



Cahier des charges et Règlement des courses (Collèges, Lycées et Loisirs) Véhicules radiocommandés 2011

Version :	1.1
Date d'édition :	15/11/10
Nombre de pages :	28
Comité de rédaction :	F.Bouchar, E.Saulières, M.Dubreuil, G.Gaudry, F.Tollitte, E.Couffin, A.Souberbielle

Les dernières informations sont sur : <http://www.planete-sciences.org/midi-pyrenees/solaire/>
Ce document est la propriété de Planète Sciences Midi-Pyrénées il ne peut être modifié sans son autorisation écrite.

Ce règlement est inspiré de celui de la Cité de l'espace pour ses Défis solaires organisés de 2003 à 2006^(*).

Nous remercions les enseignants des lycées Déodat de Séverac de Toulouse et Saint Exupéry de Blagnac.

^(*)Depuis 2007, la Cité de l'espace reste partenaire et continue à accueillir l'événement.

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

Table des matières

Table des matières

1. Généralités.....	4
1. PRÉSENTATION.....	4
2. POUR TOUS LES ÂGES.....	4
3. RAPPEL HISTORIQUE.....	4
4. ÉVOLUTIONS CAHIER DES CHARGES ET COURSES 2010.....	4
2. Cahier des charges véhicules.....	5
1. SOURCES D'ÉNERGIE.....	5
2. LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS.....	5
3. CONFIGURATION GÉOMÉTRIQUE.....	6
4. TRANSMISSION RADIO.....	7
5. RADIOCOMMANDE ET TRANSPONDEUR.....	8
3. Les pistes des épreuves.....	9
1. CONFIGURATION DE LA PISTE DE PILOTAGE.....	9
2. CONFIGURATION DE LA PISTE D'ENDURANCE.....	9
4. Le suivi des projets.....	13
1. COMMUNICATION.....	13
2. LE SUIVI DE PROJET.....	13
3. DOSSIER TECHNIQUE.....	14
5. Les épreuves.....	15
1. GÉNÉRALITÉS SUR LE DÉROULEMENT DES ÉPREUVES.....	15
2. QUALIFICATION DES VÉHICULES.....	15
3. ÉPREUVE DE PILOTAGE	16
. Configuration véhicule.....	16
. Arrivée des concurrents.....	16
. Début de la course.....	16
. Fin de la course.....	16
. Gestion des événements de course.....	16
. Retour aux stands.....	16
. Résultats et classement.....	16
4. ÉPREUVE D'ENDURANCE.....	18
. Configuration véhicule.....	18
. Arrivée des concurrents sur la piste.....	18
. Début de la course.....	18
. Fin de la course.....	18
. Gestion des événements de course.....	18
. Pénalités.....	19
. Exemple :	19
. Retour aux stands.....	20
. Résultats et classement.....	20
6. Les acteurs.....	21
1. LES CONCURRENTS.....	21
2. LE COMITÉ DE COURSE.....	21
7. Chronologies	22
1. CHRONOLOGIE DU 27 MAI 2011 - COLLEGES.....	22
2. CHRONOLOGIE DU 28 MAI 2011 - LYCEES.....	22
3. CHRONOLOGIE DU 29 MAI 2011 - LOISIRS.....	22
8. ANNEXES.....	23

1. Généralités

Présentation

Les Défis Solaires Midi-Pyrénées permettent aux jeunes et aux passionnés de se rencontrer autour de courses de véhicules solaires miniatures pendant un week-end.

L'énergie utile au fonctionnement et au déplacement des véhicules doit être exclusivement issue du solaire.

Ces véhicules devront respecter un cahier des charges afin de se mesurer entre-eux selon leurs catégories lors des courses proposées.

Pour tous les âges

Dès l'âge de 10 ans, les jeunes scolaires réalisent en petites équipes des véhicules solaires qui participeront aux courses en ligne droite. Au collège, les jeunes réalisent toujours en équipe, un véhicule radiocommandé selon un protocole précis. Les lycées sont invités à apporter leur « propre touche » à des véhicules de mêmes caractéristiques générales : place à l'expérimentation et l'innovation !

Rappel historique

C'est au cours des années 90, que plusieurs passionnés, parmi lesquels des étudiants d'écoles d'ingénieurs (l'EFREI, EIGSI, etc) et des modélistes autos, ont créé des courses et un championnat de mini-voitures solaires : la SOLARCUP.

En 2003 et 2004, la Cité de l'espace de Toulouse a organisé une course d'endurance de 8 heures pour véhicules solaires radiocommandés : le "Défi Solaire Cité de l'espace".

La première édition a eu lieu en 2005 : la Cité de l'espace nous a proposé d'inclure la rencontre des lycéens avec son Défi Solaire Cité de l'espace. Le succès grandissant rencontré en 2006 lors de la deuxième édition des lycées nous a encouragé à prendre le relais de la Cité de l'espace et d'organiser « Les Défis Solaires » destinés aux jeunes de 10 à 77 ans.

En 2007, la manifestation « Défis Solaires » a pris une ampleur nationale avec le développement de rencontres similaires dans trois autres régions. Ce développement sera poursuivi en 2011.

Évolutions cahier des charges et courses 2011

- Simplification de l'épreuve d'endurance pour la catégorie collège;
- Modification de la piste :
 - pour le désert : les galets remplacent les dunes ;
 - schéma de l'océan modifié ;
 - épreuve de la glace des pôles modifiée : taille augmentée, suppression du blizzard;
- Le poster de présentation est pris en compte dans le classement final;
- Continuation du développement national;
- Liste de l'ensemble des prix décernés;
- Les dates de suivi, de remise du dossier technique et des épreuves avancées dans le temps.

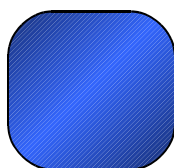
2. Cahier des charges véhicules

Sources d'énergie

La source d'énergie du véhicule pour sa propulsion, son contrôle par radiocommande et plus généralement l'ensemble de ses fonctions sera exclusivement d'origine solaire. L'émetteur de radiocommande pourra utiliser des batteries chargées sur le secteur.

La surface totale hors tout des cellules solaires équipant le véhicule n'excèdera pas 0,22 m² (2200 cm²). On entend par surface hors tout d'une cellule solaire, la surface du rectangle, carré ou disque circonscrit le mieux ajusté.

Exemple, une cellule solaire carrée aux coins coupés se verra affecter la surface du carré d'origine.



Surface affectée pour le contrôle de surface total de cellules solaires.

⇒ Contrôle 1

L'emploi de batteries d'accumulateurs électrochimiques est autorisé pour l'épreuve d'endurance. Pour certaines épreuves, c'est le directeur de course qui autorisera ou pas l'utilisation des batteries (en fonction de la météo).

Si le véhicule comporte des batteries, celles-ci devront se trouver dans un état de décharge quasi complète au moment de la vérification des véhicules le jour J ⇒ **Contrôle 8**.

Aucun dispositif de recharge de la ou des batterie(s) autre que les capteurs solaires du véhicule n'est autorisé. De même l'échange de batterie est interdit depuis le début de la charge des batteries jusqu'à la fin de toutes les épreuves, sauf au profit d'une batterie déchargée ⇒ **Contrôle 8**.

