



LIBERTÉ - ÉGALITÉ - FRATERNITÉ
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

**Améliorer l'interaction homme-machine
dans les systèmes robotisés terrestres militaires**

24 janvier 2011 - Toulouse

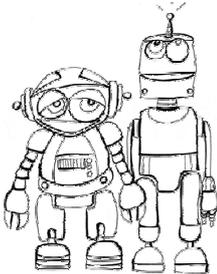


DGA
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ARMEMENT



Table des matières

- Rappels : enjeux de la robotique militaire
- Autonomie des systèmes militaires
- Etat de l'art résumé
- Autonomie ajustable pour la navigation
- Perspectives et conclusions



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

DGA TT / DGA MRIS

24/01/2011

N° 2 / 22



Des robots pour les forces armées

Livre Blanc « Défense et sécurité nationale » - Chapitre 16

« Quelques ruptures technologiques et scientifiques pressenties à l'horizon 2020-2030 [...] »

- La robotique et les systèmes cognitifs : *drones, véhicules autonomes, systèmes d'analyse automatique pour détecter les événements anormaux* »



- La robotique dans les forces armées peut
 - Protéger : éloigner l'homme de la menace, précéder l'homme sur la zone à risque
 - Améliorer : augmenter l'efficacité des forces en jouant sur la complémentarité avec l'homme



- La robotique opérationnelle doit
 - Rendre des services de façon **économique** (en hommes, en logistique, ...)
 - Donner **confiance** aux hommes sur le terrain (être fiable, robuste et simple d'emploi)



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

DGA TT / DGA MRIS

24/01/2011

N°3 / 22



Robotique terrestre : des besoins, des idées, et encore beaucoup de difficultés



- Exemples de missions prioritaires
 - Reconnaissances et observation en milieu urbain et dans les lieux confinés (bâtiments, tunnels, canalisations...)
 - Contre-minage et protection de convois (lutte contre les IED)
 - Transport d'équipements pour le combattant débarqué
 - Protection des infrastructures (Contrôles de zone et patrouilles)



- Quelques défis spécifiques
 - Pour les petites plates-formes : autonomie de déplacement (mobilité, navigation) et facilité d'emploi
 - Pour les plates-formes plus grosses : vitesse de déplacement et sécurité des personnes et des autres véhicules

Etat des lieux : de nombreuses briques existent, il y a eu des démonstrateurs

- Le manque de robustesse et de fiabilité
 - empêche la construction de produits crédibles
 - décourage les utilisateurs potentiels



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

DGA TT / DGA MRIS

24/01/2011

N°4 / 22



► Points durs en milieu opérationnel

- Adaptation aux contraintes de l'environnement opérationnel
 - tout temps, tout lieu, et suivant le **tempo** de la manœuvre
 - **environnement hostile**
 - infrastructures endommagées ou absentes
 - brouillage des signaux GPS ou des communications
 - ennemi non coopératif et intelligent
- Fiabilité et confiance : le robot doit contribuer à la mission
 - de façon **prévisible et compréhensible**
 - avec des chances raisonnables de réussite
 - avec des **performances mesurables et démontrables**
- Autonomie et rôle de l'opérateur
 - aide à la prise de décision et au traitement de l'information
 - **conscience de la situation**
 - gestion des situations dégradées (pertes de communication)



Intérêts de l'autonomie pour les systèmes militaires

▶ Contraintes pour l'interaction

- Milieu hétérogène et hostile
 - instabilité des moyens de supervision (communications)
 - infinité de situations différentes
- Utilisateur « novice »
 - formation militaire et non technique
 - confiance relative dans le matériel
- Temps contraint
 - obligation de rendre compte et de pouvoir prendre en compte de nouveaux ordres en « temps réel »
 - possibilité de prendre des décisions/actions d'opportunité

