



# Navigation sociale et interaction Homme-Robot pour un robot de service

1

Présenté par:

Melle BELLARBI Abir

Encadré par:

Pr MOUADDIB Abdel-illah

2019/2020

# Plan:

1. Introduction
2. Problématique
3. Proxémie
4. Objectifs
5. DPMA
6. Implémentation
7. Conclusion

# 1. Introduction :

3

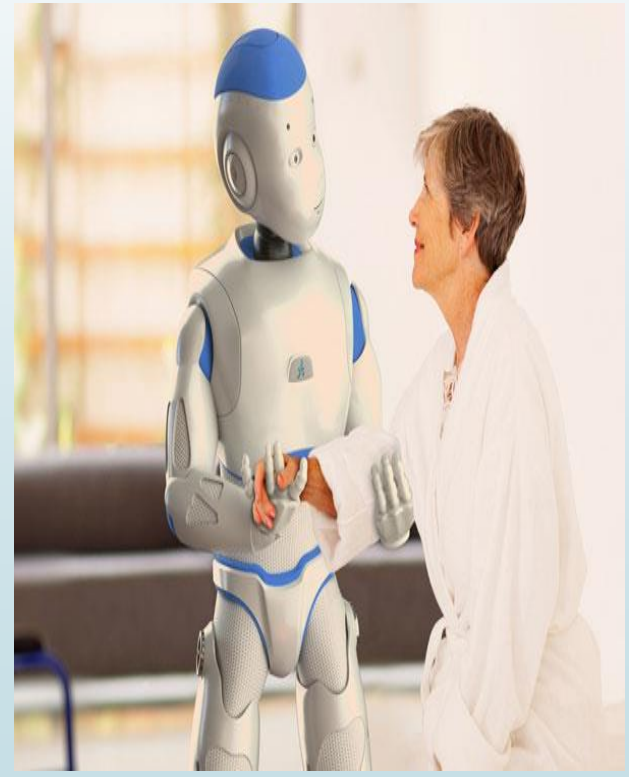
Les robots de service deviennent plus présents dans la vie de l'homme, afin de la lui faciliter en effectuant des services.



# 1. Introduction :

4

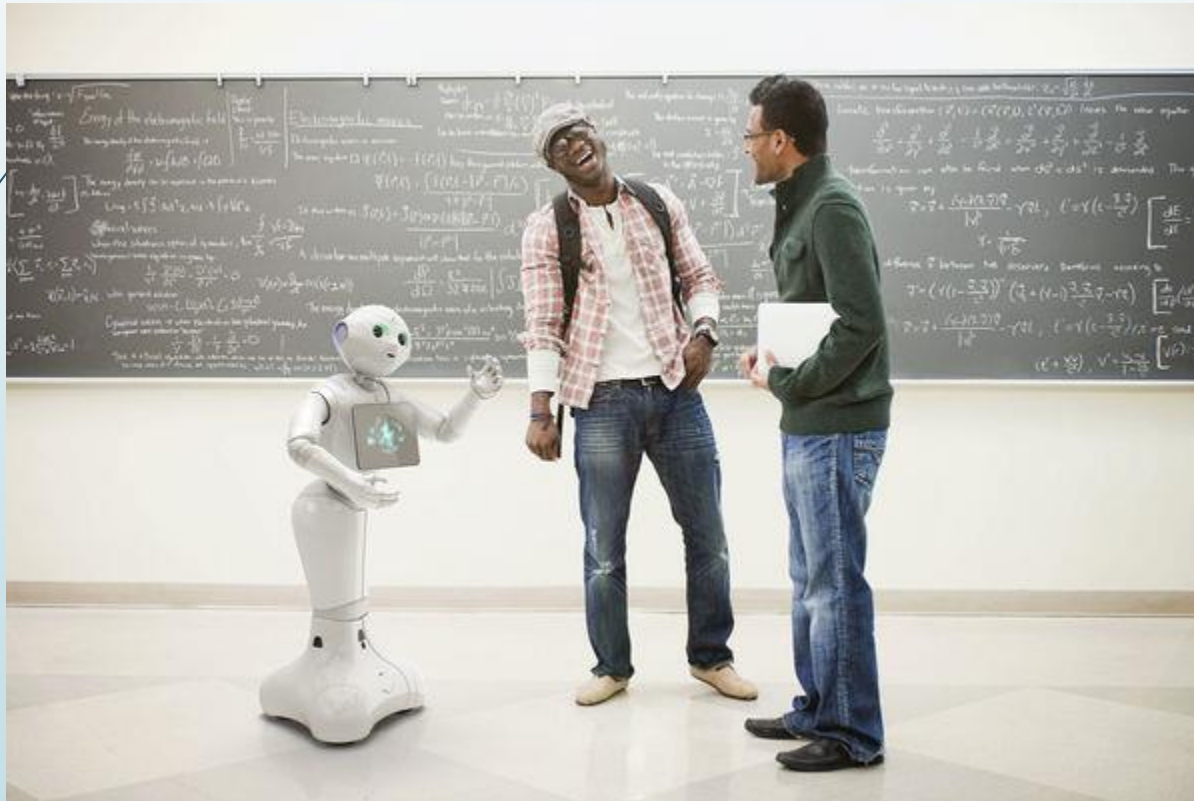
Ces robots sont conçus pour naviguer dans des environnements encombrés et interagir avec des personnes.



# 2. Problématique :

5

Une coexistence homme-robot harmonieuse, nécessite que le robot soit accepté par les personnes de son environnement.



# 3. La proxémie :

6

En 1963, Hall a défini la proxémie par l'étude de la distance physique qui s'établit entre les personnes lors d'une interaction.

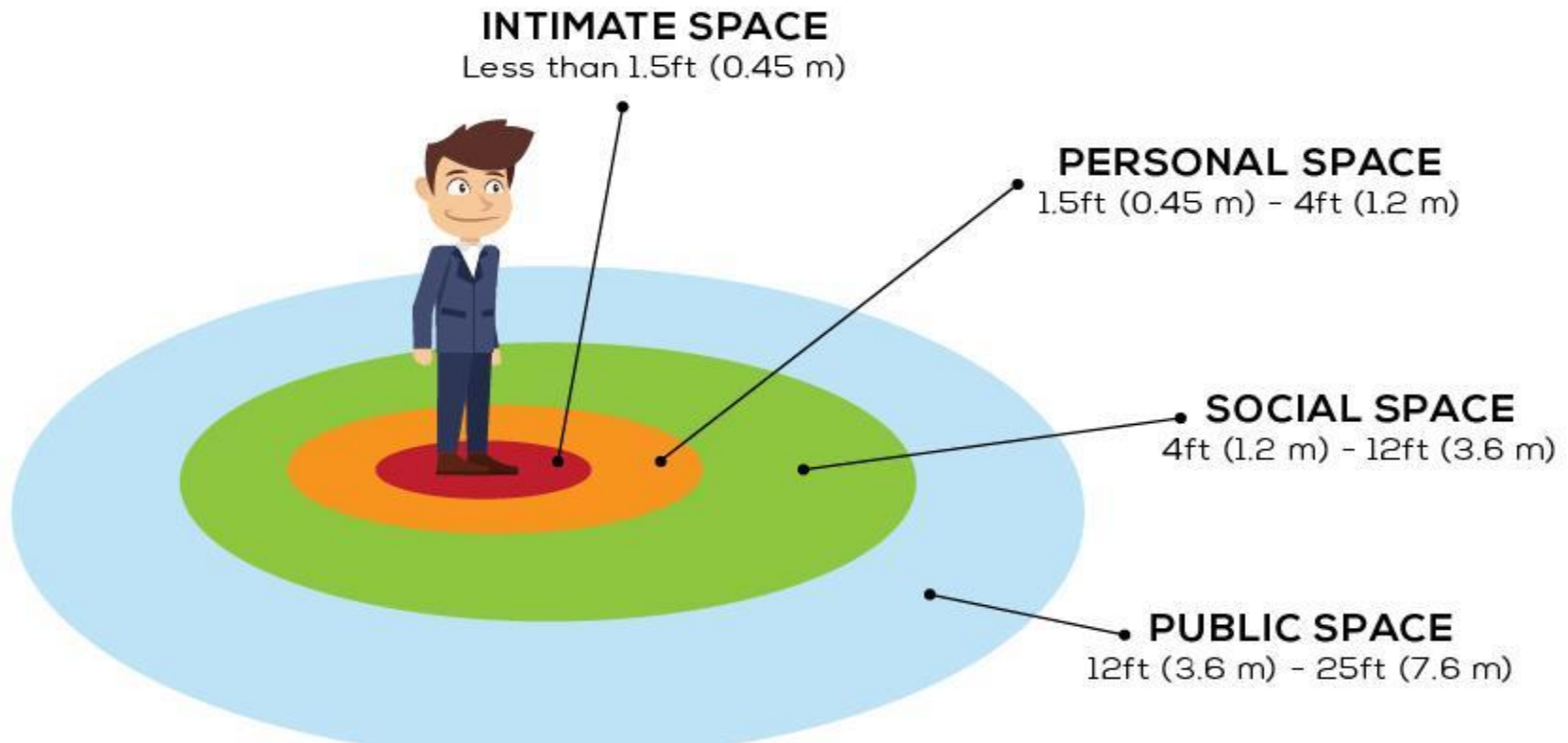


# 3. La proxémie :

7

## a. L'espace personnel:

Hall a divisé cet espace en 4 régions.