Les batteries d'accumulateurs

On considéra qu'une batterie est complètement déchargée si elle n'est plus en mesure de fournir un courant significatif sans que sa tension ne chute à des valeurs trop basses. En pratique cela signifie qu'en décharge, sous un courant en ampères inférieur ou égal au dixième de sa capacité en ampère heures, appliqué pendant un temps inférieur ou égale à 10 secondes, la tension à ses bornes n'excède pas la valeur par accumulateur indiquée dans le tableau ci-dessous :

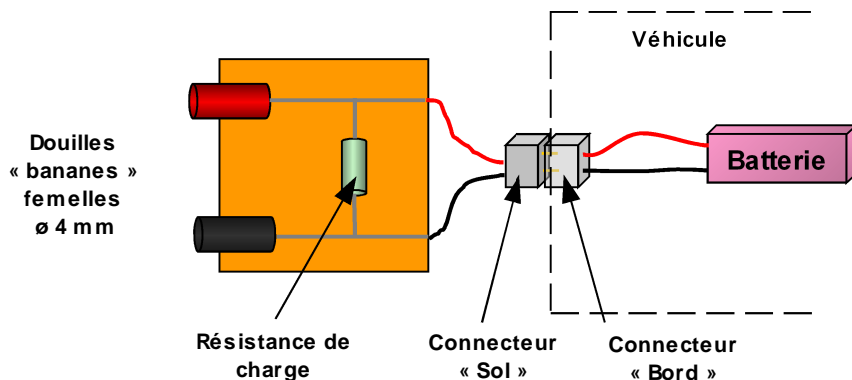
Technologie	Tension minimale de décharge par élément
Plomb-acide (Pb)	1,7 V
Nickel-Cadmium (NiCd)	0,9 V
Nickel-Hydrure métallique (NiMH)	0,9 V
Phosphate de fer lithié (LiFePO4)	2,8 V
Lithium-ion ou Lithium-ion polymère (Li-ion)	3,0 V
Lithium métal-polymère (LiPo)	3,0 V

Une batterie entièrement déchargée peut être substituée à la batterie précédemment en place avant cette vérification.

La mesure décrite ci-dessus doit pouvoir être effectuée aisément par le Comité de Course, qui sera munis de cordons terminés par des fiches « banane » mâles de 4 mm. Le schéma ci-après donne le principe du dispositif à prévoir pour chaque véhicule. La résistance aura une valeur exprimée en Ohms supérieure ou égale à la tension maximum tolérée de la batterie en volts divisée par le courant de décharge en ampères. Si ce n'est pas le cas, la mesure sera faite en circuit ouvert.

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses



Technologie des batteries : **NiMH**

Nombre d'éléments : Capacité par éléments Tension par élément :
n= 7 Ce= **1,2 Ah** Ue= **0,9 V**
(voir table de calculs ci-dessus)

Résistance de charge **minimale** $R_{mC} = (n \times U_e) / (C_e / 10)$ **AN** : $R_{mC} = 52,5 \Omega$

Tension mesurée : $U_m = 6,1 V$ La condition $U_m \leq (n \times U_e)$ est-elle respectée ? oui non

Configuration géométrique

Le véhicule en configuration de course devra s'inscrire dans un volume parallélépipédique de dimensions maxima hors tout : L = 80 cm, l = 50 cm et H = 80 cm. La longueur L s'entend comme celle des dimensions du véhicule qui est parallèle au sens de la marche, H étant la hauteur. Si l'engin comporte des appendices mobiles, télescopiques ou autres, ce volume doit être respecté quelle que soit la position des dits appendices.

⇒ **Contrôle 2a**

Dans le soucis de respecter l'intégrité des véhicules des autres concurrents :

- Le véhicule doit comporter des pare-chocs avant et arrière, en matière suffisamment amortissante pour ne pas causer de dégât en cas de choc avec un autre véhicule.
- La garde au sol (distance entre le sol et le bas des pare-chocs) ne devra pas dépasser 50mm

⇒ **Contrôle 2b**

Par mesure d'équité avec tous les concurrents et aussi parce que les organisateurs estiment que la recherche de l'allègement extrême n'est par un facteur de démocratisation de l'énergie solaire, nous limitons la masse minimale du véhicule à **1kg** en ordre de marche, sans batterie.

⇒ **Contrôle 2c**

Tout véhicule doit pouvoir démarrer (passer de la position d'arrêt à un déplacement) de manière autonome (sans aide extérieure) sur une surface plane horizontale. Comme une automobile...

⇒ **Contrôle 5b**

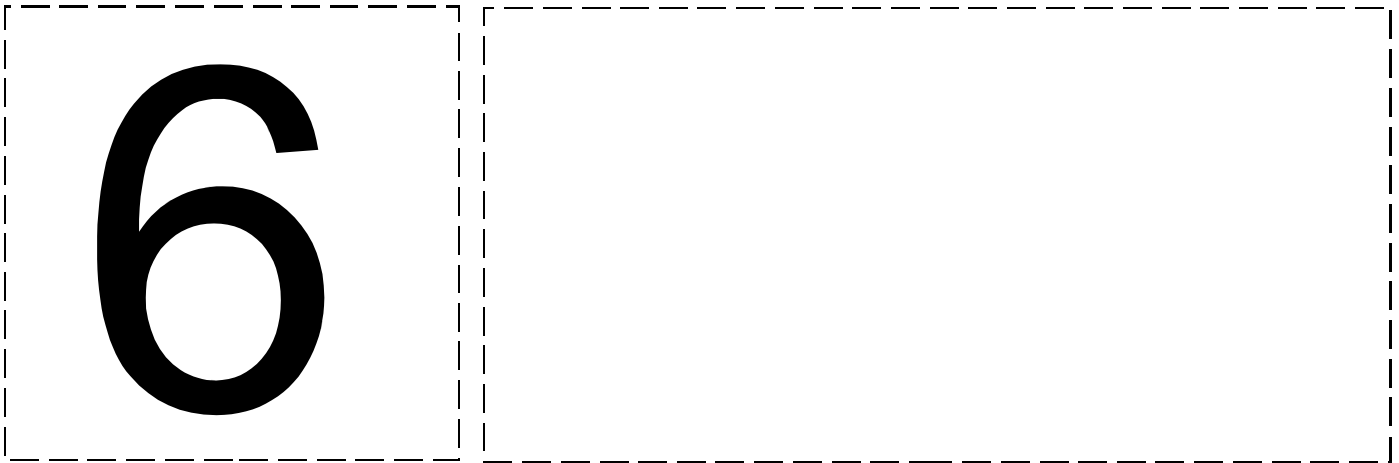
Un dispositif de mise à l'ombre des panneaux doit être disponible pour chaque véhicule. Ce dispositif peut se présenter sous la forme d'un couvercle, d'une boîte ou d'une caisse de transport.

⇒ **Contrôle 10**

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

Une surface lisse, blanc mat, de 6 x 6 cm placée à l'avant du véhicule recevra le numéro de celui-ci. Une surface lisse de 12 cm de large et de 8 cm de haut placée sur le côté gauche (bâbord) du véhicule portera le logo de la manifestation. (Voir modèles ci-dessous)



Numéro et logo seront exclusivement fournis par les organisateurs. Pour être suffisamment visibles, ces surfaces seront inclinées d'au moins 25° sur l'horizontale sans dépasser la verticale.

⇒ **Contrôle 3**

Un ou des points de manutention sera/seront disponibles(s) sur le véhicule pour permettre aux membres du Comité de Course de le transporter en toute sécurité. Ce ou ces point(s) sera/seront de couleur jaune orangée et clairement visibles(s) lorsque le véhicule est vu de dessus.

⇒ **Contrôle 4**

Transmission radio

Vous êtes autorisés à transmettre des informations depuis votre véhicule à un récepteur et une antenne de réception placés exclusivement sur votre stand ou dans les mains du pilote. Les émetteurs/récepteurs autorisés doivent utiliser le protocole ZigBee dans la gamme de fréquence 2,4 GHz d'une puissance maximale de 10 mW avec une antenne de 50 Ω. Les modules XBee utilisent ce protocole et sont d'une mise en œuvre facile. Ils sont recommandés pour les Défis solaires.

Voir dans les documents annexes : [Protocole Zig-Bee 1.0](#) Page 26

L'alimentation en énergie de la transmission de données (acquisition, traitement et émission des données) doit être exclusivement d'origine solaire. Lors de la qualification de votre véhicule, nous vous demanderons de nous présenter la documentation technique du constructeur de l'émetteur installé sur votre véhicule. Une fiche de contrôle spécifique a été rédigée et est disponible dans les documents annexes.

⇒ **Contrôle 7 + Fiche de contrôle XBee**

Radiocommande et transpondeur

Les radiocommandes des véhicules devront opérer dans les seules bandes de fréquences suivantes :

26.815 MHz à 26.915 MHz avec un espacement minimum de 10 KHz

41.000 MHz à 41.200 MHz avec un espacement minimum de 10 KHz

72.210 MHz à 72.490 MHz avec un espacement minimum de 20 KHz

La modulation se fera exclusivement en FM, la bande AM n'est pas acceptée car très sensible à l'inter-modulation (plusieurs émetteurs sont à proximité lors de la course).

