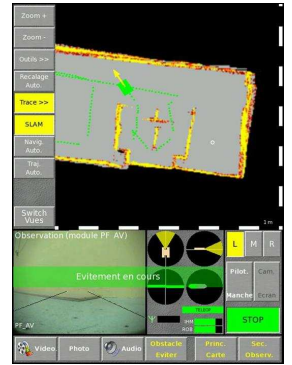


# Carotte



## Contexte et enjeux

Que ce soit en milieu naturel ou urbain, il est fréquent que l'environnement dans lequel évoluent les robots soit mal connu ou/et évolutif. Cette incertitude est préjudiciable à la réalisation des missions confiées aux robots. Un champ particulièrement important concerne l'exploration de zones dangereuses.

Dans ce contexte, de petits engins terrestres non habités (UGVs) peuvent être utilisés pour suppléer l'homme grâce à leurs capacités de reconnaissance. Une des facultés clé de ces systèmes robotisés est leur capacité à collecter de l'information sur leur environnement, et de l'analyser afin de fournir des informations sur la configuration des lieux (cartographie) et la reconnaissance et localisation d'objets d'intérêt. L'autonomie maximale des robots doit aller de pair avec la robustesse du système vis-à-vis par exemple des interruptions de communication.

Pour améliorer les capacités de localisation, de cartographie de bâtiments et d'analyse de terrain en milieu urbain, la DGA et l'ANR ont initié un défi intitulé CAROTTE (Cartographie par ROboT d'un Territoire).

Plus précisément, les **objectifs** de ce défi sont de :

- Faire progresser l'innovation et l'état de l'art en robotique dans le domaine perception – cognition pour des applications duales (défense et sécurité, protection civile, assistance à domicile, robot compagnon) ;
- Susciter des rapprochements entre chercheurs et industriels issus de la robotique et de domaines connexes (réalité augmentée, jeu, analyse image, indexation, sémantique,...).

Ce défi permettra de vérifier la capacité des petits robots terrestres pour des missions de reconnaissance en milieu fermé non totalement structuré.

Des innovations sont attendues dans le domaine de l'intelligence artificielle embarquée (perception, reconnaissance, fusion de donnée, cartographie sémantique, localisation en intérieur, architecture de contrôle et autonomie) avec des possibilités d'avancées dans d'autres domaines (mobilité, planification de mission et supervision, interfaces homme - machine...).

## Présentation du défi (objectif final : 2012)

Chaque équipe devra réaliser un système robotisé autonome, capable de s'orienter dans un espace clos et de reconnaître des objets présents dans ce local, afin de fournir une cartographie accompagnée d'annotations sémantiques de cet espace inconnu.

Le défi se réalisera en trois phases, sur trois ans.



- 1<sup>ère</sup> phase (1 an) : réalisation de ces systèmes. Elle se terminera par une **première compétition mi-2010** (objet du présent règlement), suivie d'une analyse des résultats ;
- 2<sup>ème</sup> phase (1 an) : développements supplémentaires en vue de participer à une deuxième compétition (mi 2011) plus complexe (comportant des aléas, en environnement moins structuré) ;
- 3<sup>ème</sup> phase : dernières améliorations des systèmes pour une dernière compétition (mi-2012) incluant une complexification des situations à analyser (nouveaux types d'aléas...).

A l'issue de chaque phase, le présent règlement pourra être légèrement modifié.

# Carotte<sup>+</sup>

## Règlement du défi 2010 Version validée le 14 septembre 2009

### Sommaire

I.	Organisation Générale .....	3
I.1.	Planning général de la compétition .....	3
I.2.	Planning détaillé .....	3
I.3.	La mission .....	3
II.	L'Environnement .....	4
II.1.	Arènes d'évolution .....	4
II.2.	Objets présents dans les arènes .....	4
II.3.	Facilités accordées aux équipes .....	5
III.	Les Robots .....	5
IV.	Les Epreuves .....	6
IV.1.	Epreuves de présentation .....	7
IV.2.	Epreuve de Qualification .....	8
IV.3.	Finale .....	8
IV.4.	Déroulement d'une épreuve dynamique .....	8
IV.5.	Evaluation .....	9
V.	Soutien et Questions .....	10
VI.	Site Internet du Défi .....	10
VII.	Droits d'Utilisation et Publications .....	10
VIII.	Editions Ultérieures, Evolutions possibles .....	10

## I. ORGANISATION GENERALE

Un appel à projet ANR a été lancé en janvier 2009 et 5 équipes sont été sélectionnées mi-2009 pour participer au défi sur 3 ans.

Le présent règlement est valide jusqu'au 14 juillet 2010.