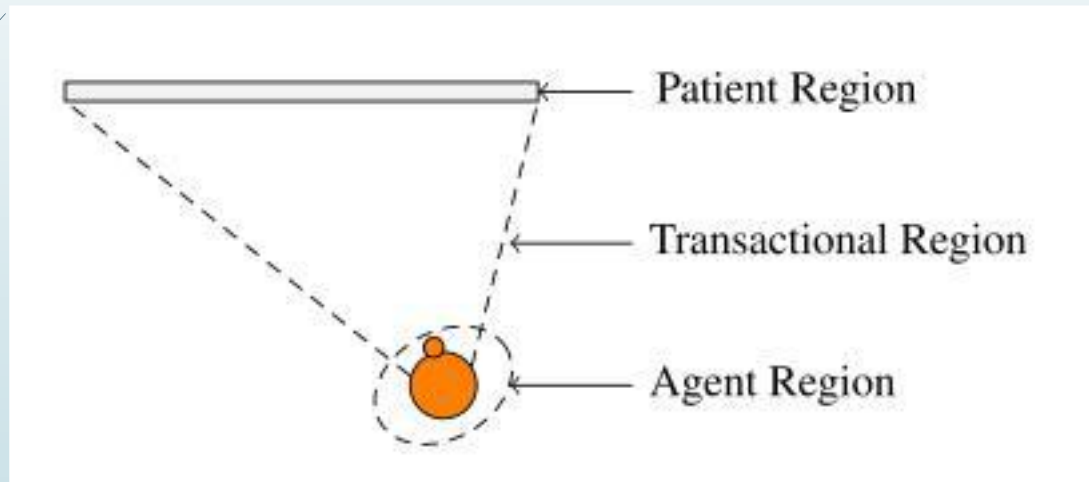


# 3. La proxémie :

8

## b. L'espace d'activité:

Linder a défini cet espace par 3 régions.





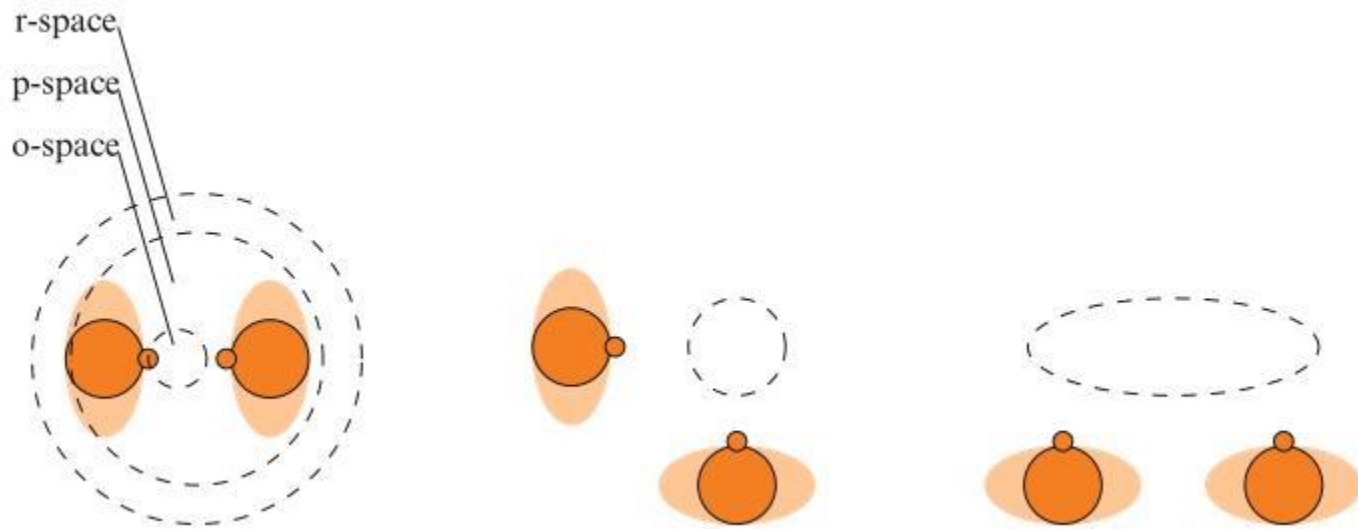
# 3. La proxémie :

9

## b. L'espace d'activité:

- **F-Formation:**

Kendon a défini les différentes organisations spatiales pour un groupe de personnes « F-Formation ».



Face à Face

formation en L

cote à cote

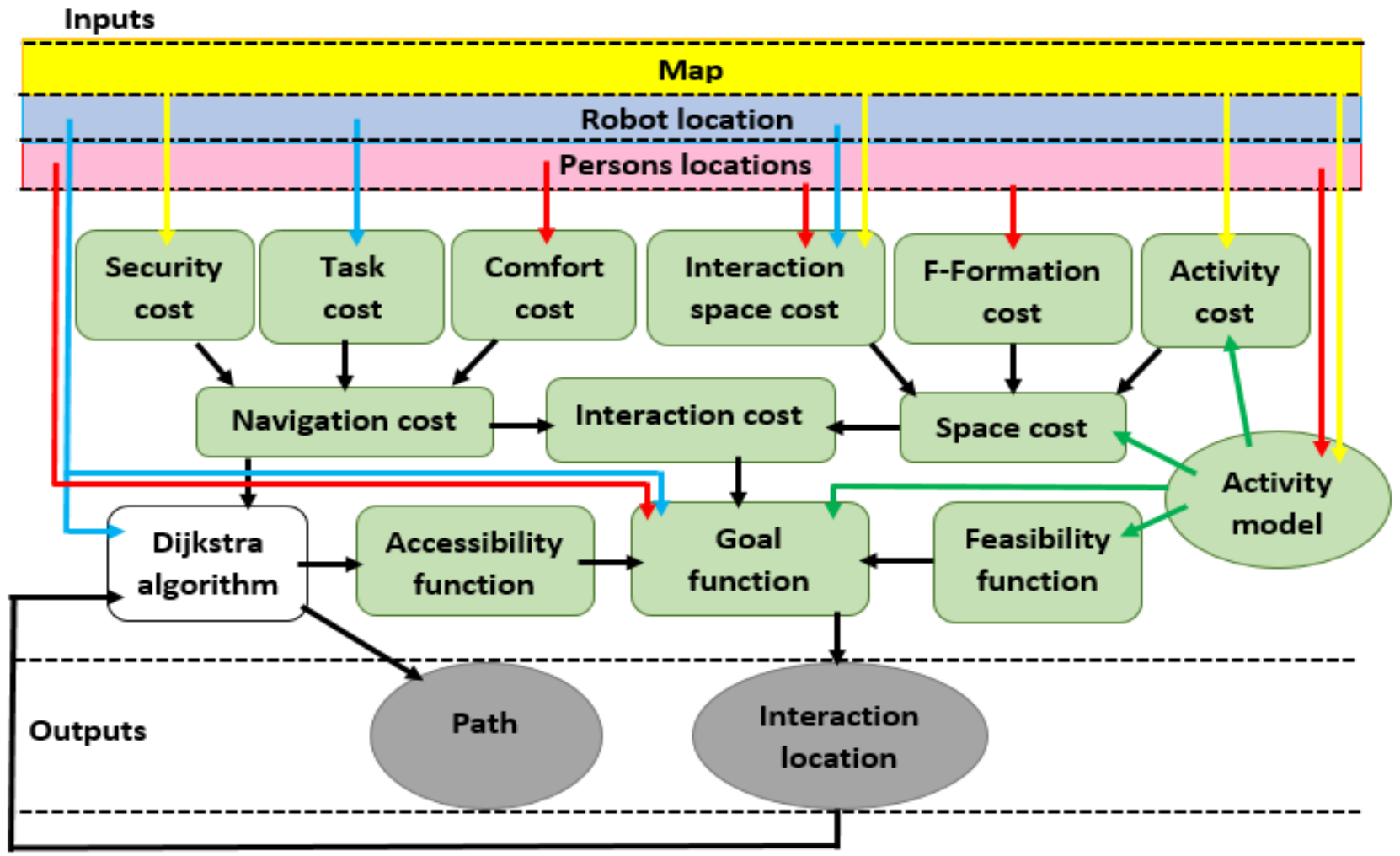
# 4. Objectifs :

10

- Modélisation d'une proxémie dynamique.
- Prise en compte des F-Formation dans l'interaction.
- Développement d'une approche « Dynamic Proxemia Modeling Approach » qui prend en compte à la fois, une navigation sociale et une interaction homme-robot.
- Validation par une implémentation sur un robot réel.