Les fréquences des radiocommandes seront à nous communiquer sur le bulletin d'inscription. Il est conseillé de consulter le site internet des Défis Solaires pour ne pas choisir une fréquence déjà attribuée.

Bande des 2,4 GHz

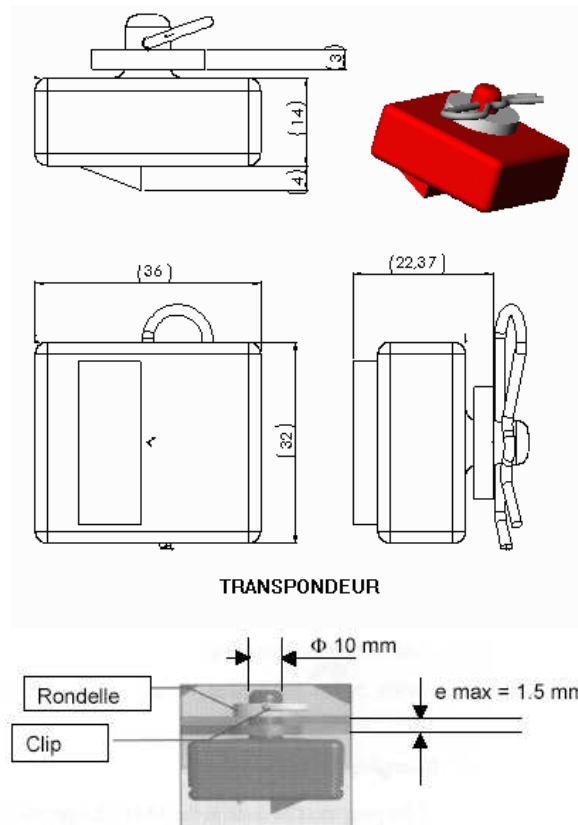
Les concurrents souhaitant utiliser leur radiocommande 2,4 GHz devront nous communiquer leur fréquence lors des contrôles et lorsqu'ils souhaiteront en changer pendant les épreuves. Tout manquement à cette procédure fera l'objet de pénalités.

Un essai émission/réception à 100m de distance sera réalisé lors du contrôle des véhicules.

⇒ **Contrôle 5**

Un transpondeur destiné au comptage de la distance parcourue sera installé sur le véhicule pour les courses. Il sera fourni par le Comité de Course ainsi que les accessoires nécessaires à son montage. Ce transpondeur est entièrement indépendant du véhicule et son autonomie énergétique est très largement supérieure à la durée des Défis Solaires Midi-Pyrénées. Ses dimensions sont 35 mm x 31 mm x 12 mm. Sa masse est de 22 g. Il sera fixé sous le véhicule, face au sol et au maximum à 10 cm de ce dernier. Les équipes doivent prévoir l'installation de ce transpondeur sur leur véhicule en se référant au schéma de montage ci-dessous.

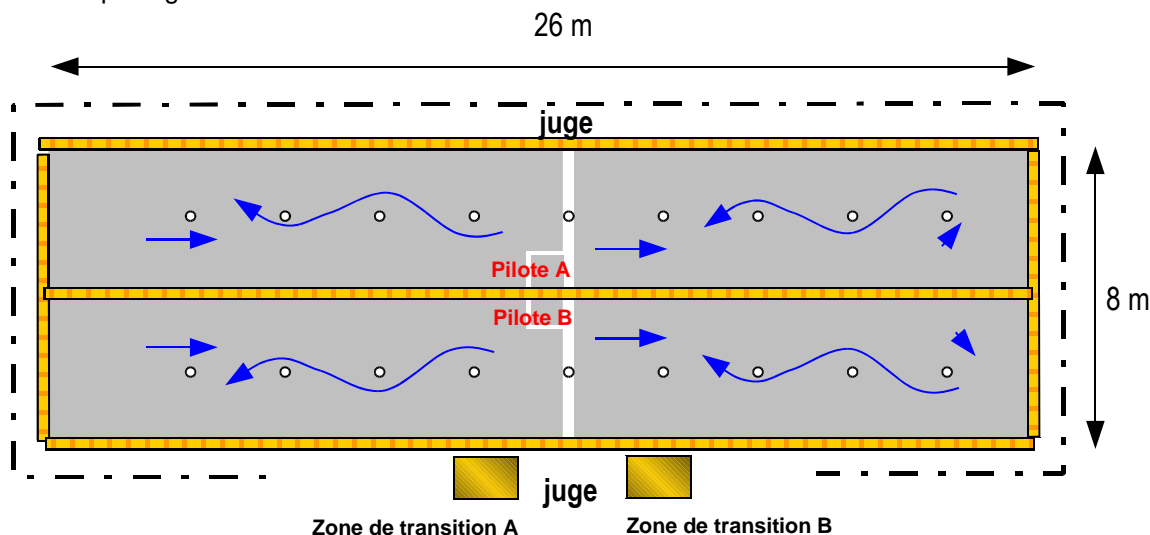
⇒ **Contrôle 6**




3. Les pistes des épreuves

Configuration de la piste de pilotage

La piste est constituée de deux circuits côte à côte qui permettent un match entre deux véhicules et leurs deux pilotes. Le schéma ci-dessous présente cette piste et le circuit à suivre pendant l'épreuve de pilotage.



Il y a 2,3 m entre les plots.

- - - - - Barrières
-  Tour de piste (gaine plastique annelée diam : 100mm)

Configuration de la piste d'endurance

La piste consiste en un circuit fermé de longueur comprise entre 120 et 180 mètres. Ce circuit comporte une rampe montante et une rampe descendante recouverte de gazon synthétique d'une hauteur inférieure à 20 mm.

La largeur minimum de la piste est de 2,5 m. Là où le site le permet, cette largeur est supérieure, en particulier dans les zones à visibilité réduite. Le rayon de courbure minimum est de 2,5 m (virage plat). Ce rayon est relatif à l'axe de la piste.

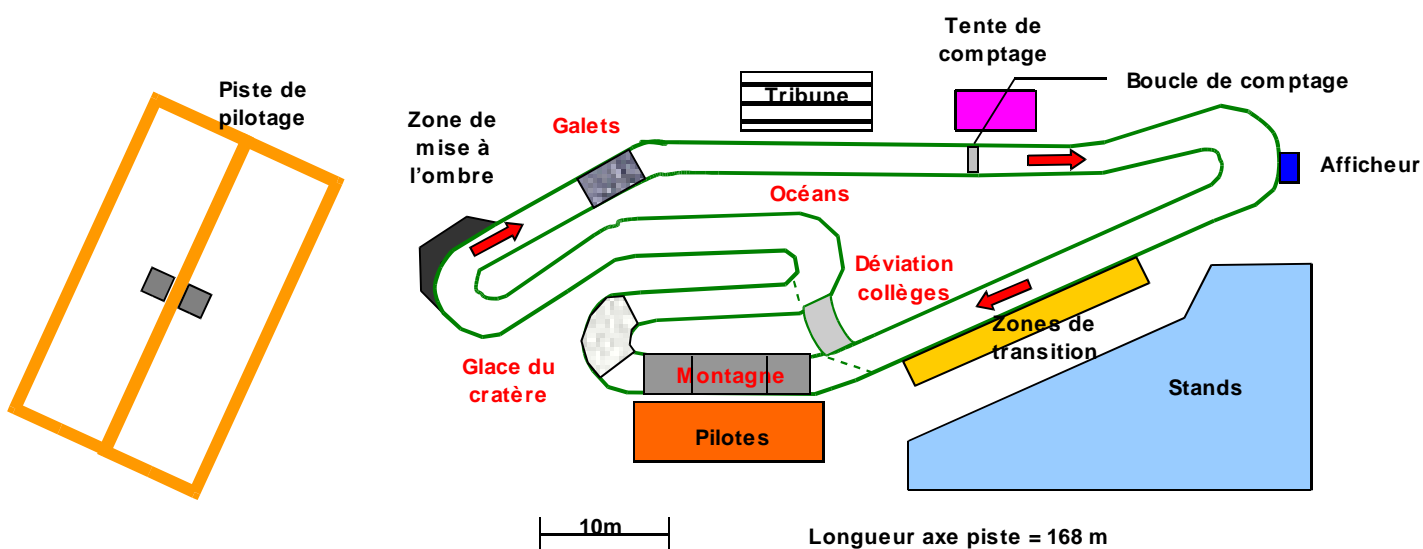
Les sommets des deux rampes, d'une pente de 20% (rapport entre le dénivelé et la distance horizontale projetée) sont raccordés par une surface horizontale. Le raccordement des différents éléments de la rampe entre elles et avec la piste se fait à angle vif.