### I.1. PLANNING GENERAL DE LA COMPETITION 2010

Cette première compétition comporte plusieurs étapes :

- **Juillet - Septembre 2009 : Etablissement du règlement avec les équipes sélectionnées par le programme ANR « Défi CAROTTE »**
- **Septembre 2009 : Edition et diffusion du règlement.**
  - o Remise des demandes de fréquences spécifiques par les équipes.
- **1<sup>er</sup> juin 2010 : Remise du Dossier Technique** (voir IV.1).
- **28 juin – 2 juillet 2010 : Défi 2010.**

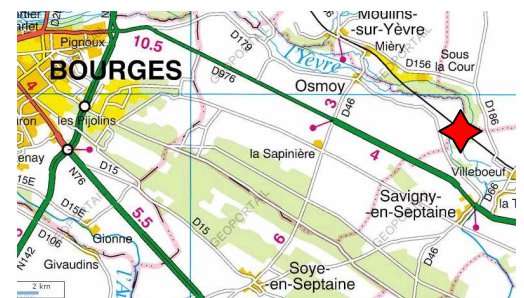
### I.2. PLANNING DETAILLE

Le « Défi CAROTTE » 2010 aura lieu à **Bourges**, à l'ETBS (Etablissement Technique de Bourges), dans le hangar du Lemi, du **28 juin au 2 juillet 2010**.

Les plans d'accès au site seront communiqués ultérieurement.

Le planning prévisionnel de la compétition est le suivant :

- **J0 - Lundi 28 juin après-midi – Arrivée et accueil des équipes sur le site**
  - o Consignes de sécurité,
  - o Installation dans les stands,
  - o Présentation des équipes et du défi.
- **J1 - Mardi 29 juin - Tests pratiques**
  - o Vérification de la conformité des systèmes robotisés (statique et dynamique),
  - o Présentation d'une partie des objets à reconnaître aux équipes,
  - o Tests libres en fonction des plannings affichés.
- **J2 - Mercredi 30 juin - Epreuve de présentation et tests libres**
  - o Présentation du système robotisé aux juges au cours d'une soutenance orale et affichage du poster technique,
  - o Tests libres en fonction des plannings affichés.
- **J3 - Jeudi 1<sup>er</sup> juillet - Epreuve de qualification et tests libres**
  - o Qualification (voir IV.2) : exécution de la mission: navigation autonome dans l'arène et cartographie sémantique (épreuve allégée par rapport à la finale, même barème),
  - o Tests libres en fonction des plannings affichés.
- **J4 - Vendredi 2 juillet - Epreuve finale**
  - o Compétition ouverte au public et à la presse. La finale mettra en compétition les équipes sélectionnées lors des qualifications. Le terrain et/ou la disposition des objets seront différents des phases qualificatives.
  - o A l'issue des épreuves sera organisé en soirée un **repas avec remise des distinctions**.



### I.3. LA MISSION

La mission, de type reconnaissance / surveillance, consiste en une **navigation en autonome** d'un système robotisé dans un local (ensemble de pièces), qui aboutira à la **reconnaissance** des objets présents dans ce local, la caractérisation des obstacles, dans le but de produire une **cartographie** accompagnée d'**annotations sémantiques de l'arène**.

Un objet défini (précisions données ultérieurement) devra être trouvé dans l'arène et poussé par le système robotisé.

En 2010, le système robotisé devra ressortir de l'arène par son point de départ.

Le système robotisé devra accomplir sa mission en **autonome**, sans aucune intervention ni contrôle extérieur, en temps contraint.

## II. L'ENVIRONNEMENT

### II.1. ARENES D'EVOLUTION

La compétition aura lieu dans un **hangar** où 2 arènes d'environ 120 m<sup>2</sup> seront disposées et aménagées avec des cloisons (pour représenter des pièces d'un appartement) et des objets.

Deux arènes de tailles identiques seront disponibles, l'une pouvant servir d'arène d'entraînement lorsque l'autre est utilisée pour les qualifications. Leur configuration sera inconnue.

Quelques précisions sur les terrains d'évolution des robots suivent :

- sol plat, un étage mais pas de difficulté de franchissement ;
- plusieurs pièces : nombre inconnu mais borné à 10 espaces maximum, d'une surface individuelle minimale de 1 m<sup>2</sup> ;
- pas de plafond, sauf sous la partie sous étage (d'une surface d'environ 30 m<sup>2</sup>) ;
- nature des sols variables, de difficultés diverses (parquet, chape, moquette, carrelage, grille...) ;
- hauteurs des cloisons : environ 1,20 m ;
- nature des cloisons variables (bois, miroir, couleurs, grillage...) ;
- des membres de l'organisation pourront être présents autour de l'arène.

Des précisions sur les types matériaux envisagés au sol ainsi que les différences possibles de niveaux du sol (inférieures à 1 cm) seront fournies en février 2010.

Les équipes pourront accéder au lieu de déroulement des épreuves pendant la durée de la compétition (de J1 à J3) afin de se familiariser avec les lieux. Un planning sera établi pour permettre aux équipes de s'entraîner, par créneaux de 45 min et de participer à l'épreuve de qualification.