# 5. « DPMA » :

11

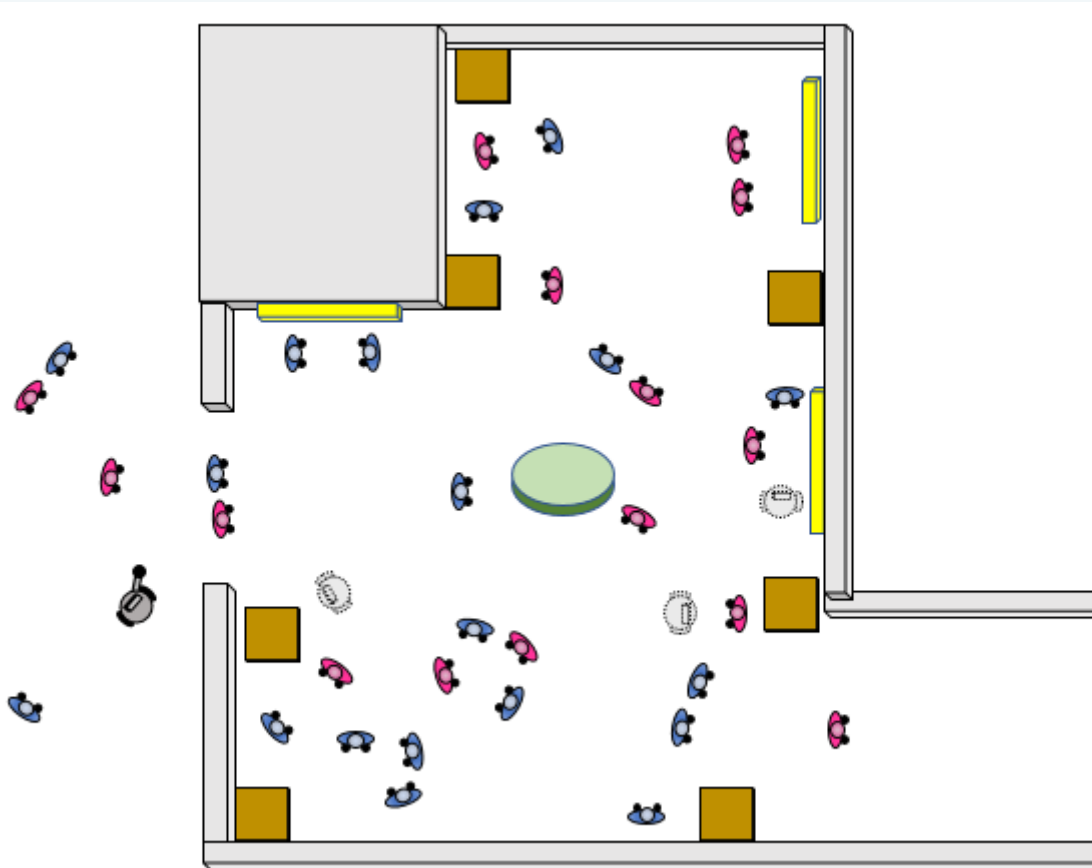


# 5. « DPMA » :

12

## a. Scénario:

Un robot de service dans un évènement scientifique qui effectue 5 activités: « Speaker », « Welcome », « Poster », « Serve Coffee » et « Put Coffee ».



# 5. « DPMA » :

13

## b. La modalisation de l'activité:

L'activité est défini par différents paramètres:

*Act( Modl, Supp, SAct, Move, Objc, Targ )*

- Modalité: parole, geste ou échange d'objet.
- Support: directe ou indirecte.
- Espace d'activité.
- Déplacement.
- Objet d'interaction.
- Cible d'interaction.

# 5. « DPMA » :

14

## c. La faisabilité de l'activité:

D'abord, nous devons vérifier la faisabilité de l'activité:

$$Feas(Act, Pos_R, Pos_P) = Move \vee$$

$$(\overline{Move} \wedge (\overline{Supp} \wedge \overline{F_{Spa}(Pos_R)} \vee Supp \wedge \overline{F_{Spa}(Pos_P)}))$$

# 5. « DPMA » :

15

## d. L'accessibilité:

Nous vérifions aussi l'accessibilité de tous les points de la Map, pour éliminer ceux qui ne sont pas accessibles.

$$Accb_{G_{ij}} = \begin{cases} 1 & \text{if } F_{AccbIJ} < threshold \\ 0 & \text{else.} \end{cases}$$

Une position est dite accessible s'il y a au moins une trajectoire avec un cout de navigation minimal qui permet de l'atteindre.

# 5. « DPMA » :

16

## e. La fonction de cout de navigation:

La navigation sociale respecte 3 critères exprimés sous forme de fonction de couts:

$$F_{NIJ} = \alpha F_{SecIJ} + \beta F_{TaskIJ} + \gamma F_{ComfIJ}$$

- Cout de sécurité.
- Cout de la tâche.
- Cout de confort.



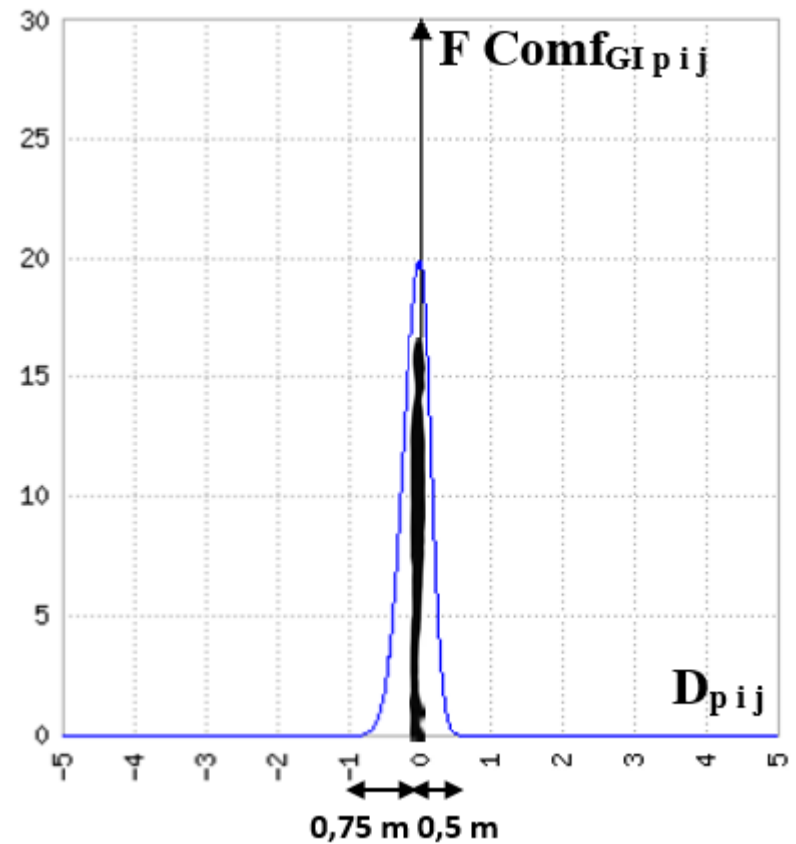
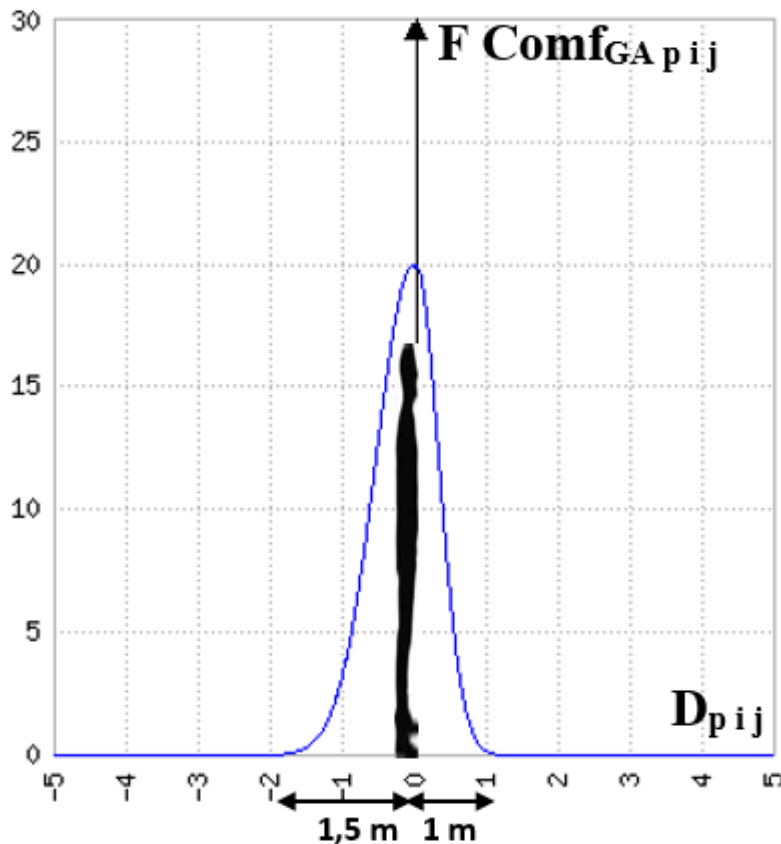
# 5. « DPMA » :

17

e. La fonction de cout de navigation:

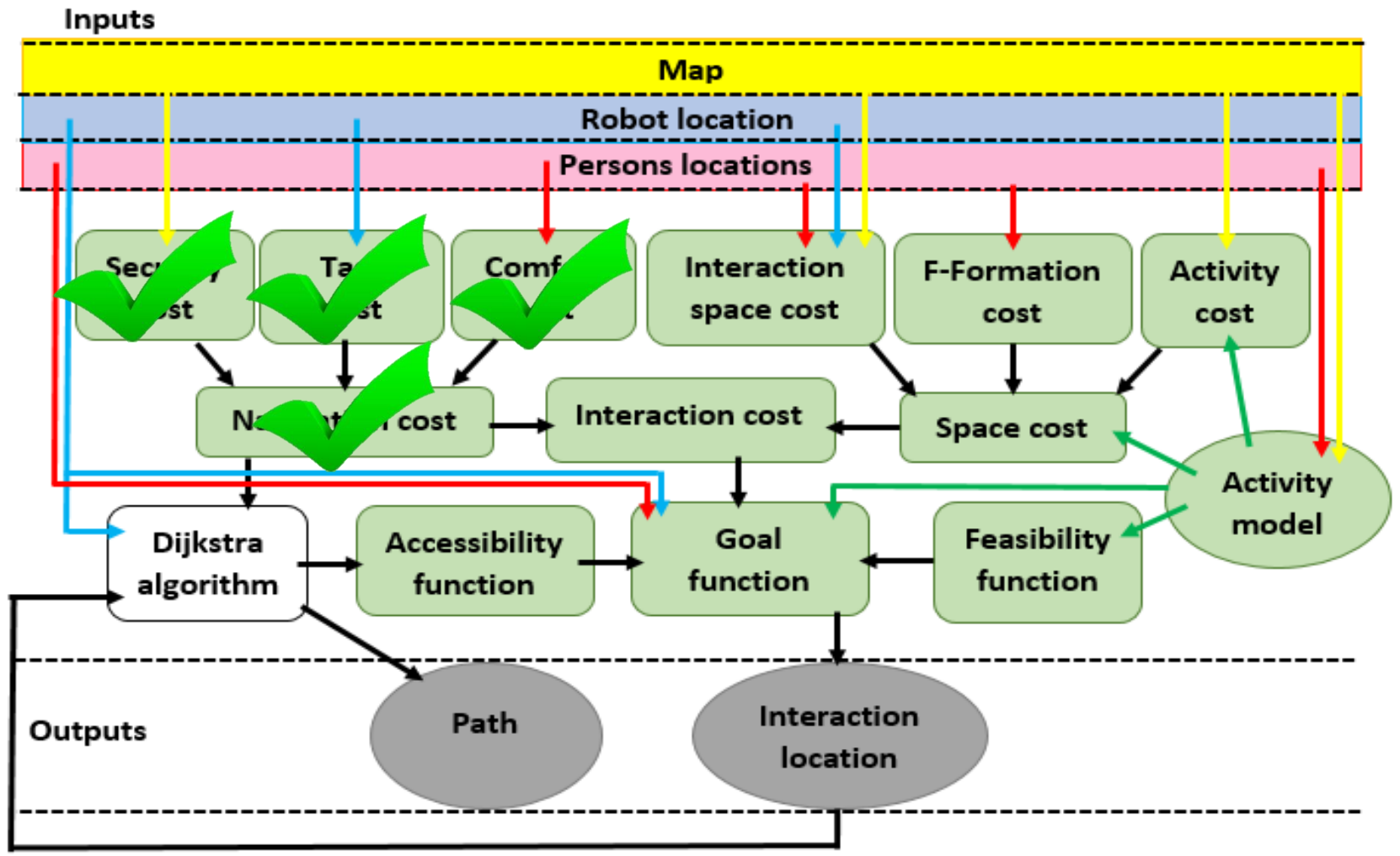
- **Le cout de confort:**

- ✓ Le robot doit passer devant la personne.
- ✓ Le cout de confort d'une personne dépend de sa catégorie.



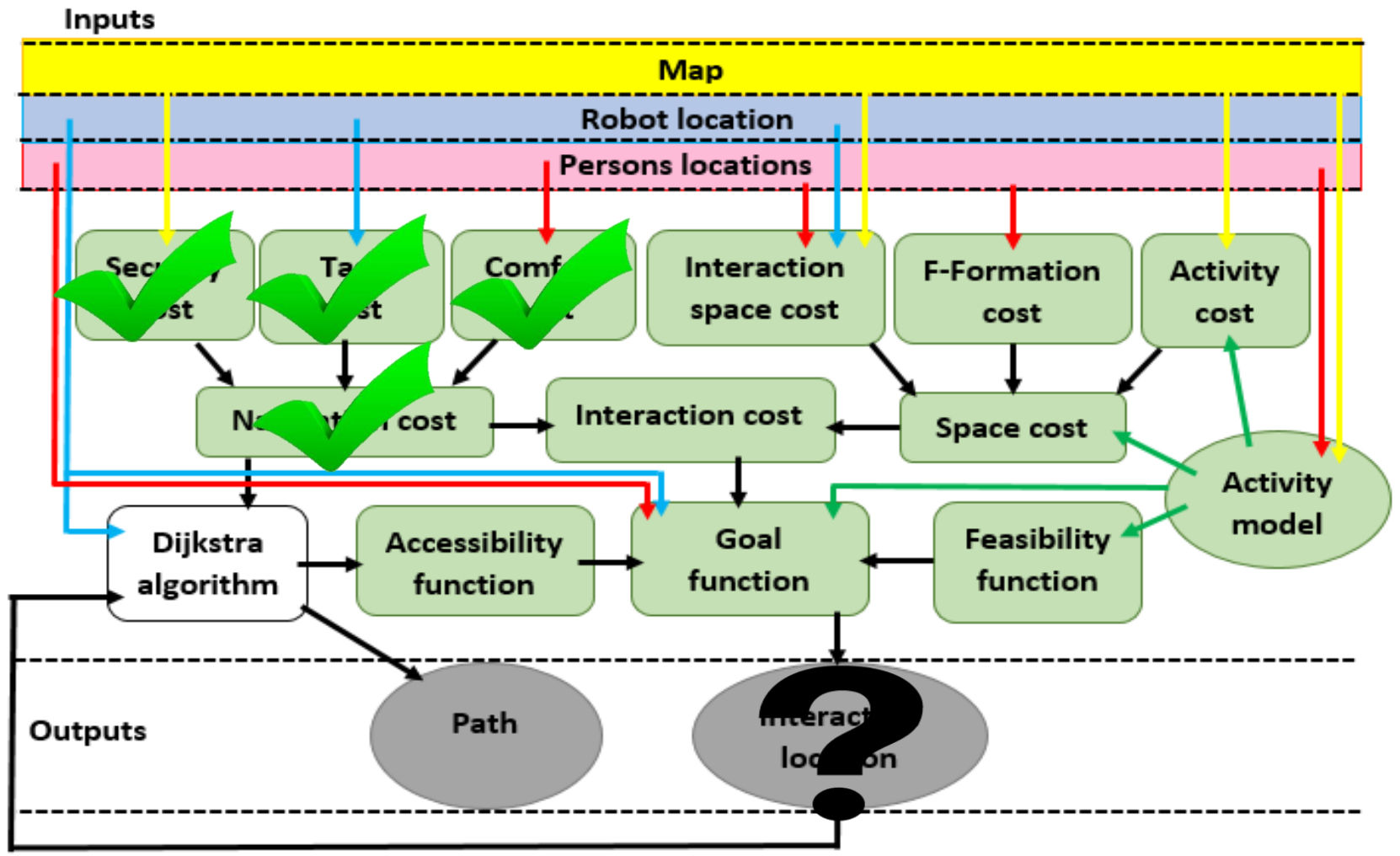
# 5. « DPMA » :

18



# 5. « DPMA » :

19



# 5. « DPMA » :

20

## f. La fonction de goal:

Le goal est calculé si la faisabilité est vérifiée:

$$Goal(Act, Accb_{M_{ij}}, Pos_R, Pos_P) =$$

$$\overline{Move} \times Pos_R \vee ((Move \wedge Accb_{M_{ij}}) \times \{M_{ij} | \min_{i=j=0}^{n,m} FI_{ntij}\})$$

# 5. « DPMA » :

21

## f. La fonction de goal:

Le goal est calculé si la faisabilité est vérifiée:

$$Goal(Act, Accb_{M_{ij}}, Pos_R, Pos_P) =$$

$$\overline{Move} \times Pos_R \vee ((Move \wedge Accb_{M_{ij}}) \times \{M_{ij} \mid \min_{i=j=0}^{n,m} F_{Intij}\})$$

## i. La fonction de cout d'interaction:

Le cout d'interaction comprend 3 types de couts:

$$F_{Intij} = F_{Spaij} + Sec_{ij} + F_{ComfGA_{ij}}$$

# 5. « DPMA » :

22

i. La fonction de cout d'interaction:

- **Le cout de l'espace:**

L'espace d'interaction doit respecter 3 critères:

$$F_{Spaij} = \alpha' \times (\overline{Supp} \vee Targ) \times F_{EIij} + \beta' \times (\overline{Supp} \wedge Grp \wedge Move) \times F_{Formij} + \gamma' \times F_{Actij}$$

- Cout de l'espace d'interaction de la personne.
- Cout de la F-Formation.
- Cout de l'activité.

# 5. « DPMA » :

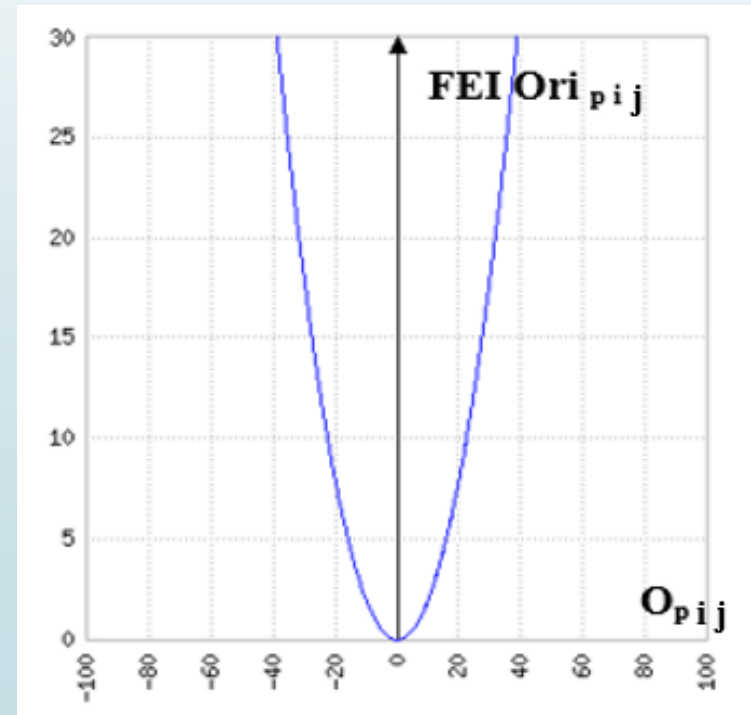
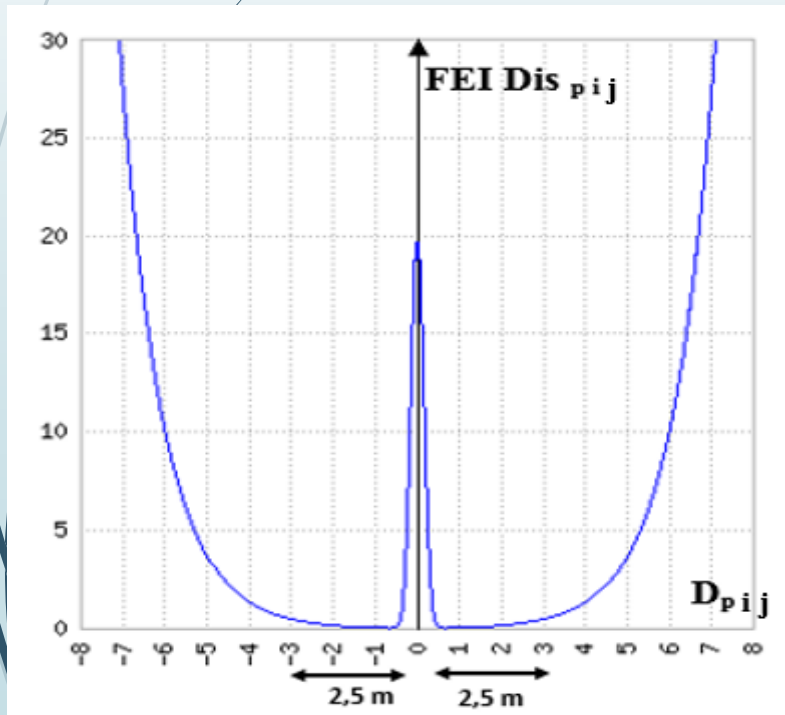
23

i. La fonction de cout d'interaction:

- *L'espace d'interaction de la personne:*

Le robot doit être:

- Ni trop loin ni trop près de la personne.
- Dans espace de perception de la personne, sans être occulté par des obstacles.