▶ Du bon usage de l'autonomie

- Rendre les systèmes plus **intuitifs**
 - faciliter l'usage
 - masquer la complexité intrinsèque
- Rendre les systèmes plus **autonomes**
 - pallier les limitations techniques
 - pallier les limitations humaines
- Proposer des systèmes **crédibles**
 - reconnaître que l'autonomie complète n'est pas atteignable
 - reconnaître que l'autonomie complète n'est pas souhaitable



Rendre intuitif

- Evolution du civil
 - généralisation de technologies évoluées
 - accessibilité de ces solutions

- Généralisation de la multi-modalité
 - interaction naturelle entre la machine et l'utilisateur
 - exploitation des réflexes de l'homme

- Problèmes restants
 - complexité toujours présente
 - confort acquis uniquement dans une utilisation quotidienne (i.e. pas en situation d'urgence)







MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

DGA TT / DGA MRIS 24/01/2011 N°9 / 22





Autonomie des systèmes

Etat de l'art résumé

Diverses approches proposées

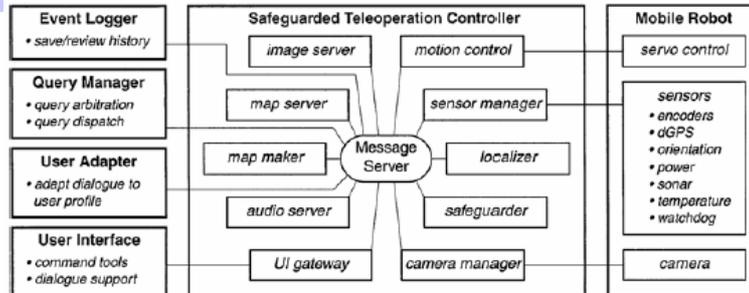


MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

DGA TT / DGA MRIS 24/01/2011 N°10 / 22



Propositions apportées



- **Coopération**

- **contrôle coopératif** [fong01] : modélisation de l'humain comme un collaborateur et non un contrôleur, mise en place d'un dialogue bidirectionnel
 - **initiative mixte** : « extension » du contrôle collaboratif au dialogue plus évolué, adapté notamment au multi-robot

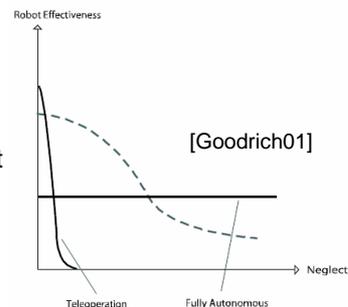
Vers l'autonomie ajustable

- A la croisée de la coopération et du partage

- s'adapter à la situation
 - tenir compte des souhaits de l'opérateur
 - considérer l'expérience de l'utilisateur

- Questions résiduelles

- définir les « modes » de fonctionnement
 - définir les conditions de transition



▶ Modes d'autonomie

- Définition des niveaux
 - revenir aux **niveaux d'automatisme** de [sheridan92] :
modèle centré sur le robot
 - identifier les **ressources** du système et imposer des règles de préemption et utilisation des ressources [mercier10]
 - retenir des **types d'activité** [parasuraman00] et construire des niveaux correspondant à une allocation particulière sur l'homme et le robot [pacaux11] :
 - acquisition de l'information
 - analyse de l'information
 - prise de décision
 - réalisation de l'action

▶ L'autonomie ajustable en réponse

- Flexibilité du système robotisé
 - situation guidant le comportement du système
 - capacité du système à être **force de proposition**
 - adaptation synonyme de renforcement de la **confiance dans le système**

Autonomie ajustable pour la navigation

Assistances apportées au soldat



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

DGA TT / DGA MRIS

24/01/2011

N° 15 / 22



Comportements à disposition

SAM-UGV	PEA Robotique	PEA Tarot	PEA Dém. BOA
	Suivi de véhicule	Suivi de véhicule	Suivi de véhicule
	Evit. d'obstacle	Evit. d'obstacle	Suivi de personne
Suivi de voie	Suivi de voie	Ralliement d'amer	
Retour auto.		Suivi de lisière	
		Suivi de points/traj.	