Pour l'épreuve du dernier jour, les objets seront disposés aléatoirement et la disposition des pièces dans l'arène sera revue au gré des passages.

### II.2. OBJETS PRESENTS DANS LES ARENES

On distingue plusieurs types d'objets, isolés ou regroupés, en exemplaires multiples, qui devront être détectés, localisés (dans la pièce où ils sont), et identifiés ou caractérisés par le système robotisé :

- **Objets à reconnaître et à classifier** : il s'agit de ceux dont les **caractéristiques** seront **connues** avant le défi, de dimensions de 1 cm à 1 m. La base des objets sera à une distance maximale de 50 cm au dessus du sol. La liste définitive des classes d'objets à reconnaître sera fournie aux candidats en février 2010. Au moins l'un des objets présent dans l'arène émettra des sons.

*Liste préliminaire : chaises, ordinateur, écran, boîte à archives, cartons, ramettes de papier, revues, livres, téléphones, clés, stylos, agrafeuses, câbles, multiprises, lampes, armes, munitions, bidons, bouteilles, plantes, pots de fleur, caméras, radios, ventilateurs, ballons, véhicules miniatures, robots.*

Dans ce type d'objet, on distingue :

- un objet dont les caractéristiques seront précisément connues à J1 : la clé de bureau à rechercher,
  - les objets présents dans la liste et dont une instance sera montrée aux équipes à J1 (mesures audio ou photo autorisées sur un temps bref, mais pas de modification ou d'analyse prolongée de l'objet),
  - les objets présents dans la liste et qui ne seront pas vus par les équipes.
- **Tout objet inconnu fait partie de l'environnement du système robotisé.** Ces objets pourront être hors des dimensions des objets à reconnaître et seront représentés dans la cartographie.

*Exemple : escalier (ascendant, en colimaçon), obstacle contournable*

Des **amas d'objets** seront possibles, les objets ne seront pas forcément isolés ni dans une position standard.

*Exemple : 3 chaises regroupées, chaise renversée..., un objet à reconnaître au milieu de plusieurs autres objets présentera un fort « contraste » (ex : clé dans un panier de fruit)*

### **II.3. FACILITES ACCORDEES AUX EQUIPES**

Chaque équipe disposera d'un espace pour se préparer d'une surface d'environ 10 m<sup>2</sup> (tentes), comprenant une table et des chaises ainsi qu'une alimentation en électricité (220 V) (prévoir des multiprises). Si une puissance électrique, autre que nominale, est requise, les équipes en feront la demande avant le 1er février 2010. Une réponse quant à la possibilité sera fournie avant le 1er mars 2010.

## **III. LES ROBOTS**

**- Le système robotisé pourra être composé d'un ou plusieurs robots.**

Dans un souci d'égalité, la **valeur globale du système robotisé** participant aux épreuves devra être **inférieure à 50 k€**. Celle-ci devra être précisée dans le dossier de candidature et le dossier technique. Les robots commerciaux sont autorisés. Aucun bras manipulateur ne sera nécessaire.

**- Autonomie.** Le système robotisé embarque sa propre source d'énergie, ses actionneurs et son système de contrôle. Aucune intervention de membres de l'équipe ne sera autorisée sur le système robotisé pendant la mission.

L'important étant la capacité de prise de décisions en autonome, un déport d'une partie de la puissance de calcul sur une station est autorisée. Dans ce cas, la puissance de calcul déportée et la quantité d'information échangée devront être mesurées et fournies en fin d'épreuve (CPU consommée et nombre de bits échangés durant la mission). De plus, l'équipe devra prouver que le système robotisé peut s'auto maîtriser même en cas de perte de communication : description dans le dossier technique (exemple : explication de la stratégie utilisée en cas de perte de la liaison avec le calculateur déporté) et preuve lors de la vérification de conformité du système.

De même, les équipes pourront installer une station déportée recevant des informations du système robotisé et donnant un retour vidéo de la mission pour connaître l'évolution de leur système robotisé. Toute station déportée (calculateur ou retour vidéo) fait partie du système robotisé autonome. Ces stations pourront néanmoins bénéficier d'une alimentation en courant (prise 220 V).

**L'intervention d'un opérateur n'est en aucun cas autorisée lors de la mission.**

**- Sources d'énergie**

Pour des raisons de sécurité, ne sont pas autorisées les sources d'énergie radioactives, les systèmes pyrotechniques, la propulsion thermique, ...

Dans le cas de batteries, il est recommandé de disposer de plusieurs jeux et de prévoir un accès aisé à ces dernières dans le robot pour leur changement, à moins que le robot n'alimente lui-même ses batteries par une autre source d'énergie. La tension ne devra pas excéder 50V DC. Les batteries devront être suffisamment dimensionnées pour permettre aux systèmes robotisés d'être autonomes lors des épreuves.

