
Evaluation de l'accessibilité
d'un cadre bâti pour personne à
mobilité réduite

Accessibilité

- Accessibilité : capacité d'une personne à appréhender son environnement.

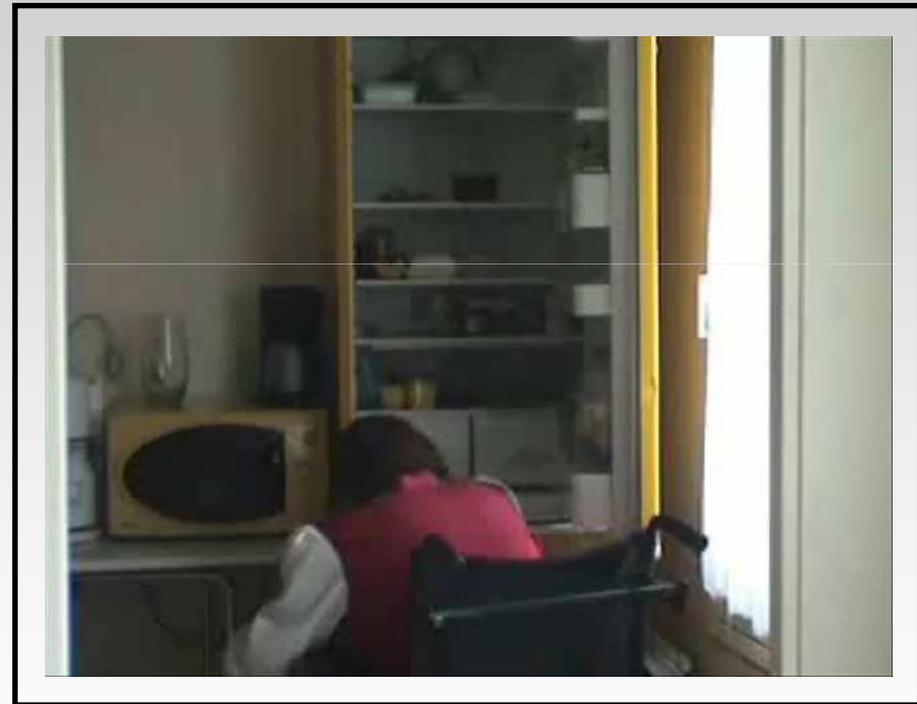
 - Concerne :
 - Objets ;
 - Bâtiments ;
 - Information ;
 - Technologie ...
-

Accessibilité et Réalité Virtuelle

- Evaluer les zones accessibles;
 - Visualiser les résultats des modifications et adaptations proposées;
 - Valider les propositions.
-

Contexte

- Contraintes
 - Personnaliser les limites articulaires ;
 - Prise en considération du système d'aide technique (fauteuil, déambulateur) ;
 - Temps de calcul « raisonnable » ;
 - Pas de précision demandée ;
 - Accéder à un point de l'espace par un mouvement « réaliste ».



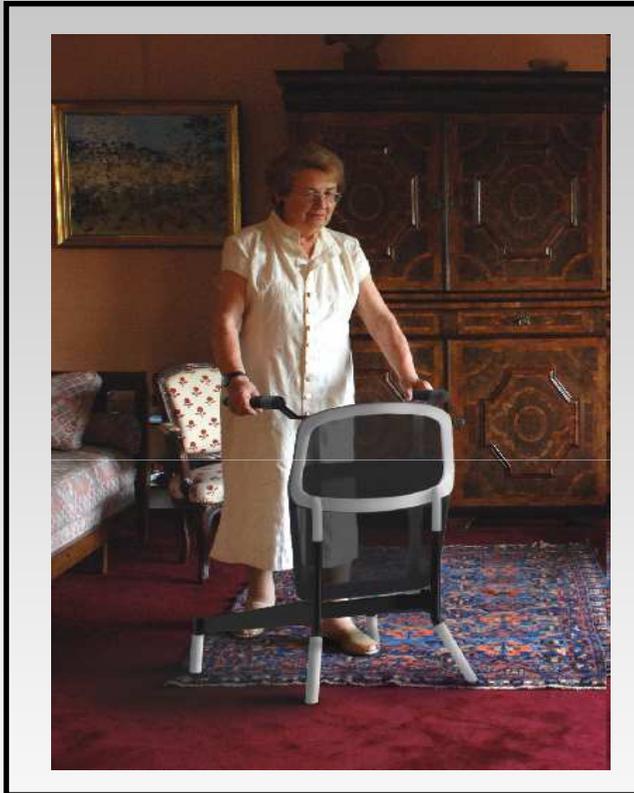
Accessibilité du cadre bâti

- Accessibilité à la mobilité ;
 - Accessibilité à la préhension.
-

Différentes approches de l'évaluation de l'Accessibilité

- Approche législatives ;
 - Approche ergonomique aménagement des postes de travail.
 - Approche robotique par la planification de trajectoires ;
-