# 5. « DPMA » :

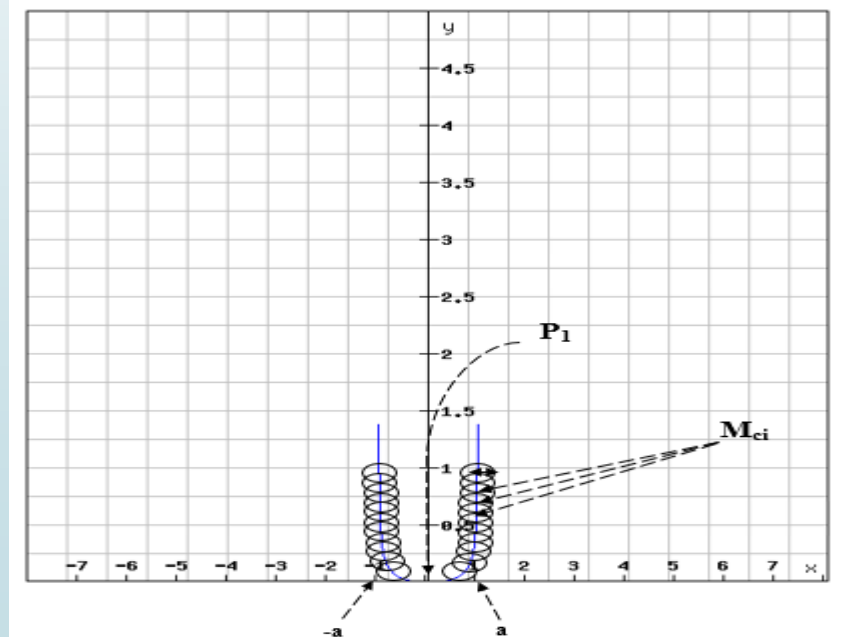
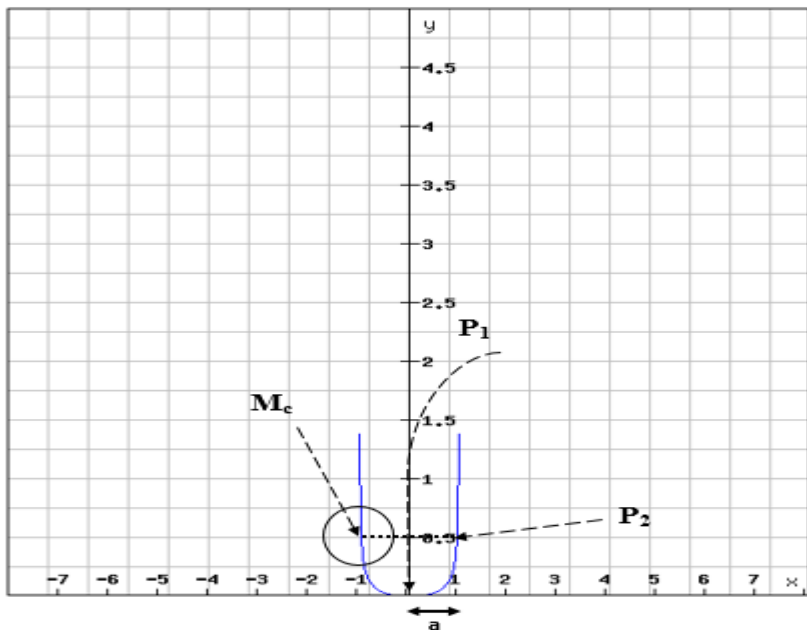
24

## i. La fonction de cout d'interaction:

- **La F-Formation:**

Le robot interagit avec un groupe en respectant sa F-Formation:

- Formation en L.
- Cote à cote.
- Face à Face.





# 5. « DPMA » :

25

i. La fonction de cout d'interaction:

- **L'activité:**

L'espace d'activité vari pour chaque activité. Tous les points de cet espace sont des positions autorisées si l'activité n'a pas de cible. Dans le cas contraire, le cout de l'activité dans cet espace dépend de la distance par rapport à la cible et de l'orientation.

$$F_{Actij} = \begin{cases} 0 & \text{if } M_{ij} \in SAct \text{ and } \overline{Targ} \\ A_{ij} & \text{else if } M_{ij} \in SAct \\ \infty & \text{else.} \end{cases}$$

# 5. « DPMA » :

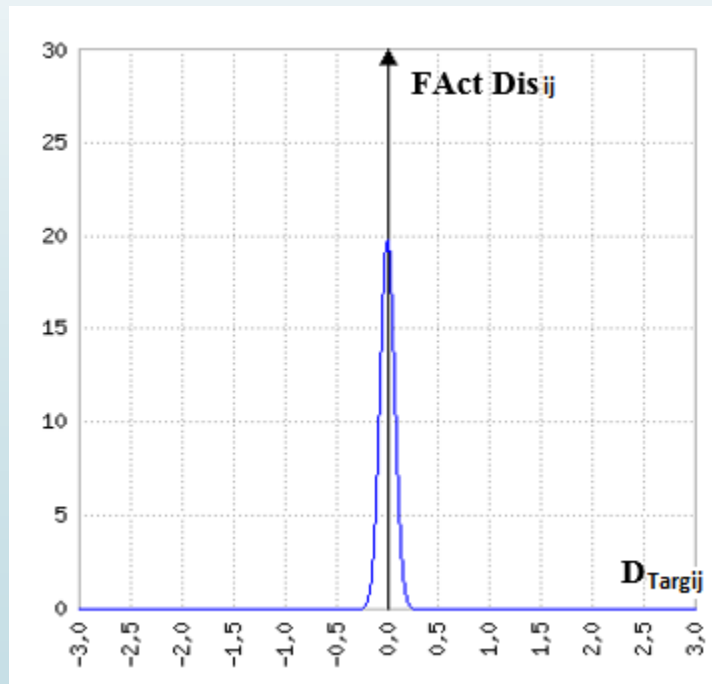
26

i. La fonction de cout d'interaction:

- **L'activité:**

Le robot doit être:

- Dans l'espace de la cible.
- Pas sur le champ de vision de la cible.



# 5. « DPMA » :

27

i. La fonction de cout d'interaction:

- **L'activité:**

L'activité « Speaker »:

"Spk" = Act(Speech, Speaker, Audibility Space, No, None, None)



# 5. « DPMA » :

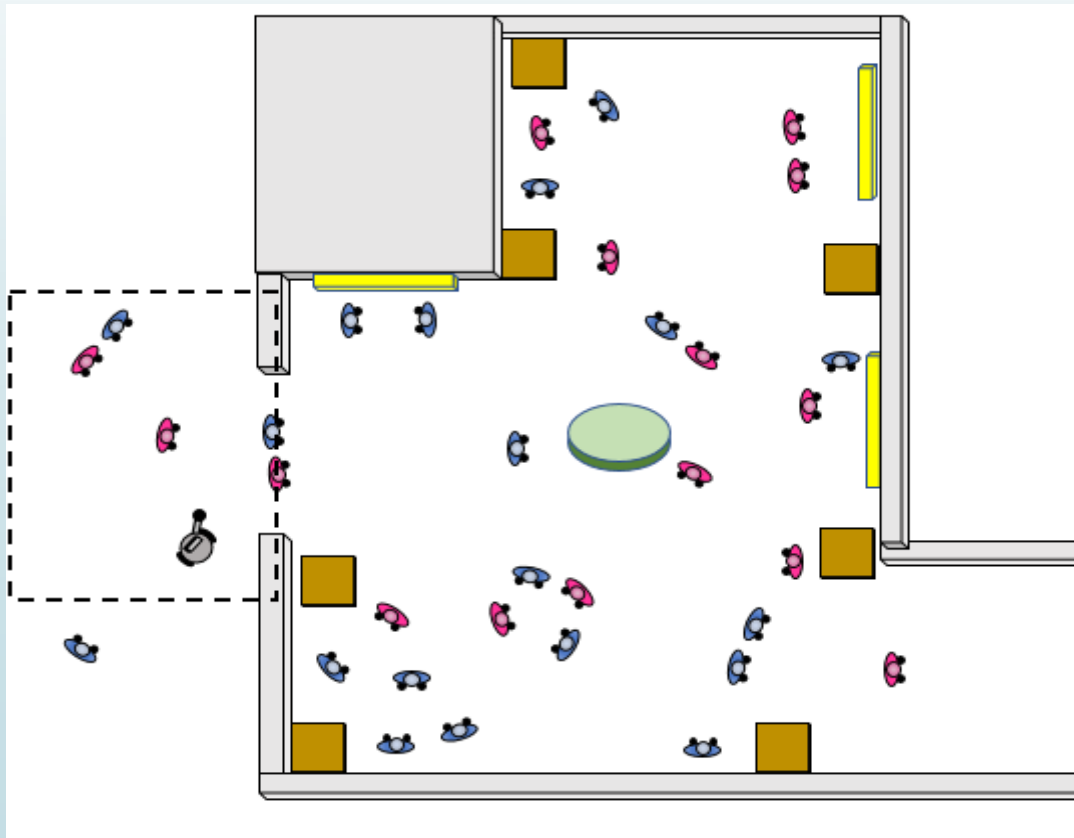
28

## i. La fonction de cout d'interaction:

- **L'activité:**

L'activité « Welcome »:

”Welc” = Act (gesture, None, Visibility space, No, None, Door)



# 5. « DPMA » :

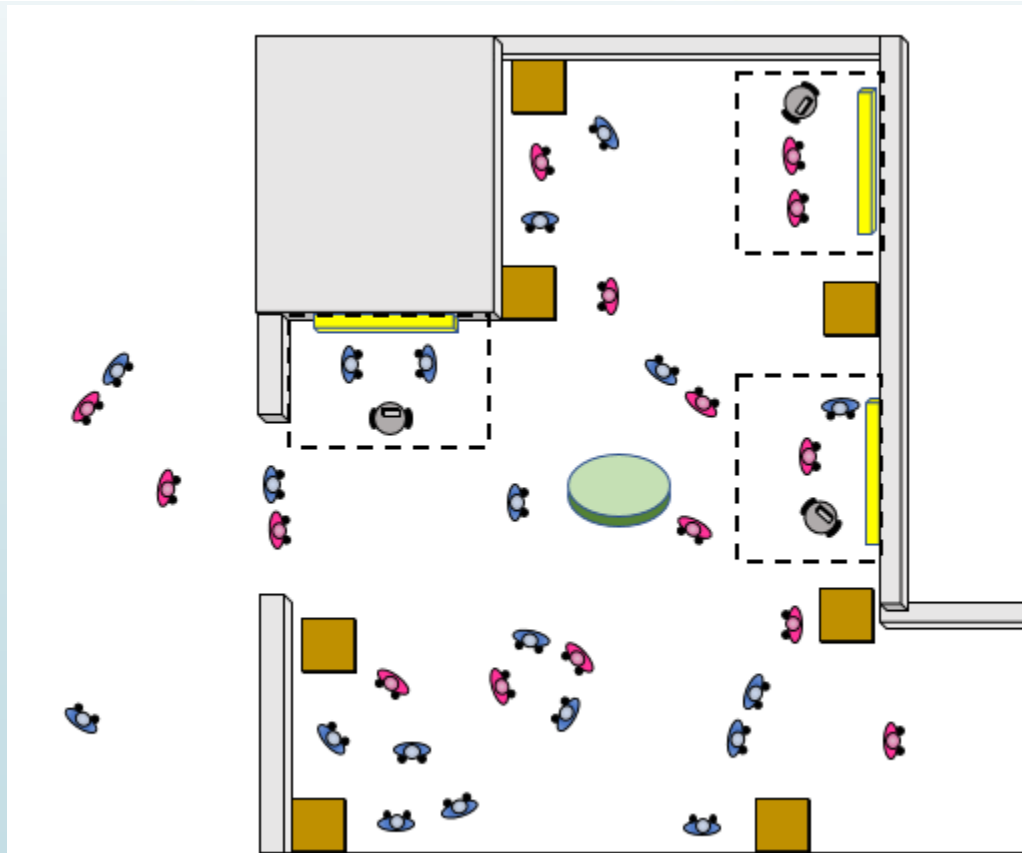
29

i. La fonction de cout d'interaction:

- **L'activité:**

L'activité « Poster »:

”ExP” = Act(Speech, None, Audibility Space, Yes, None, Poster)



# 5. « DPMA » :

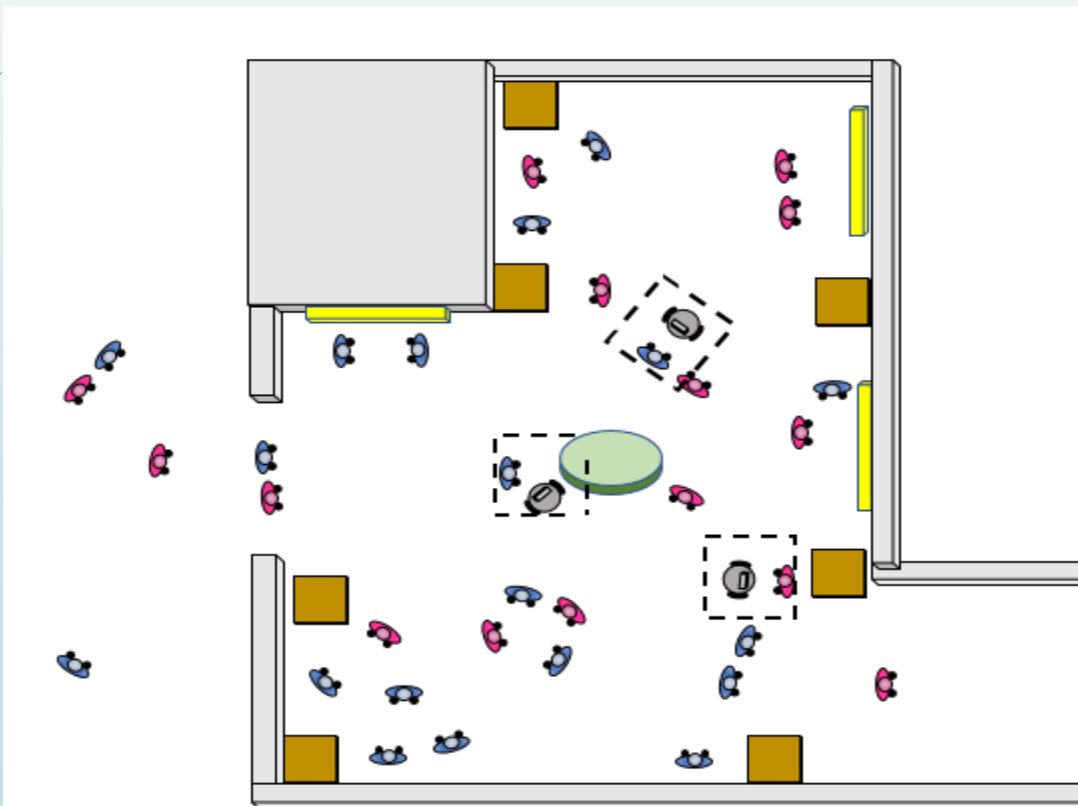
30

i. La fonction de cout d'interaction:

- **L'activité:**

L'activité « Serve Coffee »:

”Serv” = Act(Exchange, None, Exchange Space, Yes, Coffee, None)