- Dans le cas où l'équipe choisit de déployer plusieurs robots, ceux-ci peuvent communiquer entre eux.

**- Moyens de communication**

Les équipes privilégieront l'utilisation du WiFi : les systèmes de communication des systèmes robotisés devront permettre une agilité de fréquence sur les **4 canaux WiFi 1 – 5 – 9 – 13**, avec une

bande passante maximale permettant de ne pas perturber les autres concurrents. Plusieurs équipes (jusqu'à 4) pourront ainsi évoluer simultanément dans le hangar.

Toutefois, des demandes concernant d'autres moyens de communication pourront être formulées au plus vite, et avant fin décembre 2009.

Ces demandes indiqueront précisément les caractéristiques des moyens de communication, et en particulier les fréquences, la largeur de bande, et les puissances utilisées. Toute interdiction ou limitation concernant l'utilisation d'une fréquence pour des raisons législatives sera transmise par la DGA à l'équipe avant fin mars 2010. En cas de refus, le système devra utiliser les canaux WiFi précités. Les caractéristiques des moyens de communication, et en particulier les fréquences et puissances utilisées, l'agilité de fréquence sur les 4 canaux WiFi, seront également indiquées dans le dossier technique.

Toutefois, l'organisation ne pourra garantir qu'une équipe ne sera jamais brouillée pendant le déroulement d'une épreuve.

Au niveau des stands des équipes, les essais en filaire seront privilégiés pour ne pas perturber les systèmes en fonction dans les arènes.

- Les robots devront être capables d'évoluer à l'intérieur de l'arène et être de dimensions telles qu'ils pourront passer des ouvertures de la taille d'une porte d'une maison d'habitation.

- Chaque robot devra pouvoir exécuter sa mission et, à l'issue, pouvoir revenir à sa base de départ. La durée de cette mission pour le système robotisé n'excédera pas 30 minutes.

#### **- Equipements obligatoires :**

##### - Arrêt d'urgence et sécurité

Chaque robot doit être équipé d'un dispositif d'arrêt d'urgence (son absence est éliminatoire). Ce dispositif d'arrêt d'urgence devra être facilement accessible, toujours visible et dans une zone non dangereuse. Le bouton d'arrêt d'urgence doit pouvoir être actionné par un simple mouvement. L'appui sur ce bouton doit provoquer l'arrêt immédiat du moteur et de tous les actionneurs du robot, les laissant inactifs (non bloqués de manière active). Un arrêt d'urgence à distance est possible **en plus de celui présent sur le robot**.

Le jury pourra faire arrêter le robot à tout moment s'il juge que son action est dangereuse.

Si le robot est considéré dangereux par les membres du jury, il sera disqualifié.

##### - Bouton de lancement de mission

Le système robotisé devra comprendre **un seul bouton de « lancement de mission »** qui sera actionné par un membre de l'organisation. Ce bouton pourra être placé soit sur un robot (qui retransmet l'information aux autres) soit sur le calculateur déporté (bouton ou touche de clavier).

##### - Système de détection d'obstacles

Les équipes sont tenues d'équiper leur robot d'un système de détection couplé à un système d'évitement ou de franchissement (si le robot en est capable) d'obstacles. Le système est destiné à empêcher les collisions pouvant endommager les robots, les objets ou l'arène.

- Chaque robot sera soumis à une inspection préalable du jury avant l'épreuve de qualification et avant la finale afin de vérifier qu'il respecte bien les critères précisés dans le présent article. Toute modification structurelle du système robotisé au cours de la compétition devra être indiquée au jury et la conformité du système robotisé ainsi modifiée sera soumise à son approbation.

## **IV. LES EPREUVES**

Comme précisé au § I.2, la compétition se décompose en plusieurs phases :

- Epreuves de présentation (éliminatoire en cas de non présentation),
- Epreuve de qualification,
- Finale.

Les concurrents devront démontrer un certain nombre de capacités rapportant des points, le vainqueur du défi sera l'équipe ayant accumulé le plus grand nombre de points.

#### **IV.1. EPREUVES DE PRESENTATION**

Les épreuves de présentation comprennent le dossier technique, la soutenance orale, le poster technique et l'examen du système robotisé.

1. Chaque équipe devra fournir un **Dossier Technique** avant le 1<sup>er</sup> juin 2010. Il pourra être accompagné d'un reportage vidéo.

Ce dossier technique contiendra :

- a. Résumé
- b. Introduction
- c. Description organisationnelle :
  - i. Organisation de l'équipe ;
  - ii. Description du projet (avec tâches, planning et budget réalisés).
- d. Description technique
  - i. Fonctionnalités du système robotisé ;
  - ii. Avantages / inconvénients pour le type de mission visé ;
  - iii. Justification des choix effectués ;
  - iv. Innovation apportée ;
  - v. Coût du système robotisé (doit être inférieur à 50 k€) ;
  - vi. Système de communication, fréquences utilisées et puissance, agilité ;
  - vii. Stratégie en cas de perte de communication ;
  - viii. Mesures prises pour la sécurité des biens et des personnes.