Accessibilité à la mobilité



Déambulateur

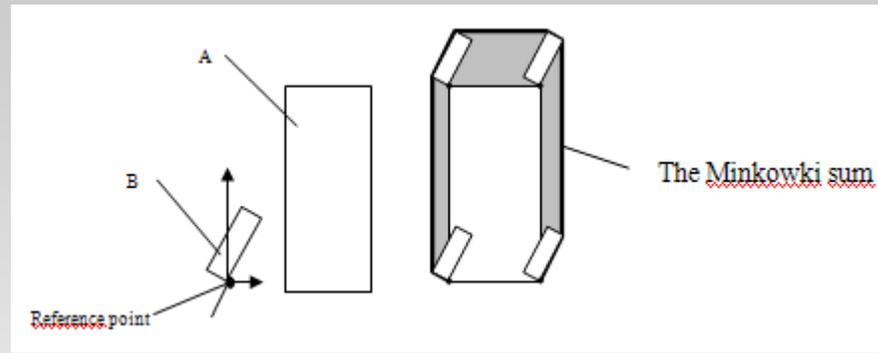


Fauteuil

Somme et différence de Minkowski

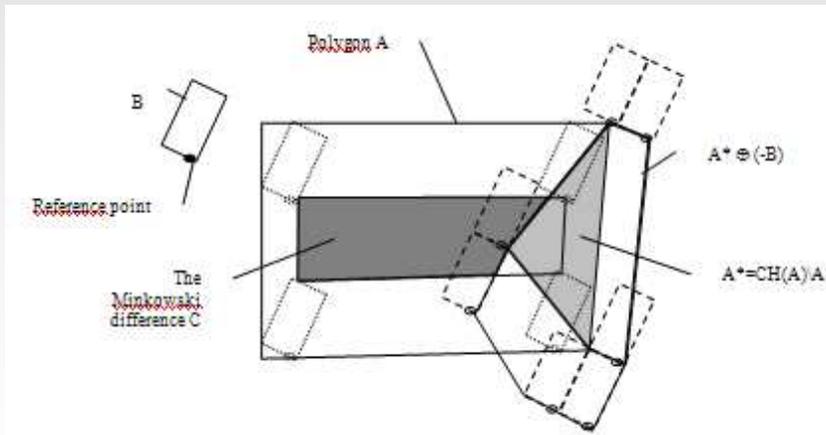
$$A \oplus B = \{a+b \mid a \in A, b \in B\}$$