Sur toute sa longueur, la piste est délimitée de part et d'autre par une bordure verticale solide de 10 cm de hauteur ou par un trottoir en béton standard. La bordure verticale ne présente pas d'aspérité de hauteur supérieure à 3 mm.

Le revêtement est en enrobé de rugosité standard, type parking. D'éventuels obstacles, naturels ou artificiels, ne dépassent pas 15 mm de hauteur. L'ensemble de la piste présente un dénivelé inférieur au mètre entre les points d'altitude extrême, hors rampes.

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses



Zone de transition

Une zone dite de transition sera réservée à chaque véhicule le long de la piste. Cette zone ne sera utilisée que lors de la course d'endurance. C'est depuis cette zone que les véhicules prendront le départ ou le reprendront après une intervention. C'est sur cette zone que les véhicules devront être arrêtés pour emport vers les stands ou que les commissaires de course les mettront à disposition des équipes après les avoir retirés de la piste.

Stand

C'est une zone technique mise à disposition de chaque équipe à faible distance des pistes. Chaque stand offrira une surface utile d'environ 3,5 x 3,5 m. Des moyens d'assistance pourront y être installés. Le secteur 220 V / 50 Hz sera disponible sur un tableau électrique central compatible avec les prises 2P+T/16A standards. Il est de la responsabilité des équipes de se munir d'un câble de liaison ad hoc.

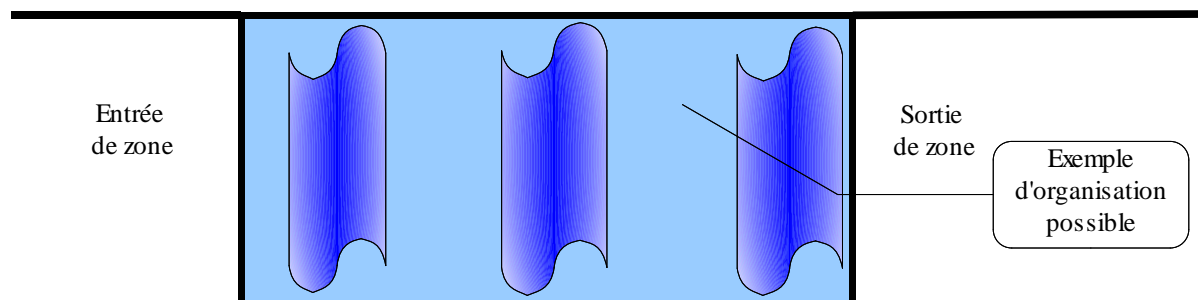
Zone de mise à l'ombre

Lors de la course d'endurance, une zone dite de « mise à l'ombre », accessible à partir de la piste par une bretelle de dégagement, servira de zone de rétention pour les véhicules des équipes devant purger une pénalité suivant les modalités évoquées au paragraphe **Pénalités** (Page 17).

Les océans

La zone rectangulaire fait 2,5m de large et 4m de long. La surface océanique est réalisée à l'aide d'un liner de piscine sous lequel sont disposés des zones surélevées simulant des vagues en matière très fluides, il ne comporte pas d'élément libre (pas d'eau).

Il est possible que des modifications soient apportées suite aux tests qui seront effectués par le comité de course.



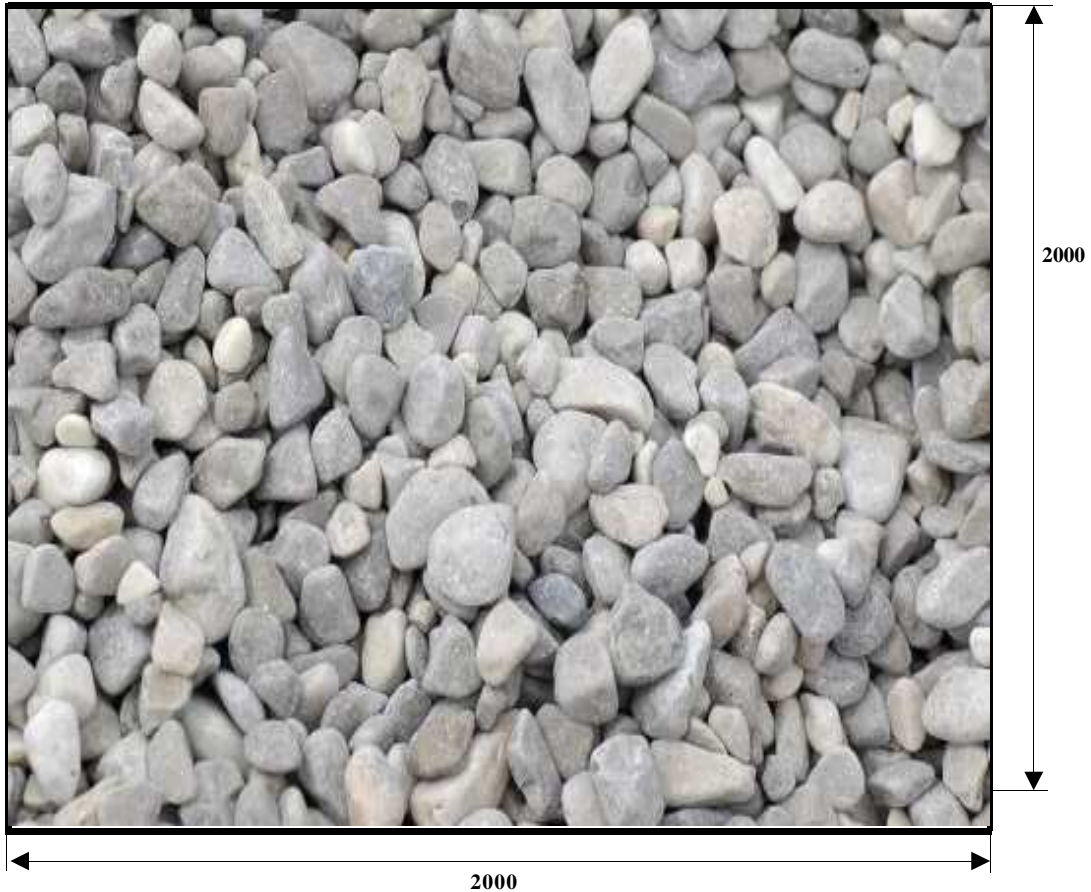
Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

Le désert de pierre

Une zone représentative des déserts terrestres de pierre, sera mise en place juste avant la grande ligne droite.

Les voitures traversent un lit de galets dont la hauteur varie entre 10 et 25 mm au maximum.



