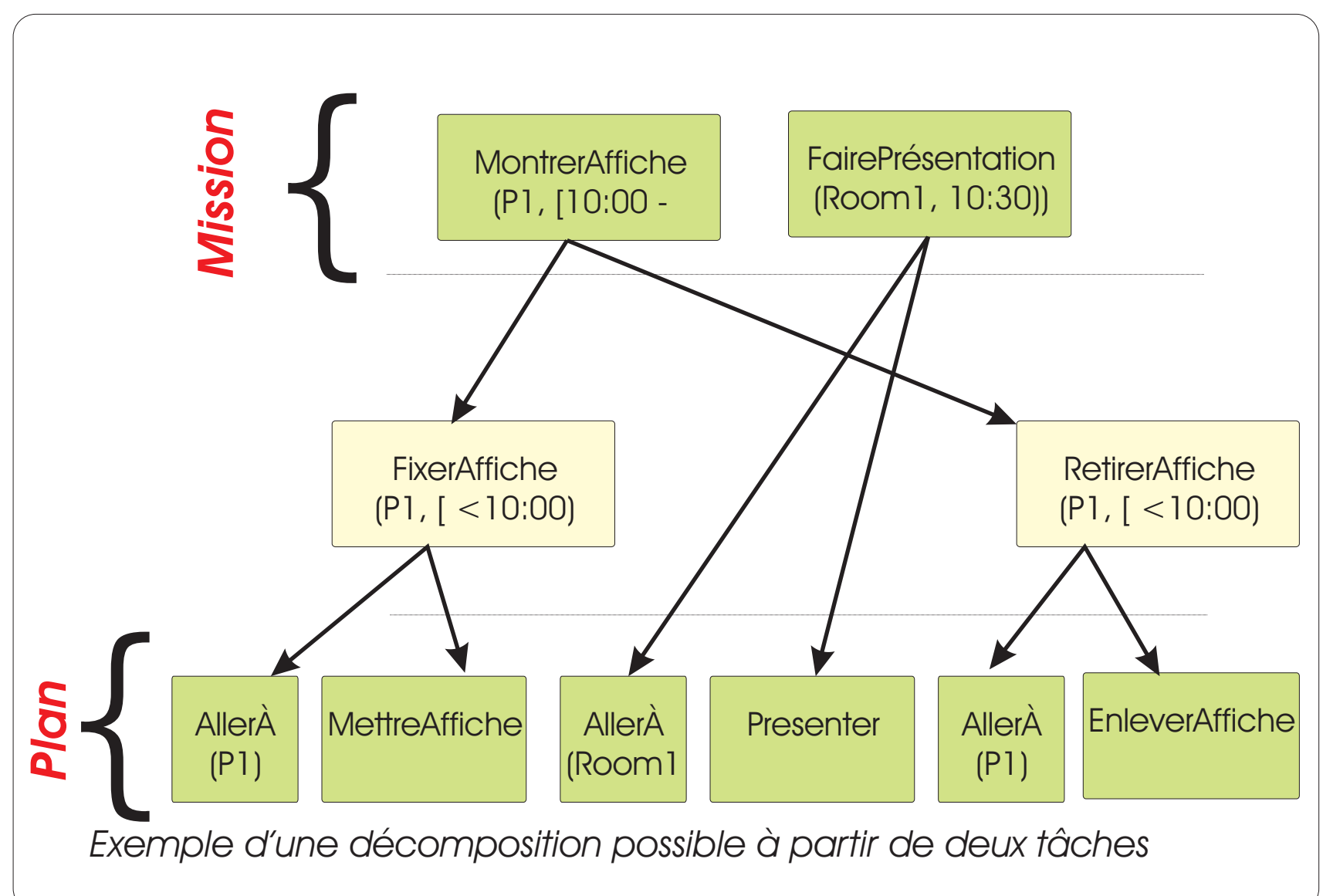
Vers une solution

Par contre, une version prototype de notre planificateur montre des signes encourageants dans ses performances.