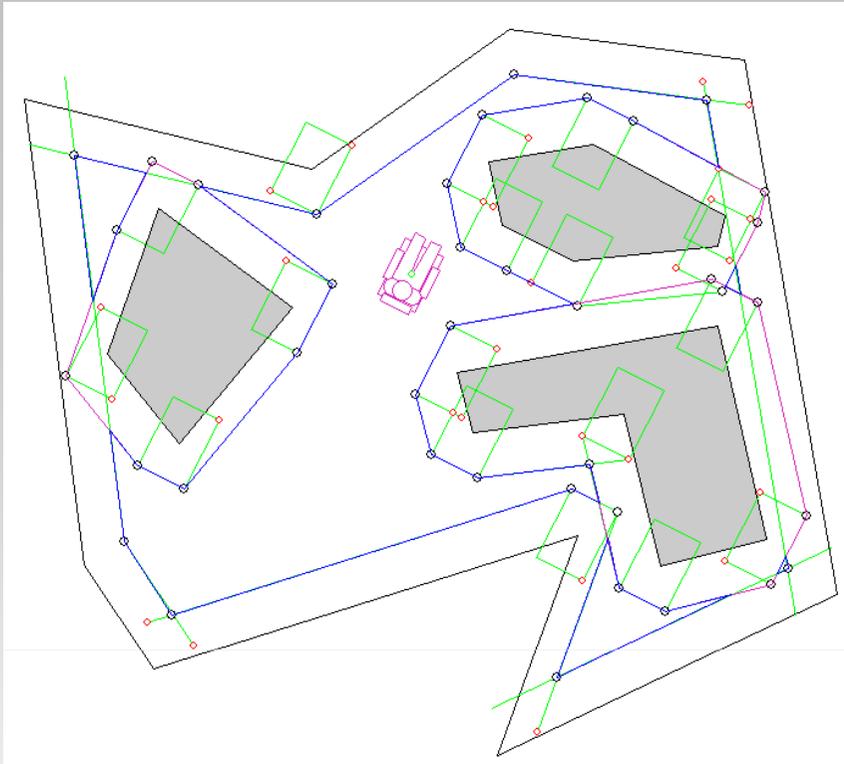
La somme de Minkowski



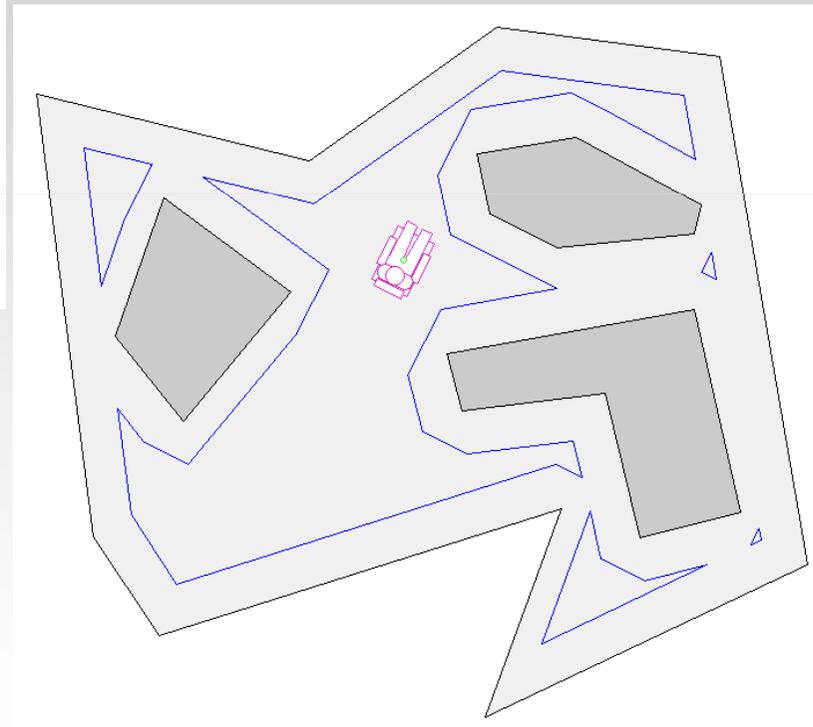
$$A - B = \bigcap_{b \in B} \{a - b \mid a \in A\}$$

La différence de Minkowski





Création du polygone de configuration avec fusion des polygones résultants de la somme de Minkowski et l'exclusion du résultat du polygone de configuration enveloppe pour une orientation du mobile.