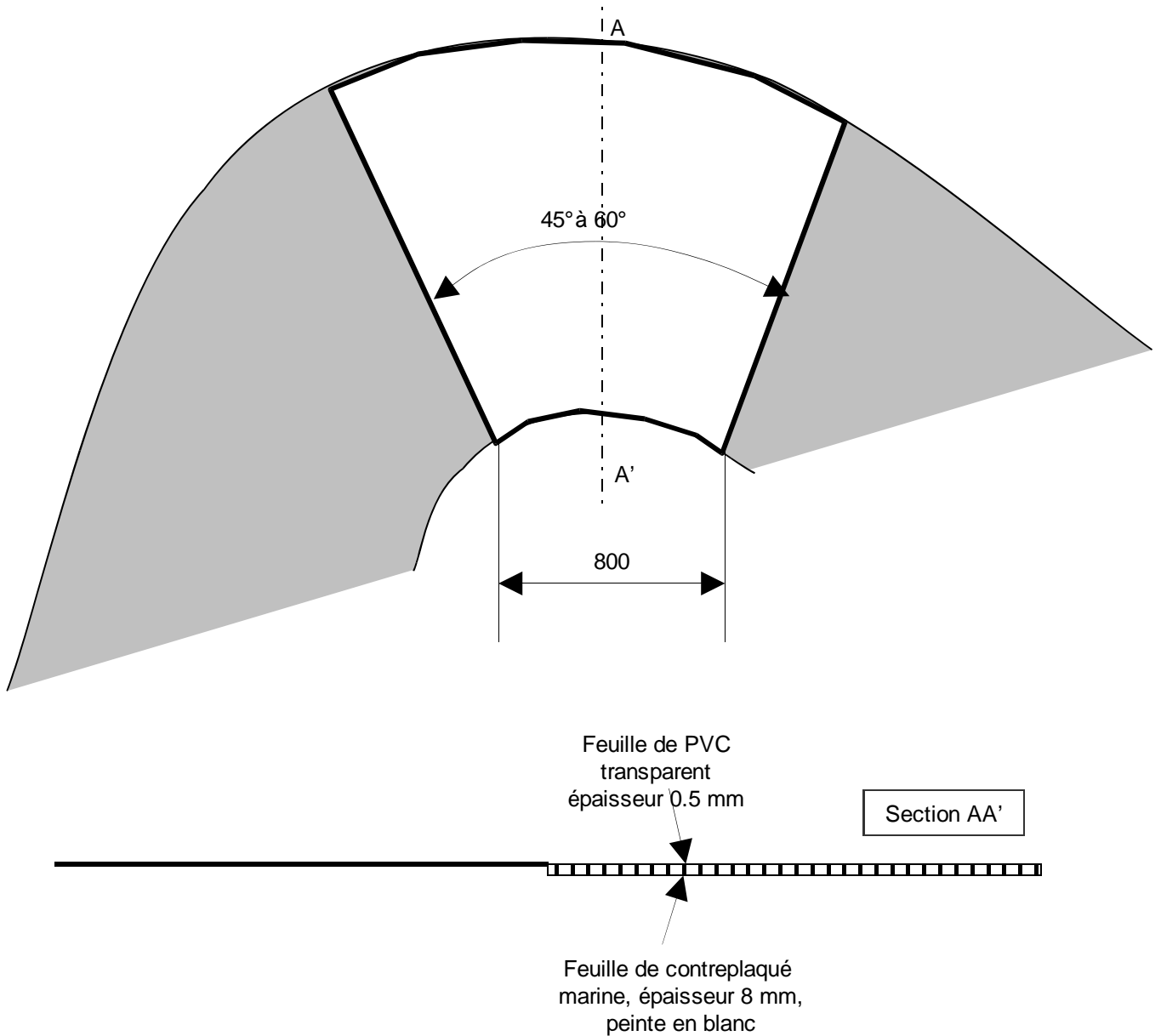
PROFIL GALETS

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

La glace des pôles

Les pôles sont des milieux extrêmes, si la glace et le blizzard sont difficiles pour la faune locale, ils le sont également pour les véhicules qui vont devoir faire face à ce milieu hostile.

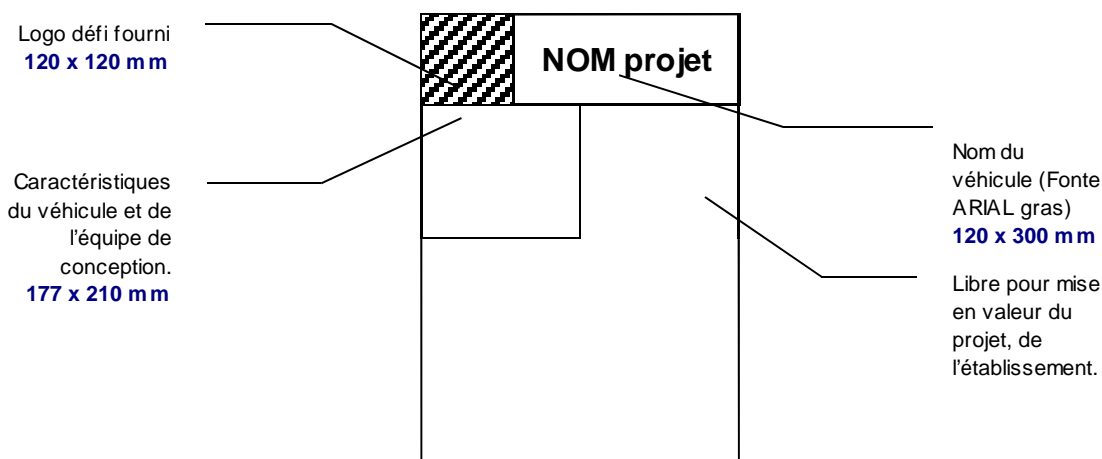


4. Le suivi des projets

Cette année encore, les organisateurs veulent pouvoir mieux suivre et valoriser les projets. Cet objectif n'est possible qu'à travers une communication plus régulière entre les organisateurs et les participants avec des supports mieux utilisés. Nous allons comme chaque année, demander aux participants de réaliser un panneau pour communiquer auprès du public présent lors des épreuves. Le dossier technique sera transmis 15 jours avant l'épreuve pour que le jury puisse en prendre pleinement connaissance. Et enfin, pour la seconde année, pour inciter les participants à nous envoyer régulièrement des informations de leurs projets, nous allons octroyer des points supplémentaires aux participants qui s'incrivent dans cette démarche. Ceci va nous permettre ainsi d'identifier plus facilement les projets qui sont en difficulté afin que nous puissions les épauler.

Communication

Afin de permettre le repérage des équipes et de leur véhicule par le public, nous demandons à chaque équipe participante de bien vouloir prévoir une affiche au format A2 rigide orientée verticalement (hauteur 594 mm et largeur 420 mm). Nous vous recommandons un style capable d'interpeller le très grand public, principal destinataire de ce poster avec le jury.



6 points supplémentaires seront accordés lors de la présentation au jury.

Le suivi de projet

Depuis de nombreuses années les organisateurs mettent en place le suivi des projets à travers le site Internet des Défis Solaires Midi-Pyrénées. A cet effet, des jauges de suivi de ces projets sont utilisées et des photos des projets peuvent être mises en ligne pour voir évoluer les projets au fur et à mesure. Malheureusement, cet outil est peu utilisé et donc, ne permet pas aux organisateurs d'identifier les projets en difficultés pour leur venir en aide.

Comme l'an passé, les organisateurs ont décidé de mettre en place un système de barème de point pour accompagner et inciter fortement cette démarche. Pour chaque diapo, un point est accordé avec le calendrier suivant :

- Au 15-01-11 : Envoi de 3 diapos (exemples : photo des jeunes, nom du projet, planning du projet,...);
- Au 15-03-11 : Envoi de 3 diapos (exemples : achat de matériel, plans divers, schémas électriques,...);
- Au 15-04-11 : Envoi de 3 diapos (exemples : premières ébauches, tests, expériences,...);
- Au 01-05-11 : Envoi de 3 diapos (exemples : montage final, test de pilotage, mascotte,...);

L'idée étant de permettre à un projet d'obtenir avec peu d'effort, s'il respecte la règle, 12 points sur un maximum possible de 100 (contre 77 et 94 les années précédentes). Par contre, ceux qui ne participent pas à cette dynamique auront une pénalité d'un point par date, soit un départ potentiel avec -4 points le jour des épreuves.

Dossier technique

Tout projet qui se respecte est accompagné d'un document technique qui décrit l'élaboration du véhicule, les problèmes qui se sont posés et les solutions trouvées par l'équipe. Enfin, les plans techniques mécaniques et électriques peuvent éclairer le lecteur dans la compréhension du fonctionnement du véhicule solaire mais aussi permettre un dépannage plus rapide en cas de problème. Enfin, la rédaction d'un document technique permet une valorisation du travail réalisé vers les partenaires, les institutions et les organisateurs des Défis Solaires.

Nous demandons aux participants de mettre à disposition des organisateurs 15 jours avant les épreuves, une version informatique de leur dossier technique à l'adresse mail webmestredefisolaire@yahoo.fr . Ils seront examinés par le jury. Une version papier sera demandée lors des épreuves.