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

DGA TT / DGA MRIS

24/01/2011

N° 16 / 22

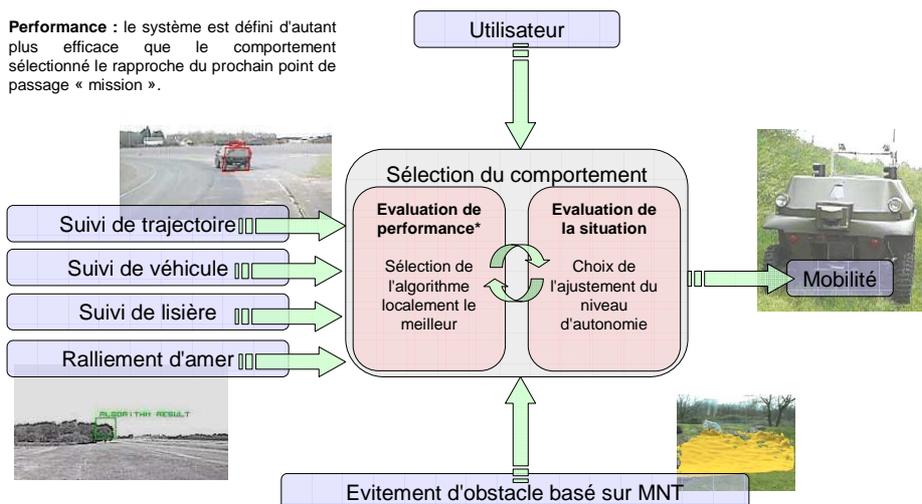


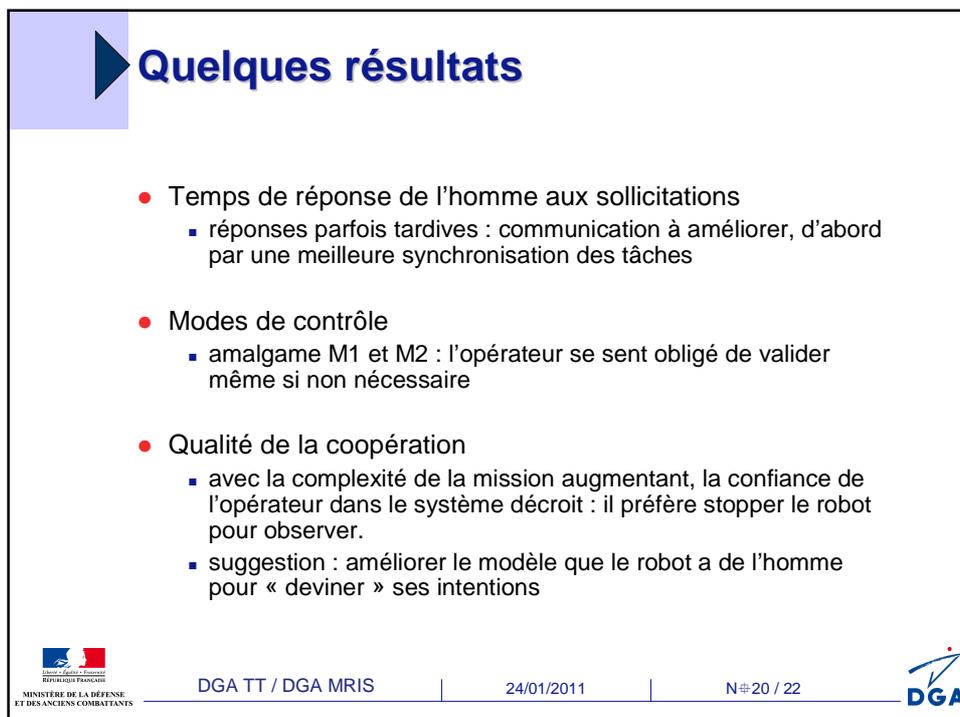
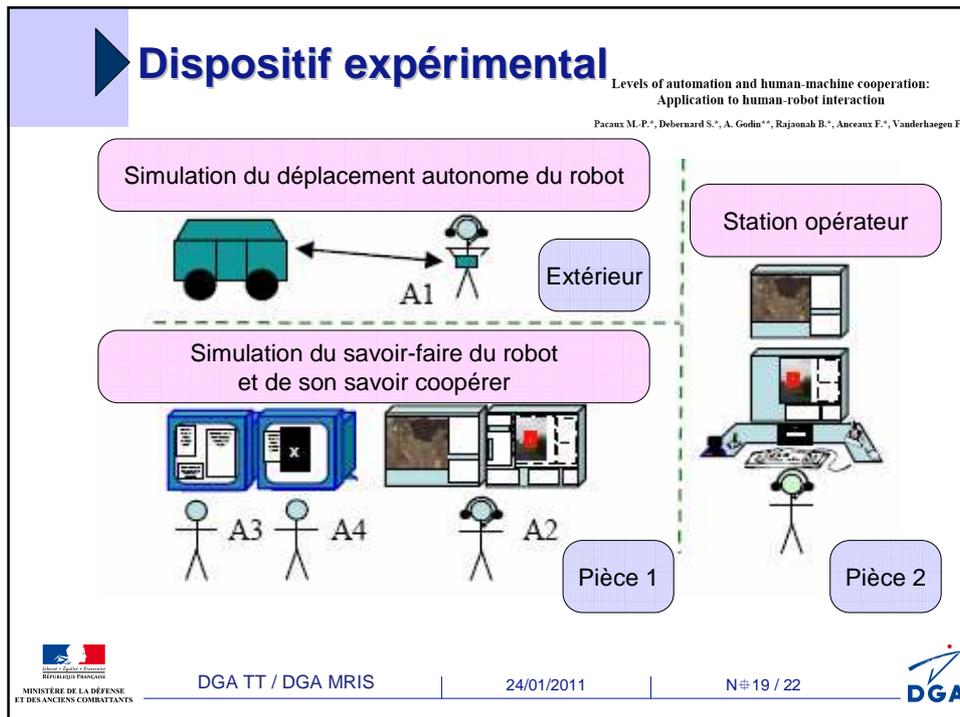
Gestion de la mobilité