Fusion de polygones

- Fusion des polygones pour des orientations contiguës

$$P_t[\Theta_p, \Theta_q] = \bigcup_{k=p}^{k=q} P_j(\Theta_k)$$

- On fusionne

$$P_j[\Theta_p, \Theta_i] = \bigcup (P_j[\Theta_p, \Theta_q], P_l[\Theta_i])$$

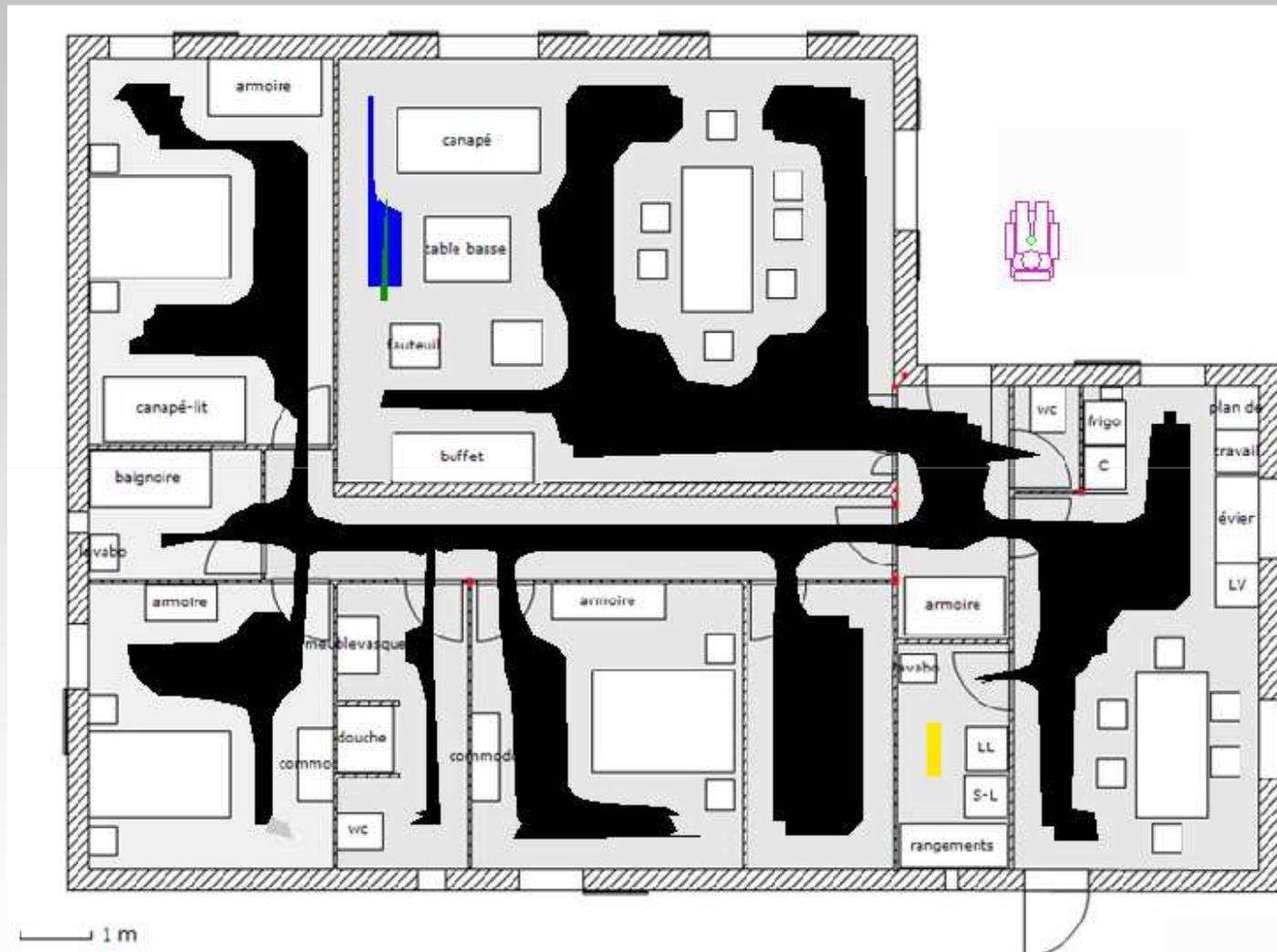
si

$$\cap [P_l(\theta_i), P_j(\theta_q)] \neq \emptyset$$

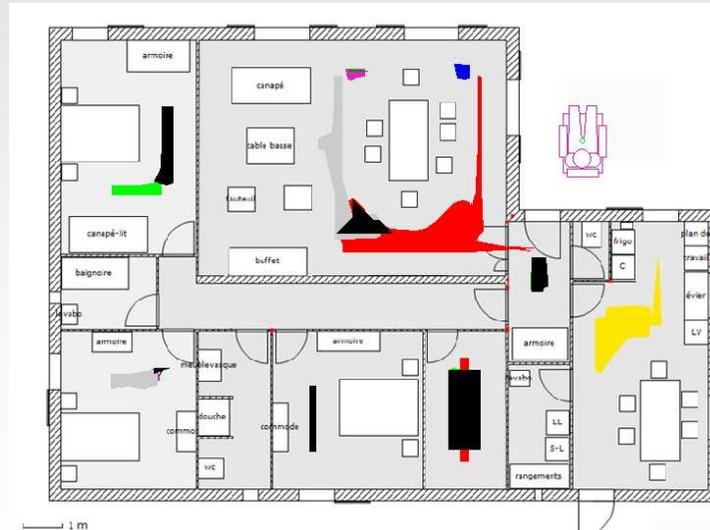
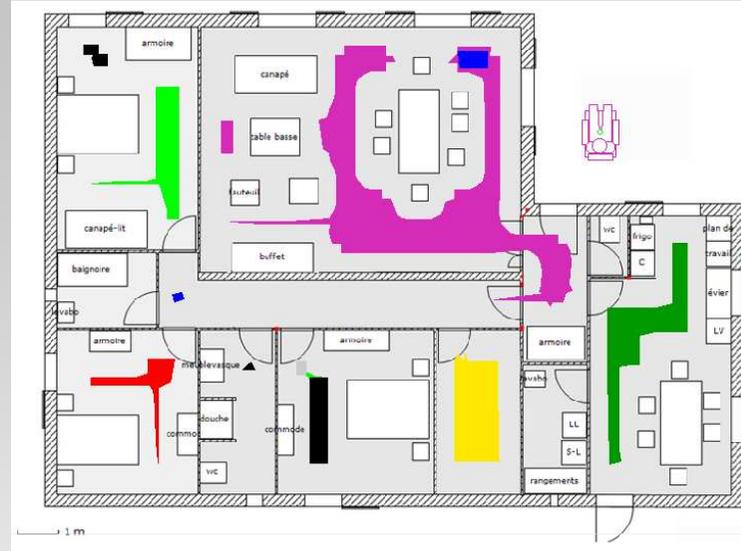
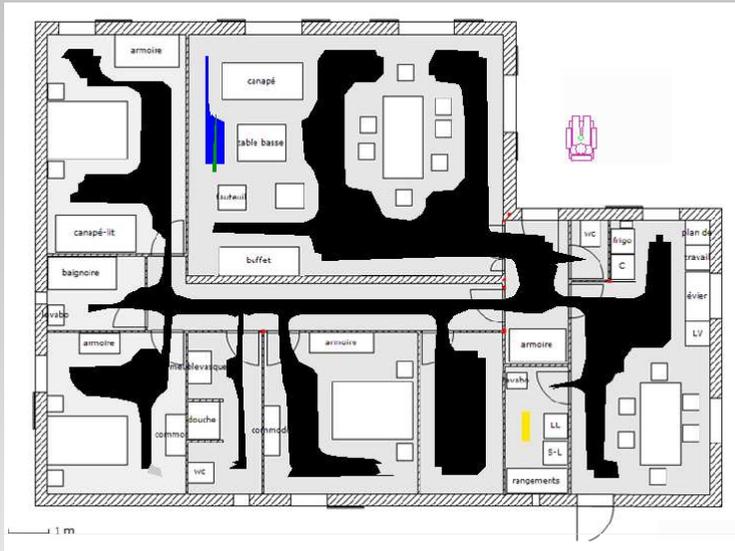
Appartement de travail