Cette année, les organisateurs ont décidé de mettre en place un système de barème de point pour accompagner et inciter fortement cette démarche avec le calendrier suivant :

- Au plus tard le 20-05-11 : Envoi de la version informatique du dossier technique pour le jury.
(5 points seront accordés, si ce délai maximum est respecté)
- Le jour de l'épreuve : Avoir une version papier du dossier technique.
(5 points supplémentaires seront accordés)

Soit un total potentiel de 10 points sur les 100 points maximum sur le classement final.

Voici un exemple de contenu de dossier technique :

- | | |
|---|--|
| 1. Présentation des objectifs du projet | Le véhicule devra être stable, monter une pente de 20%, etc. |
| 2. L'équipe de conception | Noms et rôles de chacun |
| 3. Plan mécanique du véhicule | Des schémas manuscrits suffisent |
| 4. Plan électrique | Des schémas manuscrits suffisent |
| 5. Réalisation – Journal de bord | Rédactions par petits bouts au fur et à mesure des problèmes rencontrés, solutions proposées, etc. |

⇒ **Contrôle 9**

5. Les épreuves

Généralités sur le déroulement des épreuves

Une équipe type des « Défis Solaires Radiocommandés » est constituée de jeunes : (2 pilotes portant un dossard avec le numéro de leur véhicule et 5 « mécanos ») et de 3 accompagnateurs.

Gestion des accès

Toutes ces personnes sont autorisées à occuper les stands grâce à un badge qu'elles portent en évidence. Les autres membres des équipes devront rester en dehors des stands. Cependant, les changements de badges et de dossards sont autorisés au sein des équipes.

Enfin, les organisateurs, les membres du jury et du comité de course ainsi que des invités pourront être amenés à circuler dans les stands. Ils seront alors clairement identifiables par le port d'un badge spécifique.

La piste

L'accès à la piste est interdit à tous les concurrents. Si un concurrent souhaite échanger avec un membre du comité de Course, celui-ci le rejoindra sur son stand. Pour accéder à la tente du Comité de Course, il fera le tour par l'extérieur des barrières « public ».

Il est interdit aux véhicules de rouler à contre-sens, que ce soit en marche avant ou en marche arrière, excepté et exclusivement sur la distance minimale nécessaire pour se dégager d'une situation de blocage.

Pilotes

Seuls les pilotes des véhicules ont accès à une zone surélevée (gradins) offrant une vue sur la totalité de la piste.

Chaque pilote présent dans la zone de pilotage devra obligatoirement porter un dossard « pilote » correspondant au numéro du véhicule, sous peine de pénalité. De même, la présence de deux pilotes du même véhicule sur le gradin supérieur peut être sanctionnée si elle risque de gêner les autres pilotes.

Qualification des véhicules

Les contrôles des véhicules sont ouverts de 9 h 30 à 11 h 00. Ils sont organisés en plusieurs pôles afin de permettre à chaque équipe de qualifier rapidement son véhicule.

Les pôles sont les suivants :

- Géométrie du véhicule (Contrôles 1, 2, 3, 4, 10)
- Communication (Contrôle 9)
- Radio (Contrôles 5, 6a, 6b, 7)
- Énergie (Contrôle 8)

Une fois qualifiés, les véhicules sont placés sur leur zone de transition respective avec leur dispositif de mise à l'ombre des panneaux.

A l'heure précise du début de charge des batteries, les pilotes pourront exposer les panneaux solaires de leur véhicule au soleil.

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

Épreuve de pilotage

L'épreuve consiste à être le plus rapide dans un slalom entre des plots. Elle est constituée de séries de courses en duel.

Configuration véhicule

Les véhicules sont conformes au cahier des charges « Défis Solaires Radiocommandés ». La direction de la course peut prendre la décision d'autoriser ou pas les batteries.

Arrivée des concurrents

Les deux équipes qui attendent dans leur zone de transition entrent sur la piste et positionnent leur véhicule derrière la ligne. Les deux pilotes se placent au milieu de la piste, dos à dos debout sur l'estrade centrale.

Début de la course

Le directeur de course donne le départ par un coup de klaxon. Chaque véhicule doit impérativement démarrer de façon autonome, à l'horizontal, sans aucune intervention humaine.

Fin de la course

La course est finie lorsqu'un véhicule réalise deux tours de circuit dans le temps limite de 3 minutes.

Gestion des événements de course

Durée maximum d'une course : 3 minutes

Si aucun n'arrive à faire deux tours, c'est celui qui a parcouru la plus grande distance qui est vainqueur.

Aucune intervention sur les véhicules pendant la course n'est autorisée.

Tout véhicule sortant complètement de sa zone d'évolution est disqualifié et donne la victoire à l'autre concurrent. De même, toute faute sur l'adversaire est disqualificative.

Retour aux stands

Les concurrents qui viennent de courir, sortent de la piste avec leur véhicule. Ils sont aussitôt remplacés par les deux concurrents suivants qui attendaient en zone de transition.

Résultats et classement

L'épreuve de slalom est constituée de deux manches durant lesquelles chaque concurrent réalise deux courses en duel.

Les véhicules sont chronométrés entre le moment du coup de klaxon du départ et le moment où ils passent la ligne d'arrivée à l'issue de deux tours, en respectant tous les points du règlement.

Les temps sont notés sur le tableau des résultats. Le vainqueur bénéficie d'un bonus de 5 secondes sur son temps de parcours. Les chronométrages sont effectués manuellement par deux arbitres attitrés et sont donnés au 100^{ème} de seconde.

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

A l'issue des deux manches, un temps cumulé est calculé et un classement est réalisé.

Exemple :

	1ère manche		2ème manche		Temps cumulé	
	Chrono	Bonus	Chrono	Bonus	Secondes	Minutes/sec
Concurrent 1	29,58	24,58	39,85	39,85	64,43	1'04,43
Concurrent 2	33,45	33,45	29,72	24,72	58,17	0'58,17
Concurrent 3	44,55	39,55	33,24	33,24	72,79	1'12,79
Concurrent 4	45,10	45,10	25,24	20,24	65,34	1'05,34

Le concurrent 1 rencontre le concurrent 2 lors de la 1^{ère} manche et gagne la course, etc.

Le classement final donne le concurrent 2 vainqueur à l'issue des deux manches.

Viennent ensuite les quarts de final avec les 8 concurrents les mieux classés, les demi-finales, une petite finale et une grande finale.

Le vainqueur gagne 25 points, le 2^{ème}, 24 points, le 3^{ème}, 23 points, etc.

Épreuve d'endurance

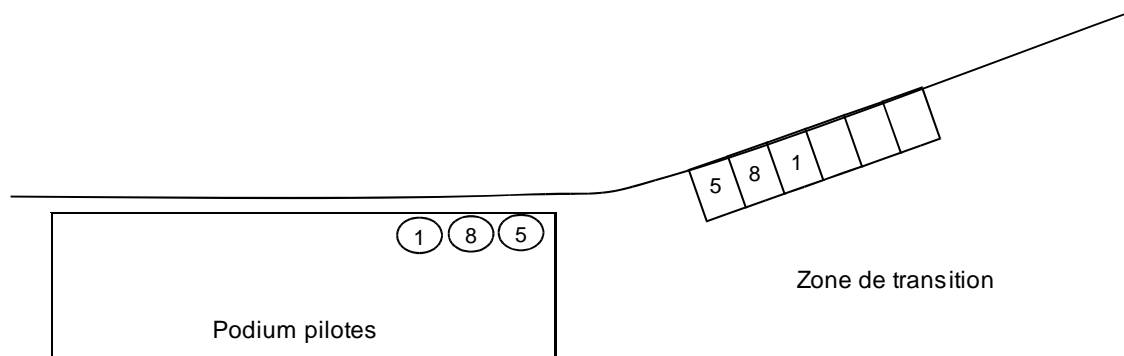
L'épreuve d'endurance consiste à rouler pendant 4 heures et à parcourir la plus grande distance.