# 5. « DPMA » :

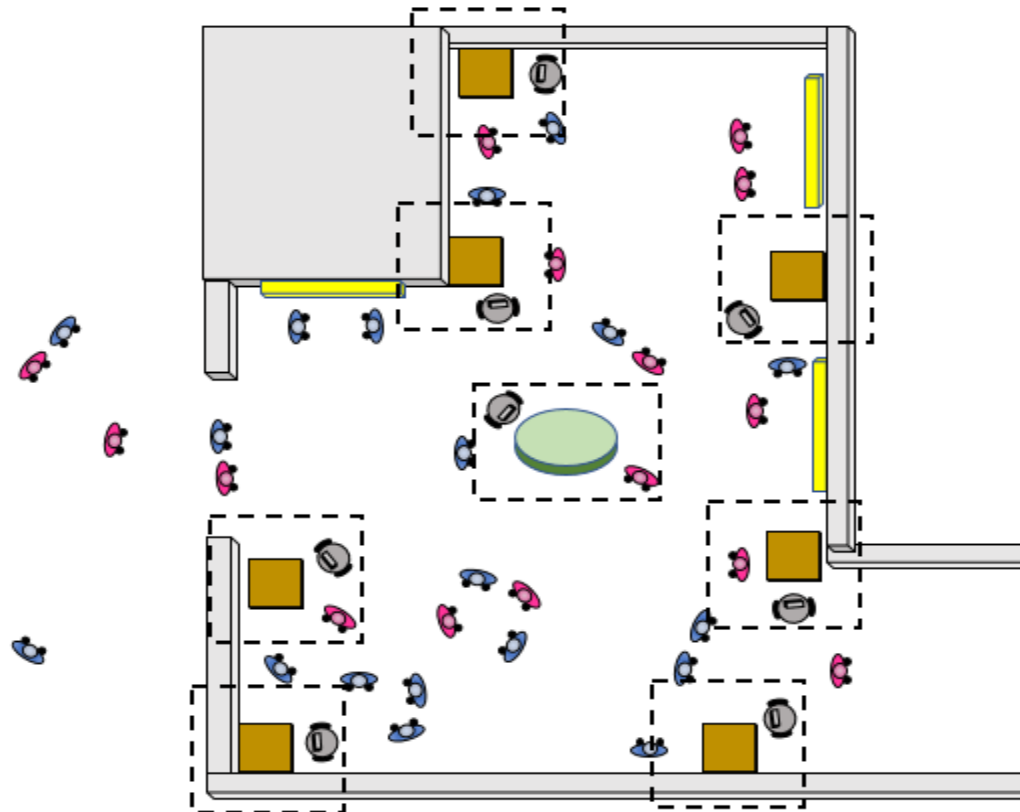
31

## i. La fonction de cout d'interaction:

- **L'activité:**

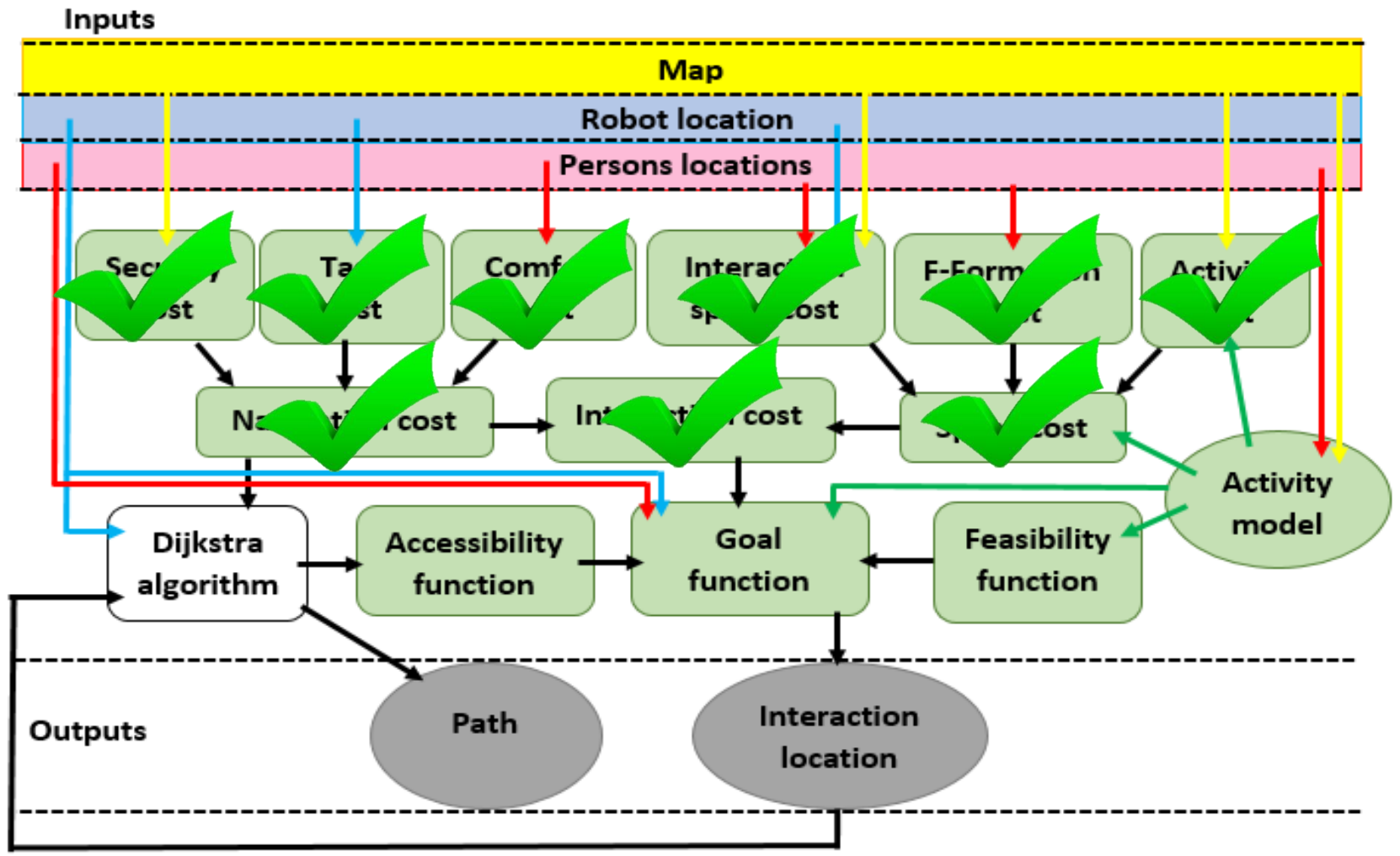
L'activité « Put Coffee »:

”Put” = Act (Exchange, Table, Exchange Space, Yes, Coffee, Table)



# 5. « DPMA » :

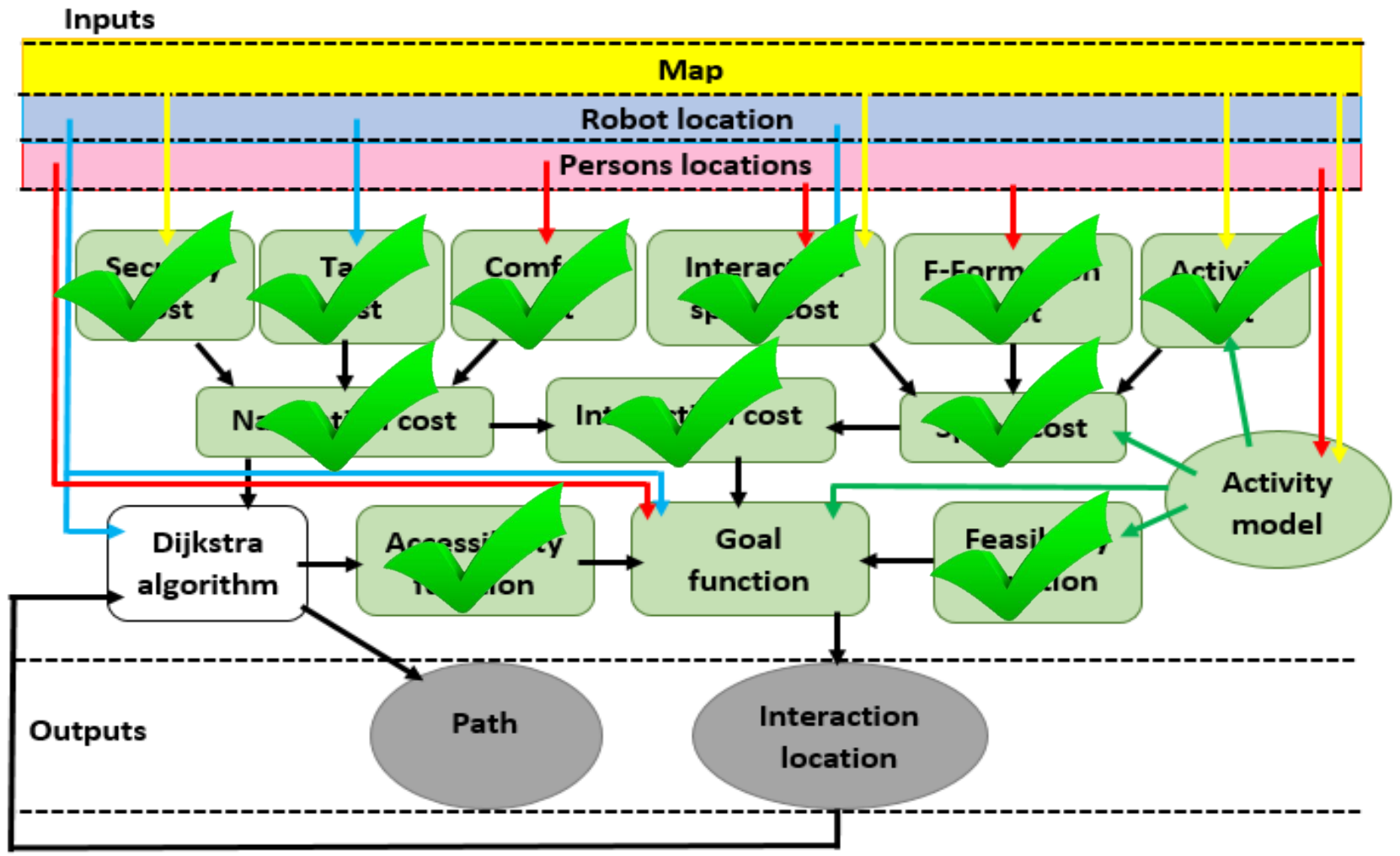
32





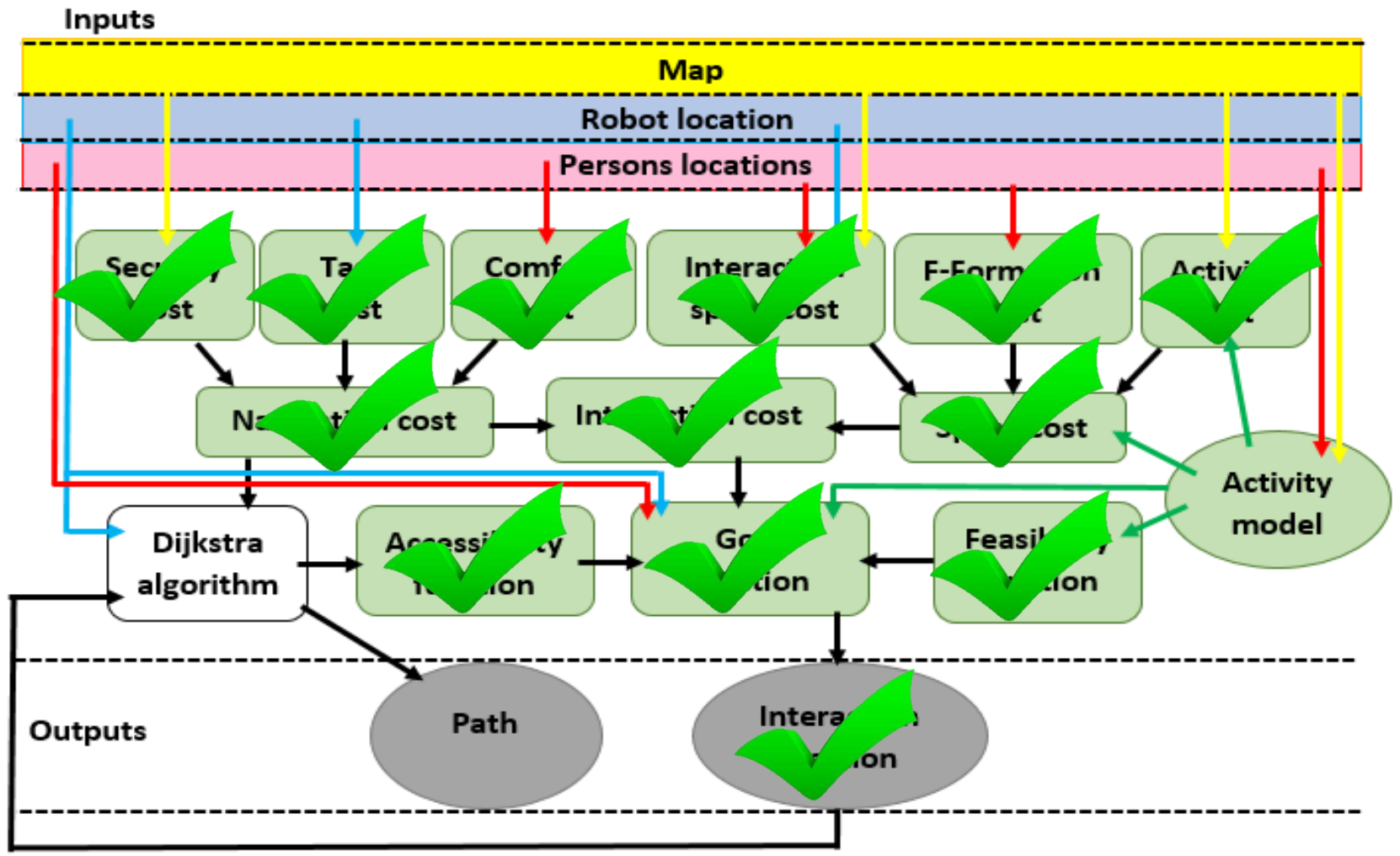
# 5. « DPMA » :