Résultats : polygones accessibles



Polygones accessibles en fonction des dimensions du fauteuil



Accessibilité à la préhension

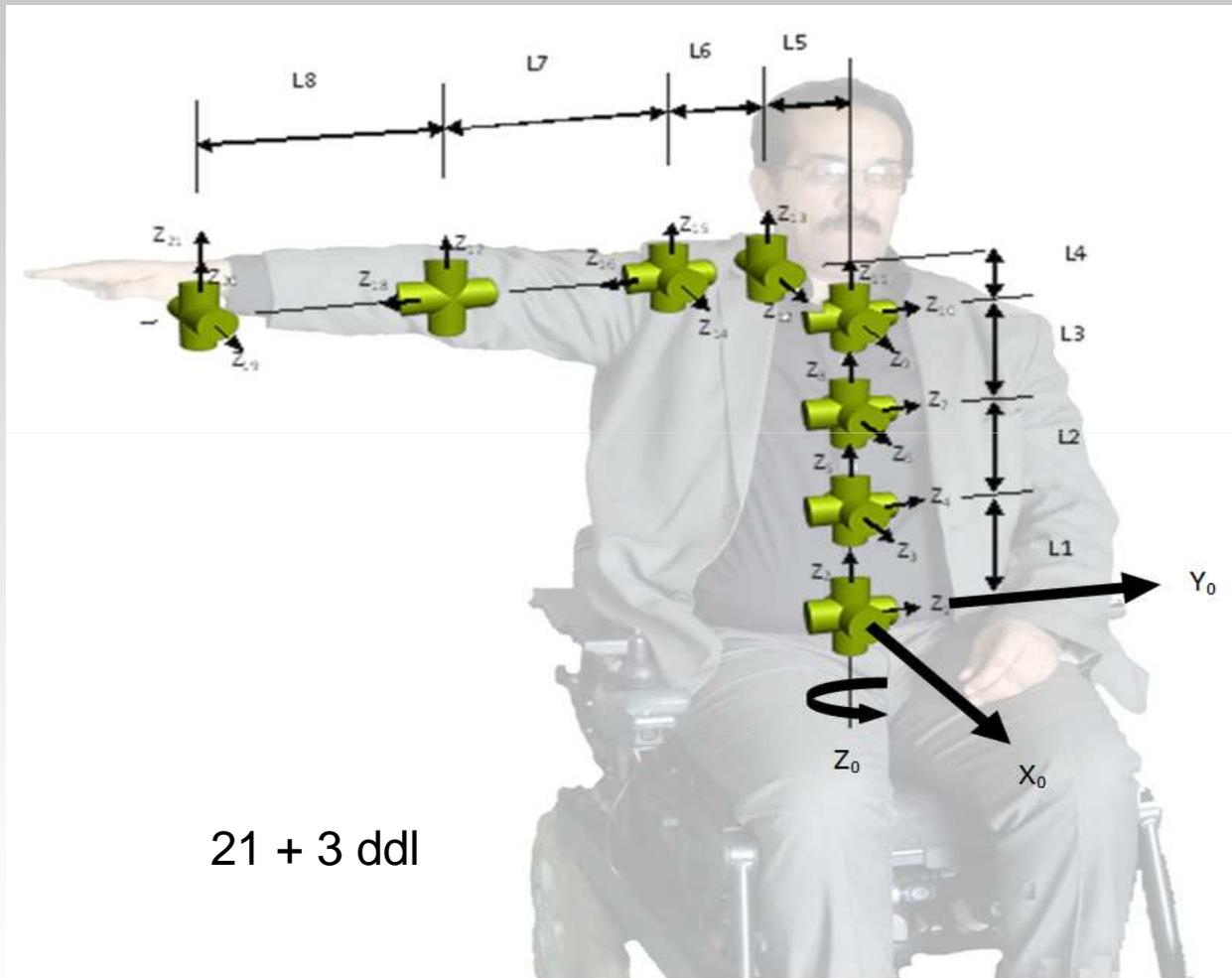
- Atteindre un objet dans une zone donnée en considérant l'encombrement du système de mobilité

Approche

- Vérifier, en fonction :
 - de la configuration 3D du lieu ;
 - de l'encombrement de la personne dans l'environnement ;
 - d'un modèle articulé de la structure humaine ;

➔ s'il existe une solution pour atteindre un ensemble de points de l'espace.