Le dossier technique décrira en outre le format utilisé pour la restitution et pour les fichiers de log demandé lors de la compétition, voir § IV.4 et annexe I.

Ce dossier technique ne devra pas excéder 30 pages (illustrations, références, sommaire et annexes compris). Il devra être fourni au format électronique (de préférence pdf) et imprimable au format A4, avec des marges de 25 mm minimum et une police de 10 points minimum.

2. **Soutenance (J2)**. Chaque équipe présentera au jury son projet pendant **15 minutes**, après lui avoir fourni le support numérique de présentation (format ppt ou pdf). Cet exposé sera suivi de **20 minutes** d'échanges avec le jury. Les fonctionnalités et capacités du système robotisé (ex. navigation, stratégie d'exploration, reconnaissance d'objets, caractérisation d'obstacles, transmission d'infos, cartographie du terrain, topologie des lieux, détection et évitement ou franchissement d'obstacle, ralliement de point, coopération entre robots, rendu de la cartographie sémantique obtenue...), les techniques employées et les choix entrepris, l'innovation apportée seront entre autres exposés.
3. Un **Poster** résumant le projet (le robot et ses fonctionnalités) devra être réalisé et fourni, au format A1. Ce poster technique sera affiché sur le stand de l'équipe afin de présenter rapidement le projet aux visiteurs des stands des équipes. Il pourra également servir de support aux présentations statiques. Il inclura les logos de l'ANR et de la DGA. Il sera en outre affiché lors de la remise des distinctions.
4. **Examen du système robotisé (à partir de J1)**. La vérification de conformité du robot est obligatoire avant tout accès aux arènes. L'organisation s'assure que le système robotisé est conforme au règlement et au dossier technique, puis s'il a un comportement sain :
  - a. vérification du fonctionnement de l'arrêt d'urgence,
  - b. vérification du comportement du système face à des obstacles,

- c. vérification du comportement du système en cas de perte de la liaison de données, surtout en cas de calculs déportés (interruption volontaire de la communication et observation du résultat).

## IV.2. EPREUVE DE QUALIFICATION

L'épreuve de qualification permet à l'organisation de vérifier que le système robotisé est capable de produire un résultat lors d'une exploration.

L'ordre de passage pour les qualifications se fera par tirage au sort.

Le système robotisé devra donc être capable d'effectuer une mission telle que définie au § I.3 dans les conditions du §IV.4.

Le temps est limité à **10 minutes** et la surface à environ **30 m<sup>2</sup>** (une ou deux pièces) avec quelques objets à reconnaître et quelques obstacles.

Cette épreuve sera évaluée selon le barème de notation détaillé en Annexe II.

Les points obtenus lors de l'épreuve de qualification ne servent qu'à établir l'ordre de passage pour la finale.

## IV.3. FINALE

Le dernier jour aura lieu la finale. Les équipes passeront dans l'ordre établi à l'issue des qualifications.

Le système robotisé effectue une mission telle que celle définie au § I.3 dans les conditions du §IV.4.

L'épreuve sera évaluée selon le barème de notation détaillé en Annexe II.

## IV.4. DEROULEMENT D'UNE EPREUVE DYNAMIQUE

L'équipe appelée se rend sur une des aires de préparation de l'arène où va se dérouler l'épreuve, selon les trois phases suivantes.

- **Préparation**

**10 minutes** de préparation sur une aire de préparation devant l'arène puis **5 minutes** pour positionner le système robotisé devant l'entrée de l'arène sur l'aire de départ.

A l'issue de cette période de préparation, le système est considéré comme étant :

- placé devant l'entrée de l'arène,
- mis en route (initialisation du système robotisé dans son ensemble, établissement des communications),
- dans un état d'attente du départ.

Un membre de l'organisation effectue alors le **lancement de la mission**, qui doit être simple (ex. appui sur ON).

- **Mission**

Chaque équipe disposera de **30 minutes** pour effectuer la mission définie au I.3 et dont les principaux éléments sont rappelés ci-dessous.

1. Le système robotisé devra reconnaître l'ensemble des pièces et des objets les constituant : il devra ainsi cartographier les pièces, les dénombrer, détecter, identifier et localiser les objets connus et détecter, caractériser et localiser les objets inconnus.
2. Un objet défini (ex. ballon rouge) devra être trouvé dans l'arène et déplacé par le système robotisé.
3. Une clé devra être trouvée et localisée
4. Au bout de 30 minutes, le système robotisé sera sorti de l'arène.
5. Si le système robotisé ne franchit pas une distance de 2 mètres à l'intérieur de l'arène l'équipe sera éliminée de l'épreuve.