Algorithme de planification proposé

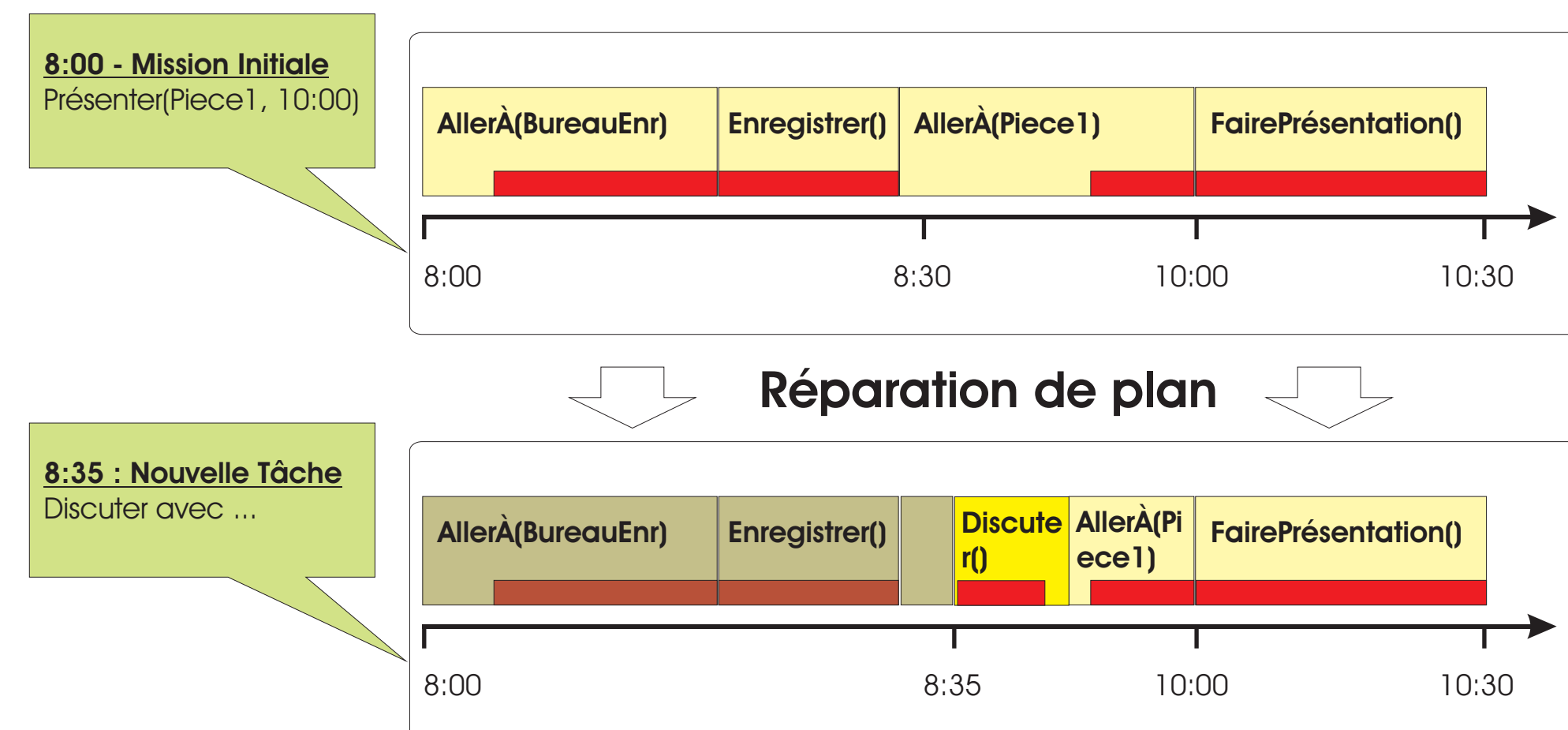
L'algorithme de planification proposé est du type HTN (Hierarchical Task Network) avec certains ajouts pour la gestion du temps et des ressources.

En entrée, le planificateur reçoit une mission composée de tâches de haut niveau. Grâce à une base de connaissance, il peut décomposer ces tâches en sous-tâches. Or, pour chaque tâche, plusieurs méthodes de décomposition peuvent être possibles, et ce, avec plusieurs paramètres différents. De plus, plusieurs niveaux de décomposition peuvent être nécessaires avant d'atteindre des tâches primitives. Rapidement, on obtient une explosion combinatoire du nombre d'arbres de décomposition possible.



espace de possibilités. Plusieurs techniques doivent être incorporées pour y arriver, comme des heuristiques.

Exemple d'exploitation du planificateur



Le rôle du module de planification consiste à donner une intelligence de haut niveau au robot en lui permettant d'avoir une vision à court et moyen terme de ses activités et tâches à accomplir. L'exemple illustré à gauche montre un cas typique où le module de planification peut jouer un rôle de prise de décision important. Sur une nouvelle tâche, le planificateur peut ajuster ou modifier son agenda afin de respecter un maximum de paramètres de sa mission.

Conclusion

L'implémentation du planificateur proposé est en cours et devrait être prêt pour cet été. Il sera mis à l'épreuve lors du AAI Challenge. Cet événement permettra de valider la réussite des objectifs fixés.

Plusieurs retombées possibles pourraient découler de ce projet de recherche. Par exemple, les robots explorateurs (Rovers) déployés sur la planète Mars ont présentement une autonomie limitée à leurs déplacements. Dans l'avenir, on pourrait donner aux robots des missions plus élaborées où ceux-ci prendraient plusieurs initiatives par eux-mêmes.