Modèle de la structure articulaire- fauteuil



Méthodes de commande d'un système articulé redondant

- Méthode analytique
 - Difficile mais possible en décomposant la structure en sous parties (IKAN 7ddl pour le bras)
 - Contraint de fixer certains points (épaule)
 - Gestion des contraintes articulaires ???

 - Méthode de l'inverse cinématique
 - Pseudo inverse $\Delta\theta = J^+r + (I + J^+J)k$

 - Méthode d'optimisation :
 - Algorithme Génétique : calculs longs
 - Descente de Gradient
 - BFGS: rapide mais risque de minimum locaux
 - CCD : rapide le plus utilisé en animation
-

Algorithme IAA : Incremental Approximation Algorithm

- Initialiser les variables Θ_i aléatoirement
 - **Faire** : pour chaque variable Θ_i de $i=1$ à n
 - $\Theta_i = \Theta_i + \text{incrément}(i)$
 - Calcul de l'erreur ε entre le but et la solution actuelle
 - $\varepsilon = |f([\Theta]) - [X]|$
 - Si (Variation de l'erreur) < 0) alors conserver Θ_i
 - Sinon Faire $\Theta_i = \Theta_i - 2 * \text{incrément}(i)$
 - $\varepsilon = |f([\Theta]) - [X]|$
 - Si (Variation de l'erreur) < 0) alors conserver Θ_i
 - * Sinon Faire $\Theta_i = \Theta_i + \text{incrément}(i)$ (garder la valeur d'origine)
 - **Tant que** Conditions d'arrêt non vérifiées
-

Inconvénients et avantages de la méthode

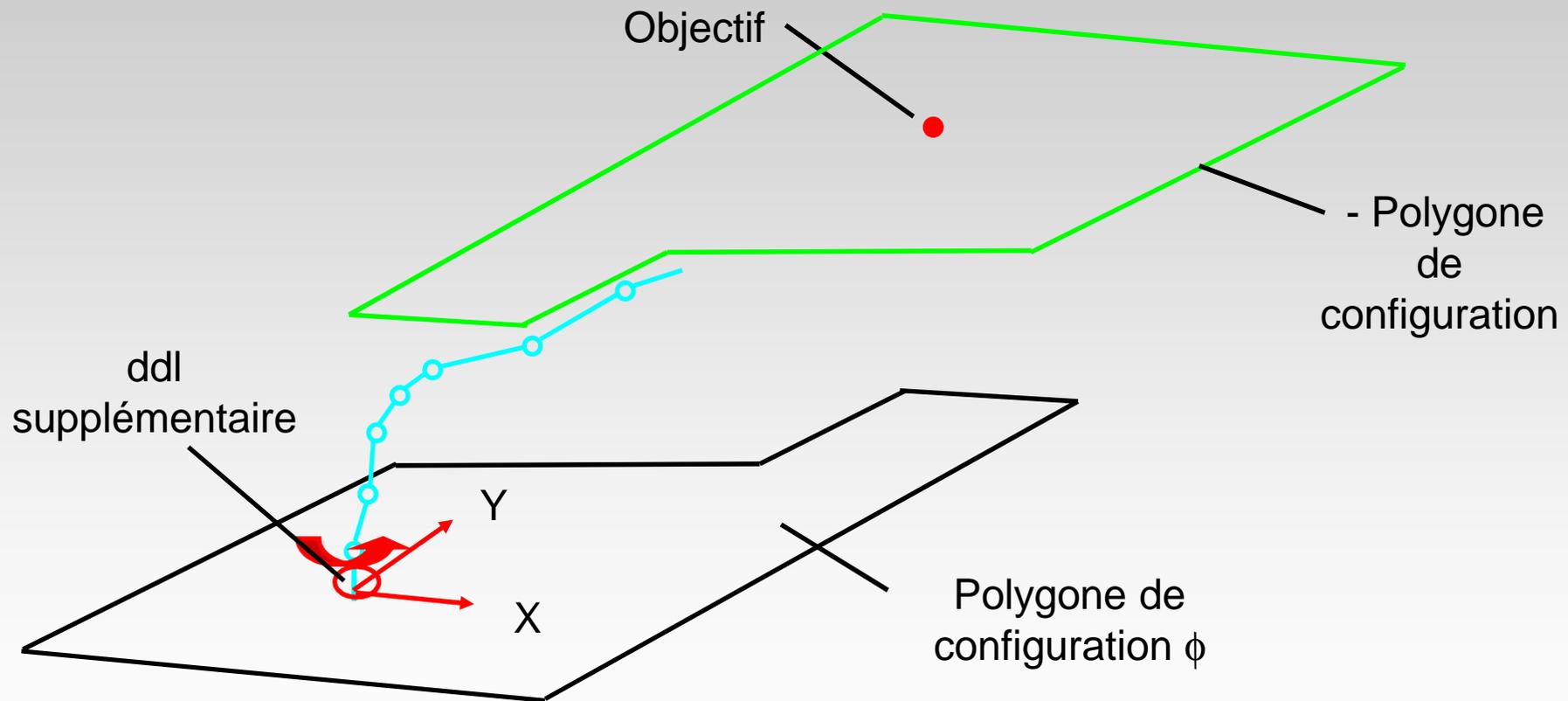
- Risques de minimum locaux :
 - non si on ne considère que la position
 - Plus fréquent si on considère la position et l'orientation
 - Temps de calcul pour évaluation du modèle direct
 - Prise en compte de contraintes articulaires possibles
-