Configuration véhicule

Les véhicules sont conformes au cahier des charges « Défis Solaires Radiocommandés », c'est à dire qu'ils ont passé avec succès tous les points de qualification (voir fiche de qualification). Une demi-heure avant le début de la course, les batteries des véhicules doivent être « vides » au sens décrit dans le cahier des charges. Il est demandé de disposer d'un jeu de batteries vides pour chaque épreuve (n°1 pour l'endurance et n°2 pour le pilotage, les deux étiquetées au nom de l'établissement).

Arrivée des concurrents sur la piste

Les véhicules sont mis en zone de transition une demi-heure avant le début de la course pour la charge de leurs batteries. Les places sont affectées de manière à éviter que des pilotes utilisant des fréquences proches ne soient pas côte à côte sur l'estrade « Pilotes ». Les places sur la zone de transition sont attribuées afin d'optimiser les champs de vue pour le départ : Zone de transition n°x à gauche, pilote n°x à droite, et ainsi de suite e...



Début de la course

Les véhicules partent de leur zone de transition au signal du directeur de course à l'horaire indiqué dans le tableau correspondant à votre catégorie (chapitre 5)

Fin de la course

Les voitures disposent de 5 minutes pour terminer leur tour (en passant sur la boucle de comptage) avant de s'arrêter. Les véhicules qui ne sont pas en piste en train de rouler pendant ces 5 dernières minutes auront 10 tours de pénalité. (voir §**Résultats et classement** page 18).

Gestion des événements de course

Les équipes sont autorisées, de la mise au soleil des panneaux jusqu'à la fin de l'épreuve, à ôter et remettre en place la (les) batterie(s) de leur véhicule. Ces opérations seront effectuées sur le stand de l'équipe et en présence d'un membre du Comité de Course qui vérifiera l'intégralité des scellés avant la dépose et en apposera de nouveaux après la repose. La/les batterie(s) déposée(s) sera/seront conservée(s) par le Comité de Course.

De même, en cas de remplacement par une nouvelle batterie, l'intégralité des scellés de la batterie en place et l'état de décharge de la nouvelle batterie seront vérifiés (**Contrôle 8**) par le Comité de Course avant toute opération.

Dans le cas où les scellés auraient été brisés par l'équipe avant le contrôle du Comité de Course, ce dernier pourra l'obliger à décharger complètement la batterie avant que son véhicule ne puisse reprendre la course. Si l'équipe constate un bris de scellés accidentel, elle doit en avertir le Comité de Course sans délai.

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

Pénalités

Les organisateurs désirent que ces épreuves se déroulent dans un climat général de courtoisie. A cette fin le Comité de Course sera habilité à procéder à toute vérification qui lui paraîtrait utile pour en garantir la sincérité et à toute intervention nécessaire à son bon déroulement.

Un système de points de pénalité sanctionnera tout manquement au présent règlement. En dehors des mesures qui pourraient être décidées par le Comité de Course, ces pénalités consisteront en « mises à l'ombre », c'est à dire l'obligation pour le véhicule sanctionné de passer un certain temps dans la zone d'ombre prévue à cet effet.

Description	Minute(s) à l'ombre	Commentaires
Remise en piste d'un véhicule bloqué de son propre chef	1	
Retour d'un véhicule en zone de transition à la demande du pilote.	1	La distance déjà parcourue entre la boucle de comptage et le lieu de l'arrêt ne sera pas comptabilisée, ni celle entre la zone de transition et la boucle de comptage.
Retour en zone de transition d'un véhicule incapable de repartir après mise à l'ombre	1	Idem ci-dessus
Véhicule roulant à contre-sens	1	
Concurrent pénétrant sur la piste	1	
Présence d'une personne non pilote dans la zone pilotes.	1	Est considéré comme non pilote toute personne ne portant pas un dossard pilote au numéro de son véhicule.
Présence de deux pilotes sur le gradin supérieur	1	
Perte d'un élément du véhicule	1	Ne s'applique pas aux conséquences d'un choc manifestement causé par un autre véhicule ni aux fragments éventuels de cellules solaires
Retour en zone de transition d'un véhicule ou groupe de véhicules arrêté présentant une gêne.	2	Est considéré comme gênant un véhicule ou groupe de véhicules arrêté sur le coté gauche de la piste dans une ligne droite ou à l'intérieur d'un virage ou dans une zone de faible visibilité. La distance déjà parcourue entre la boucle de comptage et le lieu de l'arrêt ne sera pas comptabilisée, ni celle entre la zone de transition et la boucle de comptage.
Véhicule heurtant un commissaire de course lors d'une intervention sur la piste	2	Les commissaires de course s'assurent, au moment de pénétrer sur la piste, qu'ils peuvent le faire sans danger. Une fois qu'ils y sont, il est de leur devoir de gêner le moins possible. Le devoir des pilotes est de les éviter.
Véhicule provoquant, en heurtant un autre véhicule, l'arrêt de celui-ci.	3	Les cas de contact sans conséquence apparente pour la victime pourront néanmoins faire l'objet de réclamations.
Comportement incorrect vis à vis des autres concurrents et/ou du Comité de Course	3 ou plus	Pénalité à la seule appréciation du Directeur de Course ou du Directeur Technique.

Exemple :

Lorsqu'un membre du comité de course constate une infraction passible d'une pénalité, il intervient en appliquant strictement le plan d'action suivant : si l'incident a provoqué l'immobilisation d'un véhicule, « la victime » est remise en piste.

- le Commissaire de Course avertit ensuite le pilote responsable de l'infraction en lui montrant simultanément le numéro de son véhicule et un carton de couleur représentant le niveau de la pénalité (vert pour un point, jaune pour 2 et rouge pour 3)
- si le véhicule fautif nécessite une intervention (remise en piste, retour sur zone de transition,...) celle-ci est effectuée par le Commissaire de course.
- la pénalité est affichée sur le panneau visible du public et des pilotes, sous la forme d'un carton de couleur placé en regard du numéro du véhicule. Elle est simultanément enregistrée par un logiciel qui en assure la datation et le suivi.
- Pour purger une pénalité, le pilote dirige son véhicule sur la plage d'arrêt de la zone de mise à l'ombre et montre aux commissaires, s'il y a ambiguïté, un carton de la couleur correspondant au barème de la pénalité qu'il souhaite purger. Chaque pilote dispose d'un jeu de cartons de couleur pour communiquer. L'un des deux commissaires place alors le véhicule dans la zone d'ombre et le second déclenche le décompte de la durée correspondant au barème.

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés

Cahier des charges et règlement des courses

- A expiration du délai, l'un des Commissaires enlève le carton correspondant du tableau général et le montre au pilote. Le véhicule doit alors quitter la zone d'ombre dans la minute qui suit, sinon il est rapporté sur la zone de transition par un Commissaire de Course et se voit affecter une nouvelle pénalité.

Retour aux stands

Après la course, les concurrents sont invités à regagner leur stand, les véhicules restent sur leur zone de transition afin de permettre au comité de course de vérifier les séquestres posés sur les batteries et de récupérer les transpondeurs et les dossards. C'est aussi le moment de faire une photo panoramique de tous les concurrents et leurs bolides.

Résultats et classement

Le vainqueur de l'épreuve est celui qui a parcouru la plus grande distance et qui était en piste en état de rouler entre H_{fin} et $H_{fin+5mn}$.

Les véhicules qui n'ont pas pu terminer leur tour entre après $H_{fin+5mn}$ auront 10 tours de pénalité. Ils seront retranchés à leur total de tours, pour le classement final.

Les véhicules qui n'ont pas purgé leurs pénalités se verront affliger de 5 tours de pénalité par minute comptabilisée.

Un classement est établi avec tous les véhicules en fonction du nombre de tours réalisés (en tenant compte des tours de pénalité éventuels).

Le vainqueur obtient 25 points, le deuxième 24 points, etc...

Le classement final de la journée est le cumul des points obtenus à l'épreuve de pilotage et des points obtenus à l'épreuve d'endurance dotés d'un coefficient multiplicateur de 2 plus les points de suivi obtenus en amont de la course (diapo + dossier techniques + poster de présentation).