33



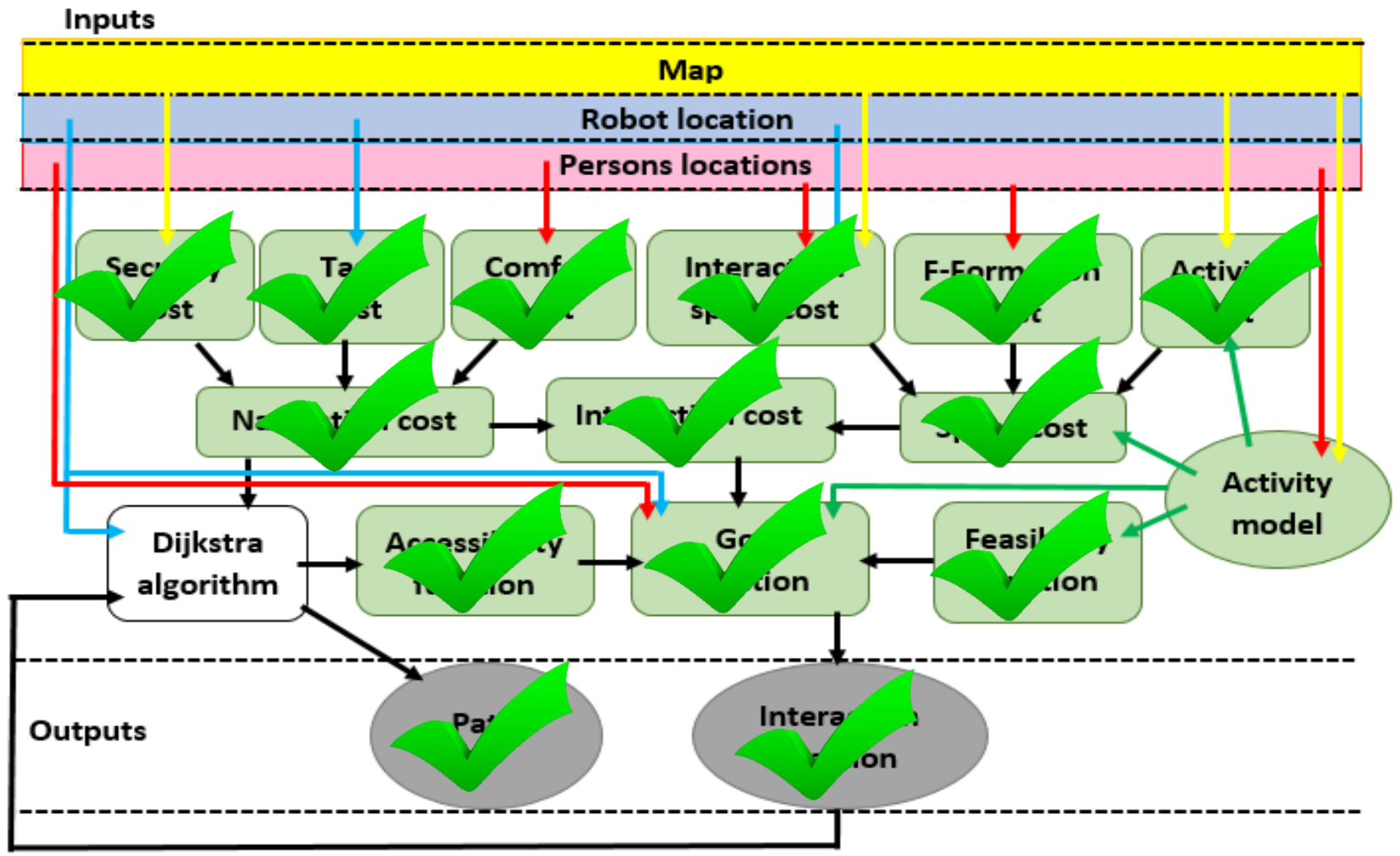
# 5. « DPMA » :

34



# 5. « DPMA » :

35



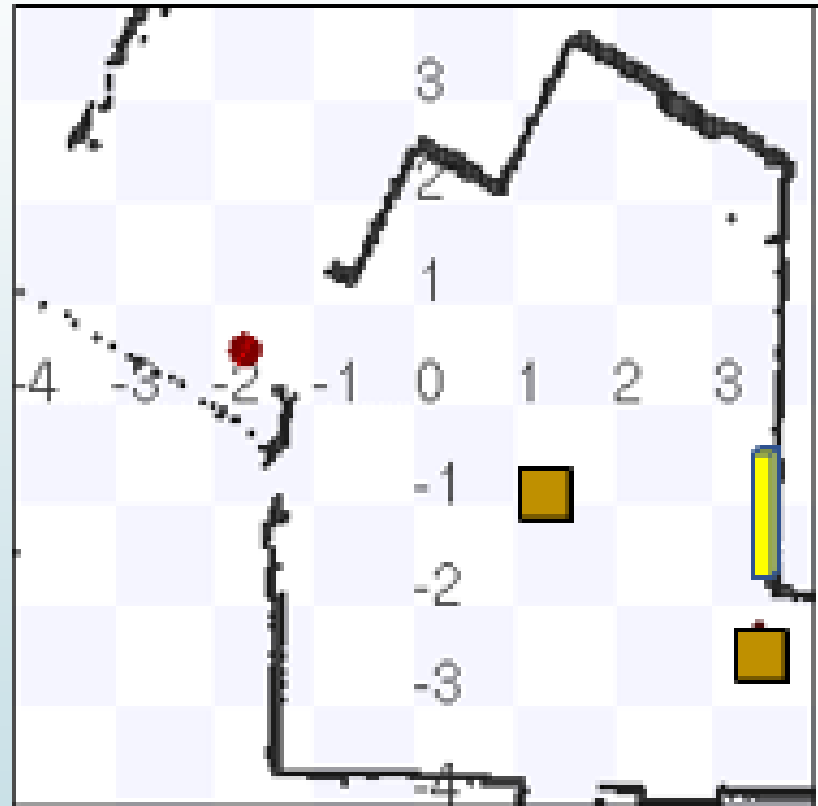
# 6. Implémentation :

36

Pour valider notre approche, nous l'avons testé en simulation et sur un robot réel en l'implémentant sous ROS.



Environnement réel



environnement de simulation

# 6. Implémentation :

37

## a. Simulation:

Nous avons testé notre approche sur le simulateur Stage de ROS.

- **L'activité « Speaker »:**



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

# 6. Implémentation :

38

a. Simulation:

- *L'activité « Welcome » :*



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



# 6. Implémentation :

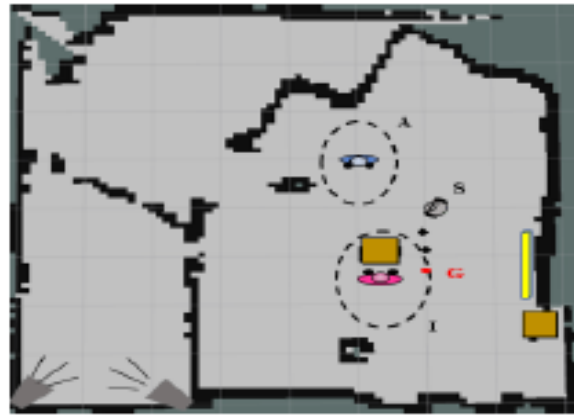
40

a. Simulation:

- *L'activité « Serve Coffee»:*



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



# 6. Implémentation :

41

a. Simulation:

- *L'activité « Put Coffee »:*



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

# 6. Implémentation :

42

## a. Robot réel:



Le robot Pioneer

[Résultats](#)

# 7. Conclusion :

Nous avons développé une approche « DPMA » de navigation sociale et d'interaction, en utilisant une proxémie dynamique qui prend en compte la nature de l'activité, la F-Formation ainsi que les règles sociales et sécuritaires.

Nous avons validé notre approche en l'implémentant sous ROS, et en la testant en simulation et sur un robot réel.

Comme perspective, l'amélioration de l'approche pour le cas d'un environnement dynamique est nécessaire. La modélisation de l'espace d'activité ainsi que la prise en compte d'une séquence d'activités sont suggérées.

**Merci de votre  
attention**