Résultats

- Sur PC Pentium 4 à 3,4 Ghz pour une moyenne de 1000 essais, l'erreur admise est de une unité

	IAA	
Erreur moyenne	0.8	0.9
Temps d'exécution	4.7 ms	36 ms
Nombre d'itérations	17	122
Taux de succès	99.9%	100%
	Position	Position + Orientation

Prise en compte de la surface d'évolution



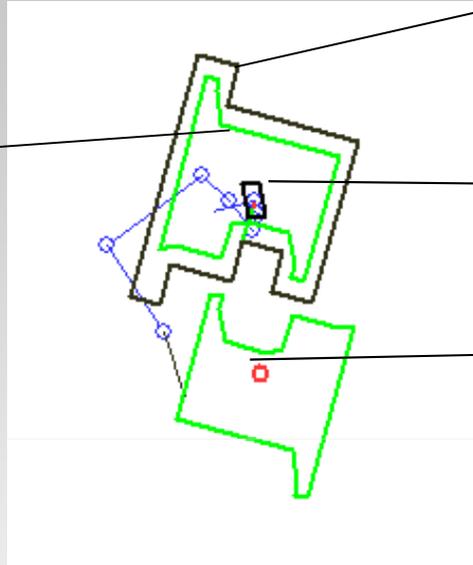
Critère de convergence

- Le critère de convergence devient

$$\varepsilon = |f([\Theta]) - [X] + \phi(x, y, z)|$$

- Initialiser les variables Θ_i aléatoirement
- **Faire** : pour chaque variable Θ_i de $i=1$ à n
 - $\Theta_i = \Theta_i + \text{incrément}(i)$
 - Calcul de l'erreur ε entre le but et la solution actuelle
 - $\varepsilon = |f([\Theta]) - [X]|$
 - Si (Variation de l'erreur) < 0 alors conserver Θ_i
 - Sinon Faire $\Theta_i = \Theta_i - 2 * \text{incrément}(i)$
 - $\varepsilon = |f([\Theta]) - [X]|$
 - Si (Variation de l'erreur) < 0 alors conserver Θ_i
 - * Sinon Faire $\Theta_i = \Theta_i + \text{incrément}(i)$ (garder la valeur d'origine)
- **Tant que** Conditions d'arrêt non vérifiées