6. Le temps mis pour effectuer la mission sera chronométré.

A l'issue de sa mission, le système robotisé doit être en mesure de produire une cartographie avec annotations sémantiques des lieux visités, localisant les différents objets et les obstacles, ainsi que des fichiers de log (cf. annexe I).

Durant la mission le système est autonome : aucune intervention sur le système robotisé n'est autorisée.

La mission est considérée comme terminée si : le temps imparti est terminé ou le jury a ordonné l'arrêt du système robotisé ou le responsable de l'équipe a demandé l'arrêt définitif du système robotisé ou le robot est sorti de l'arène.

Au cours de la mission, *en cas de dysfonctionnement important* et à la demande du responsable d'équipe, seul un opérateur de l'organisation est autorisé à aller dans l'arène pour éteindre le(s) robot(s) et le(s) ramener au point de départ. Le décompte de temps est alors arrêté jusqu'à ce que le système complet soit remis à l'équipe. L'équipe est autorisée à refaire la mission mais uniquement avec le temps restant et en effaçant toutes les informations recueillies précédemment.

- **Restitution**

Chaque équipe disposera de **10 minutes** pour produire le résultat de sa mission : une cartographie avec annotations sémantiques des lieux visités. Il est interdit d'annoter à la main la cartographie. Elle devra être produite par le système. Une restitution de la cartographie dans le format donné en annexe I devra être exportée, afin d'évaluer équitablement les différentes équipes. Les candidats peuvent montrer un autre mode de restitution original et informeront avant fin décembre 2009 l'organisation sur le choix envisagé afin de pouvoir juger de son opportunité. Ce mode de restitution et son format devront être détaillés dans le dossier technique.

Des fichiers de log seront également fournis à l'issue de la mission (format et champs minimums spécifiés en annexe I, ils seront de plus décrits par chaque équipe dans le dossier technique).

Un **bonus** sera attribué si le système dispose d'une **capacité de rejouer la mission hors ligne** (trajectoire suivie / historique de la mission), pour savoir si le robot a réalisé ce qui était prévu (fichiers de log et outils pour les visualiser).

## **IV.5. EVALUATION**

Seront évaluées les capacités d'élaboration et de restitution de tenue de situation pour des missions de reconnaissance ou de surveillance au travers de :

1. **autonomie décisionnelle**
2. **stratégie d'exploration**
3. **vitesse d'exécution / couverture spatiale et temporelle**
4. qualité de la **cartographie** de la pièce et de sa sémantique / modélisation de l'environnement (pièce, ouvertures, mobiliers, différents niveaux ...)
5. **détection, localisation et identification** : lieu, objets
6. détection, localisation et caractérisation d'**obstacles**
7. **la capacité à rejoindre un poste** : retour à l'aire de départ

Le classement final sera établi à partir de la notation obtenue à l'issue de la présentation orale (dossier technique + soutenance orale) et des points accumulés lors de la finale.

Des distinctions seront octroyées aux gagnants et seront attribués par le jury aux équipes ayant accumulé le plus de points lors du défi. Le jury pourra décerner des prix spéciaux.

## V. SOUTIEN ET QUESTIONS

Tous les documents envoyés par les concurrents au cours de l'évolution des projets seront analysés par le jury, composé d'experts, qui fera part de ses recommandations aux équipes.

Par ailleurs, les équipes peuvent demander conseil auprès des experts (une liste sera fournie). Ces conseils peuvent porter sur les aspects :

- techniques : problème entrevu avec une solution proposée, mauvaise estimation des performances d'un matériel, sous-estimation d'une difficulté de développement, ... ;
- organisationnels : mauvaise gestion du projet, problème de coordination des équipes, planning optimiste, suggestion de rapprochement avec une autre équipe, ...

Toute question sera envoyée par courrier électronique par le responsable de l'équipe à l'adresse email suivante : [defi.carotte@dga.defense.gouv.fr](mailto:defi.carotte@dga.defense.gouv.fr).

Une ou plusieurs fiches(s) récapitulative(s) des réponses aux questions posées sera éditée selon les besoins. Chacune sera mise à disposition sur le site Internet du défi et envoyée par email à l'ensemble des responsables d'équipe.

Information complémentaire permettant aux candidats de tester leurs algorithmes de SLAM : il existe un jeu de données sur Internet permettant l'évaluation comparative d'algorithmes de SLAM (site du projet Européen Rawseeds) : <http://www.rawseeds.org>.

## VI. SITE INTERNET DU DEFI

Le site officiel du défi sera disponible fin février 2010. Son adresse sera alors communiquée.

Celui-ci répond à deux objectifs principaux que sont :

- la diffusion et mise à disposition des concurrents potentiels de toutes les informations concernant le défi (en particulier téléchargement du présent règlement et des fiches questions/réponses) ;
- la gestion d'un lien de communication entre les compétiteurs, l'organisation et le jury, de manière à centraliser et rendre publiques les questions posées et les réponses apportées.