- Définition de 4 modes basés sur les types d'activité
 - M0 : l'homme contrôle
 - M1 : l'homme choisit le comportement à lancer
 - M2 : le robot choisit le comportement et le soumet au veto de l'homme
 - M3 : le robot choisit le comportement et avertit l'homme
- Réalisation d'un « arbitre » sur trois niveaux
 - sélection du meilleur algorithme parmi N implémentant le comportement
 - sélection du meilleur comportement parmi N disponibles sur le robot
 - sélection du mode adapté à la situation

Réalisation pratique : PEA Tarot

Performance : le système est défini d'autant plus efficace que le comportement sélectionné le rapproche du prochain point de passage « mission ».







Perspectives et conclusion

Poursuite des réflexions



DGA TT / DGA MRIS

24/01/2011

N°21 / 22





Conclusions

- bilan de l'autonomie ajustable dans Tarot
 - capacité à exploiter différents comportements autonomes : appréciable et apprécié
 - qualité des comportements : nécessaire au fonctionnement de l'ajustement mais s'est révélé utile aussi à l'utilisateur
 - améliorations à faire sur les modes (restreindre à 3 ?) et sur le « savoir-coopérer » du robot
- concept utilisé à moitié de ses possibilités
 - évaluation de la situation pour la sélection du mode : valide aussi pour des modules mission et pas seulement pour la mobilité
 - évaluation de la performance d'un comportement : applicable de même à un module mission et peut être intégré aux comptes-rendus opérationnels
- prochaine étape : réfléchir à l'extension du concept en prenant en compte la **tactique** en plus de la mobilité.



DGA TT / DGA MRIS

24/01/2011

N°22 / 22