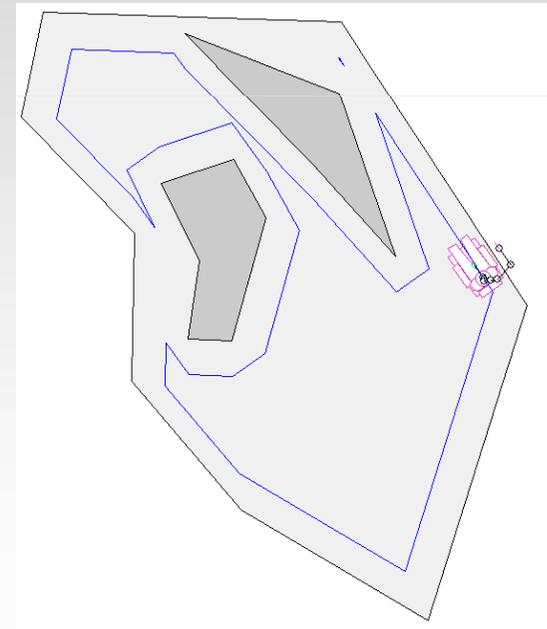
Polygone de configuration



Polygone d'évolution

Fauteuil

Polygone à atteindre

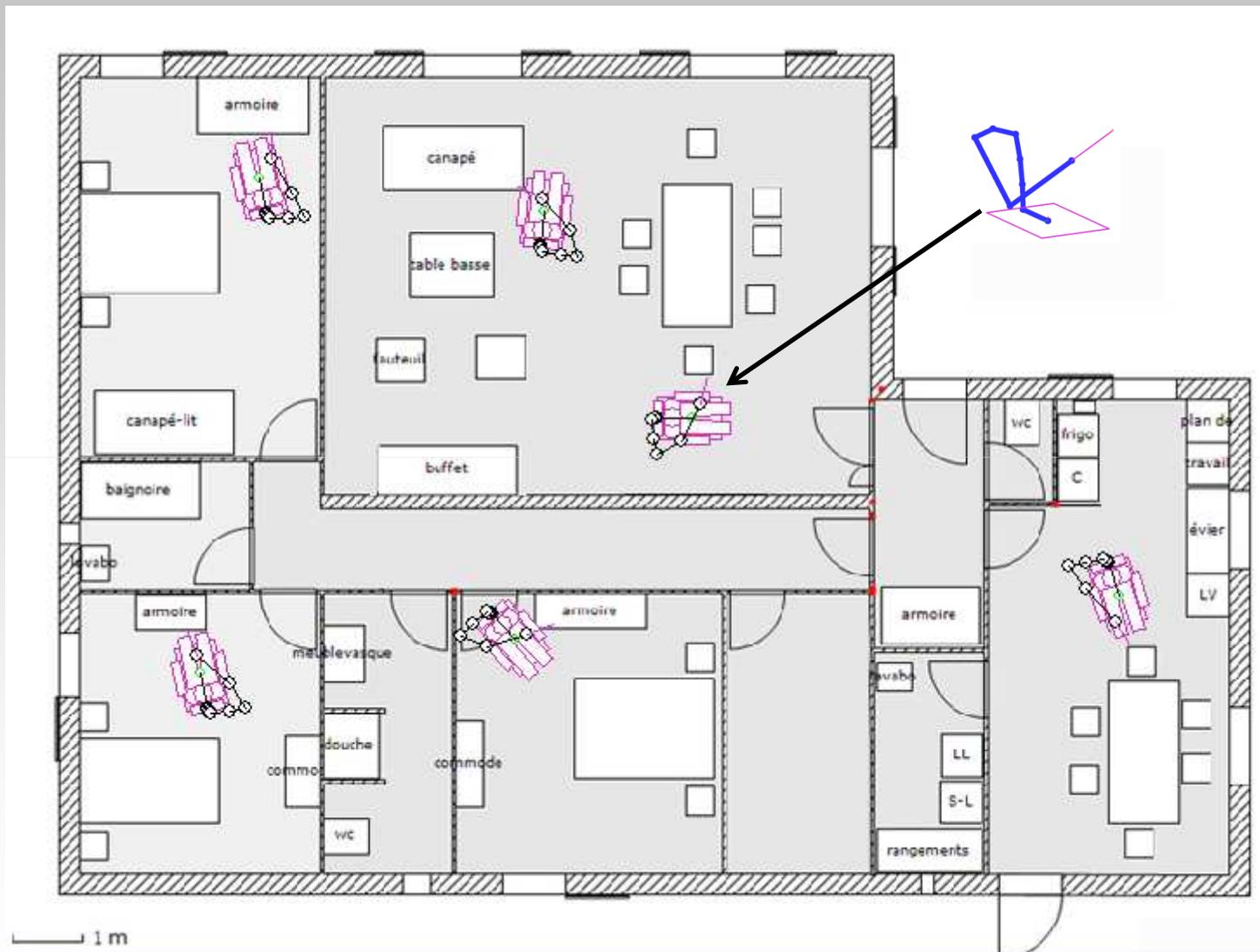


Résultats

- Sur PC Pentium 4 à 3,4 Ghz pour une moyenne de 1000 essais, l'erreur admise est de une unité

	IAA	
Erreur moyenne	0.069	6.5
Temps d'exécution	1.6 ms	19.1 ms
Nombre d'itérations	1.5	30.3
Taux de succès	100%	87%
	Position	Position + Orientation

Placement du fauteuil et accessibilité à la préhension



Implantation sous Virtools

The screenshot displays the Virtools software interface, which is used for creating and managing virtual environments. The main window is divided into several sections:

- 3D Layout:** A central 3D view showing a virtual room with a table, chairs, and a sofa. The camera is labeled "Caméra03".
- Building Blocks:** A panel on the right side containing a list of categories and behaviors, such as "3D Transformations", "AI", "Cameras", "Characters", "Collisions", "Controllers", "Grids", "Interface", "Lights", "Logics", "Materials-Textures", "Mesh Modifications", "Multiuser", "Narratives", "Network", "Optimizations", "Particles", "Physics", "Players", "Shaders", "Sounds", "Video", and "Visuals".
- Behavior Graph:** A complex diagram at the bottom showing the logic for the "Caméra03" script. It includes nodes for "Array Load", "Keep Active", "2D Picking", "Set Position", "Set Texture", and "Test". The graph is connected to a "BBIKGlobale" object.
- Console/Status:** A small area at the bottom right showing error messages: "Existence TRUE" and "Erreur 0.0042157".

The interface also features a menu bar at the top (File, Ressources, Editors, Options, Help) and a toolbar on the left side with various icons for scene manipulation.

Implantation annotation automatique



Annotation automatique

Implantation



Conclusion

- Algorithme IAA bien adapté au problème ;
- Temps de calcul des polygones de configuration : long
 - possibilité de réaliser des calculs hors ligne
- Temps de calcul global court : 6mn pour 20000 pts ;