Lors des éventuelles mises à jour du règlement ou parution de fiches récapitulant les questions/réponses, un avertissement apparaîtra clairement sur la première page du site.

## VII. DROITS D'UTILISATION ET PUBLICATIONS

### Propriété industrielle

Voir les règles indiquées dans l'appel à projet du « Défi CAROTTE ».

### Droit à l'image

Le droit d'utilisation des images prises lors des épreuves sera cédé à la DGA et à l'ANR, de même que les images contenues dans les documents fournis par les équipes, sauf demande écrite des candidats.

## VIII. EDITIONS ULTERIEURES, EVOLUTIONS POSSIBLES

Comme indiqué en préambule, le défi CAROTTE se déroule sur trois ans, avec une graduation dans la difficulté des épreuves.

Les difficultés pourront être accrues au cours des années.

*Exemple : densification des objets connus et obstacles à caractériser, diminution de la connaissance des objets, plan incliné pour monter à l'étage, obstacles négatifs, sortie de l'arène différente de l'entrée, de moins en moins de communication possible ...*

## ANNEXE I. SPECIFICATIONS DES FICHIERS DE LOG ET DE LA RESTITUTION DE LA CARTOGRAPHIE

**Fichiers de log** : fichier texte avec des tabulations pour séparer les champs et des lignes pour séparer les instants.

### Préalables :

Un repère sera tracé sur l'aire de départ (croix tracée sur le sol = origine, avec axes : X devant, Y à gauche, Z vers le haut)

Les coordonnées d'un deuxième point (entrée de l'arène) seront fournies pour calibrer les restitutions.

Unités : mm et degrés

Fréquence minimum d'enregistrement : 1Hz

### Champs à renseigner :

#### 1er fichier de log : positionnement

- temps en secondes et relativement à l'appui sur le bouton ON

- position relative au point de départ : X, Y, Z

- roulis – tangage – cap (0° correspond au robot orienté dans l'axe des X, 90° dans l'axe des Y, -90° en -Y), convention classique des angles d'Euler

Tous les champs doivent être présents, de valeur 0 si aucune d'information disponible.

#### 2ème fichier de log : liste d'objets détectés

- instant de détection associé à l'objet,

- position estimée,

- caractérisation sémantique.

Des champs libres peuvent être ajoutés.

### **Restitution de la carte à exporter** (pour évaluation cartographie) :

- image au format numérique (png),

- carte métrique avec pour échelle : 2 cm pour 1 pixel,

- taille de la cartographie : 1024 x 1024 pixel, avec l'origine (la croix tracée au sol) à 20 pixel au dessus de la base de l'image et 512 pixel du côté (au centre)

- même repère que dans fichier de log,

- plusieurs cartes possibles,

- altitude de la carte,

- l'organisation doit pouvoir obtenir les coordonnées de n'importe quel point (toujours dans le même repère) en passant en curseur dessus.

Les équipes peuvent fournir en plus une autre restitution (par exemple vue 3D).

## **ANNEXE II. EVALUATION - CRITERES DE NOTATION**

### **Notation :**

**Epreuve de qualification** (épreuve mission allégée par rapport à la finale, même barème)

Les points acquis lors de cette épreuve servent à classer les candidats pour définir l'ordre de passage à l'épreuve finale

### **Classement final établi à partir de :**

**Epreuve de présentation :**

- Dossier Technique : 500 points

- Soutenance Orale : 500 points

**Epreuve Finale :**

Mission exécutée : 3000 points

### **Détails ci-après :**

<b>Epreuve de présentation</b>	<b>But : le jury a une vision claire du système . Ce qui a été implémenté est clairement expliqué, décrit, capitalisé</b>	<b>1000</b>
<b>1. Dossier Technique</b>		<b>500</b>
	Description des tâches réalisées et allocation des finances	100
	Description fonctionnement robot/système de robots : le jury a une vision claire du système : ce qui a été implémenté est clairement expliqué, décrit et capitalisé	150
	Mesures prises pour la sécurité du système vis-à-vis des biens et des personnes	100
	Restect du format et du contenu demandé	100
	Vidéos - illustrations	50
<b>2. Soutenance orale</b>		<b>500</b>
	Description des tâches réalisées et allocation des finances	100
	Description fonctionnement robot/système de robots : le jury a une vision claire du système : ce qui a été implémenté est clairement expliqué, décrit et capitalisé	150
	Mesures prises pour la sécurité du système vis-à-vis des biens et des personnes	100
	Clarté des réponses aux questions du jury	100
	Contenu du poster	50

<b>3. EXAMEN DU SYSTEME ROBOTISE</b>	<b>But : vérifier la conformité aux règlement. Le système peut ensuite entrer dans l'arène</b>								
<b>3.1 Vérification en statique</b>									
points à vérifier :	<table border="1"> <tr> <td>Sécurité (pas d'éléments dangereux, composants utilisés, fiabilité en cas de défaillance...)</td> <td rowspan="6">           disqualifiant si robot jugé dangereux pour son environnement et le personnel disqualifiant  50V max passe porte 4 canaux Wifi 1-5-9-13         </td> </tr> <tr> <td>Arrêt d'urgence</td> </tr> <tr> <td>Unique bouton de lancement</td> </tr> <tr> <td>Source d'énergie</td> </tr> <tr> <td>Dimension</td> </tr> <tr> <td>Moyens de communication</td> </tr> </table>	Sécurité (pas d'éléments dangereux, composants utilisés, fiabilité en cas de défaillance...)	disqualifiant si robot jugé dangereux pour son environnement et le personnel disqualifiant  50V max passe porte 4 canaux Wifi 1-5-9-13	Arrêt d'urgence	Unique bouton de lancement	Source d'énergie	Dimension	Moyens de communication	
Sécurité (pas d'éléments dangereux, composants utilisés, fiabilité en cas de défaillance...)	disqualifiant si robot jugé dangereux pour son environnement et le personnel disqualifiant  50V max passe porte 4 canaux Wifi 1-5-9-13								
Arrêt d'urgence									
Unique bouton de lancement									
Source d'énergie									
Dimension									
Moyens de communication									
<b>3.2 Vérification en dynamique</b>									
	<table border="1"> <tr> <td>Navigation sûre : avancer seul dans la pièce en évitant les obstacles et parcourir une distance d'au moins 5 m</td> </tr> <tr> <td>Tester comportement en cas de rupture de communications</td> </tr> </table>	Navigation sûre : avancer seul dans la pièce en évitant les obstacles et parcourir une distance d'au moins 5 m	Tester comportement en cas de rupture de communications						
Navigation sûre : avancer seul dans la pièce en évitant les obstacles et parcourir une distance d'au moins 5 m									
Tester comportement en cas de rupture de communications									

**Epreuve de qualification** 3000 Mission sans bonus  
système de points épreuve mission  
=> total épreuve de qualification => classement pour ordre de la finale

**Finale**  
système de points épreuve mission  
=> total épreuve finale + épreuve de présentation => classement pour prix

**Détail des points des épreuves Mission** 3000 + 600 de bonus  
Système de point valable pour les épreuves de Qualification et la Finale  
Mission de reconnaissance avec retour à l'aire de départ

<b>Autonomie décisionnelle</b>		<b>1000</b>
	Navigation sûre	250
	Revenir dans la zone de départ	250
	Couverture spatiale	400
	Couverture temporelle : par rapport au temps mis pour effectuer la mission (système revenu dans zone de départ)	100
		Pénalités de - 10 % par élément de l'environnement déplacé, renversé ou dégradé (exception : objet défini à toucher) Proportionnel aux nombre d'éléments (robots / capteurs déposés) revenus par rapport au total d'éléments sortis de la zone de départ Un espace compte si un robot y est entré physiquement : valeur proportionnelle au nb d'espace explorés Qualification : 20 points par minute restante Finale : 10 points par minute restante

<b>Cartographie et localisation d'objets</b>		<b>1000</b>
	Produire une carte de l'arène avec les objets : qualité carte, localisation	1000
	Bonus autre restitution originale	100
	Bonus rejou de mission	100
		Comparaison entre carte(s) remise(s)/exportée(s) au format png et vérité terrain sur la base de N points de contrôle (coins de mur, coins d'ouverture ou de fenêtre, coins d'obstacle). Note établie à partir de ces facteurs : $Q = \frac{1000}{2N} \sum_{i=1}^N P_i [C_i + F( d_{Terrain} - d_{Carte} )]$ - point repéré rapidement - erreurs de localisation des points si fourniture d'une représentation originale qui apporte une aide à la compréhension de la carte Bonus sur visualisation réussie (conforme aux observations et enregistrements caméra) du rejou de mission

<b>Détection et reconnaissance des objets de la liste</b>		<b>1000</b>
	Détection	TD : taux de détection ( Nb de détection divisé par Nb d'objets à détecter)
	Fausses alarmes	TFA : taux de fausse alarme (Nb de mauvaise détections divisé par le Nb total de détection proposé par le système)
		Mauvaise détection : - objet mal classifié - objet surnuméraire - objet fantôme - objet situé dans une mauvaise pièce dans la carte fournie
	Notation sur détection	1000
	Bonus : pousser le ballon	150
	Bonus spécifique pour la bonne détection / localisation dans la bonne pièce de la clé (exemplaire fourni à J1)	250
		$R = 1000 \times \sqrt{TD \times (1 - TFA)}$ Bonus valable si la clé est détectée dans une seule pièce : la bonne !!