L'endurance étant l'épreuve la plus représentative du potentiel d'utilisation de l'énergie solaire.

$$\begin{aligned} \text{Total points Journée} &= \text{Total points Pilotage} + \text{Total points Endurance} \times 2 \\ &+ \text{Suivi de projet (12 points)} + \text{Dossier technique (10 pts)} \\ &+ \text{poster de présentation (6 points)} \end{aligned}$$

Tableau des prix décernés :

Prix – performance des véhicules	Prix spéciaux
1er Prix	Prix de la démarche éco-citoyenne Pour la démarche vers l'éco-conception
2ème Prix	Prix de la communication Pour le poster et la présentation orale
3ème Prix	Prix de l'esprit d'équipe Pour la collaboration et l'esprit sportif
Prix du pilotage : Vainqueur de l'épreuve de pilotage	Prix de l'innovation technique Pour les nouveautés techniques apportées
Prix de l'endurance : Vainqueur de l'épreuve de pilotage	Prix de l'originalité Pour le véhicule le plus « surprenant »
Prix de la régularité Temps du meilleur tour / Temps moyen	Prix « Coup de cœur » du Jury Prix spécial du jury
Efficacité énergétique Nombre de tours x Masse du véhicule / rendement des cellules (fiche technique fournie)	Prix de la démarche de projet Pour la démarche : planning annuel, plans, suivi en ligne et dossier technique

6. Les acteurs

Les concurrents

Ce sont les équipes qui préparent et pilotent leur véhicule solaire radiocommandé. Pendant les courses, seuls les membres de l'équipe, identifiés par des badges, ont le droit d'être présent sur les stands.

Les pilotes

Ce sont des concurrents, membres d'une équipe, qui contrôlent par un moyen radio, le pilotage de leur véhicule respectif. Les pilotes sont habillés de chasubles, ce qui les distinguent des autres membres de leur équipe. Plusieurs relèves de pilotes peuvent être réalisées au sein d'une équipe. Seul le pilote a le droit d'être présent sur le podium de pilotage.

Le Comité de course

C'est l'ensemble des personnes responsables de la course, il comprend :

Un Directeur de course

Il est le responsable du bon déroulement de la course et pour cela, il se doit de coordonner les commissaires de courses. C'est lui qui tranche, si une réclamation est déposée par un concurrent ou si point du cahier des charges est discuté par les concurrents.

Des Commissaires de courses

Ils sont répartis sur toute la piste et veillent au bon déroulement des épreuves. Ils aident les équipes en cas de problème sur la piste. Ils ont le devoir également de pénaliser les équipes qui ne respectent pas le présent règlement.

Des Contrôleurs

Ils sont chargés de vérifier (avec les concurrents), la conformité au cahier des charges, des véhicules qui se présenteront sur la ligne de départ.

7. Chronologies

Chronologie du 27 mai 2011 - COLLEGES

8h30	Arrivée des équipes Installation dans les stands et préparation pour les qualifications
9h30	Début des qualifications Les contrôleurs passent sur les stands pour qualifier les véhicules.
11h00	Fin des qualifications
11h00	Mise au Soleil des véhicules avec batteries « pilotage »
11h30	Début de l'épreuve de pilotage
13h00	Fin de l'épreuve de pilotage
13h30	Mise au Soleil des véhicules avec batteries « endurance »
14h00	Début de la course d'endurance
17h00	Fin de la course d'endurance
17h30	Remise des récompenses

Chronologie du 28 mai 2011 - LYCEES

8h30	Arrivée des équipes Installation dans les stands et préparation pour les qualifications
9h00	Début des qualifications Les contrôleurs passent sur les stands pour qualifier les véhicules.
11h00	Fin des qualifications
11h00	Mise au Soleil des véhicules avec batteries « pilotage »
11h30	Début de l'épreuve de pilotage
13h00	Fin de l'épreuve de pilotage
13h30	Mise au Soleil des véhicules avec batteries « endurance »
14h00	Début course d'endurance
18h00	Fin course d'endurance
18h30	Remise des récompenses

Chronologie du 29 mai 2011 - LOISIRS

8h30	Arrivée des équipes Installation dans les stands et préparation pour les qualifications
9h00	Début des qualifications Les contrôleurs passent sur les stands pour qualifier les véhicules.
11h00	Fin des qualifications
11h00	Mise au Soleil des véhicules avec batteries « pilotage »
11h30	Début de l'épreuve de pilotage
13h00	Fin de l'épreuve de pilotage
13h30	Mise au Soleil des véhicules avec batteries « endurance »
14h00	Début course d'endurance
18h00	Fin course d'endurance
18h30	Remise des récompenses

8.ANNEXES

FICHE DE QUALIFICATION

Défis Solaires Midi-Pyrénées radiocommandés 2010

Nom du véhicule : Nom du Lycée :

Numéro du véhicule : Fréquence radio :MHz Ville :

Contrôle 1

- Surface panneau $\leq 0,22 \text{ m}^2$ (2200 cm²) **Calculs**
- Rendement des cellules photovoltaïques _____ (justifier en présentant la documentation technique)

Contrôle 2

- Dimensions du véhicule
 - L_{max} = 80 cm H_{max} = 80 cm l_{max} = 50 cm - Garde sol 50mm -
 - Masse sans batterie (ou super capacité) $\geq 1\text{kg}$

Contrôle 3

- Supports numéros et logos
Coller le numéro et le logo

Contrôle 4

- Point(s) de manutention présent(s)

Contrôle 5

- Essais radiocommande
Le pilote s'éloigne de 100 m avec sa radio et procède aux essais de la direction, de la propulsion et d'autres fonctions éventuelles. Véhicule automobile (démarre seul)

Contrôle 6

- Mise en place du transpondeur
Le montage et le démontage doivent être faciles.
- Essais sur boucle de comptage
Déplacer à la main le véhicule de manière à le faire franchir la boucle de comptage.

Contrôle 7

- Système de transmission radio
 - Fréquence dans la bande des 433 MHz et puissance d'émission $< 10\text{mW}$
 - Utilisation d'un module X-Bee (Fiche de contrôle spécifique jointe)

Contrôle 8

- Nombre d'éléments : $n = \dots$ Capacité par éléments Tension par élément :
 $C_e = \dots \text{Ah}$ $U_e = \dots \text{V}$
(voir table de calculs §5.5)
Résistance de charge minimale $R_{mC} = (n \times U_e) / (C_e / 10)$ **AN** : $R_{mC} = \dots \Omega$
- Tension mesurée : $U_m = \dots \text{V}$ La condition $U_m < (n \times U_e)$ est-elle respectée ? oui non
- Batteries déchargées 2 jeux de batteries déchargées

Contrôle 9

- Panneau de présentation du projet Dossier technique

Contrôle 10

- Dispositif de mise à l'ombre des panneaux

Contrôle de batterie

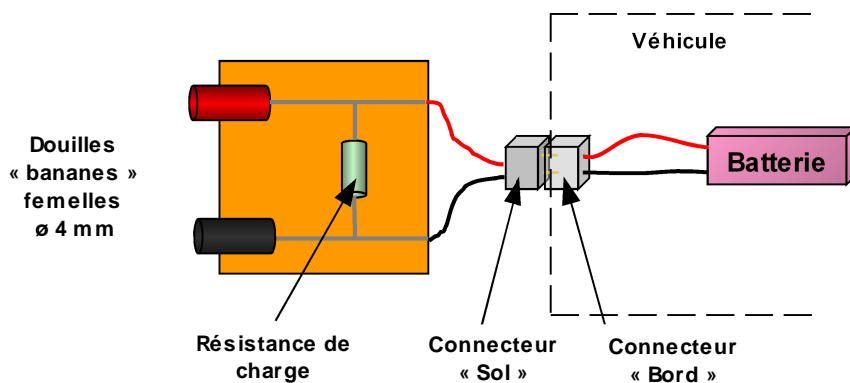
On considère qu'une batterie est complètement déchargée si elle n'est plus en mesure de fournir un courant significatif sans que sa tension ne chute à des valeurs trop basses. En pratique cela signifie qu'en décharge, sous un courant en ampères inférieur ou égal au dixième de sa capacité en ampère heures, appliqué pendant un temps inférieur ou égal à 10 secondes, la tension à ses bornes n'excède pas la valeur par accumulateur indiquée dans le tableau ci-dessous :

Technologie	Tension minimale de décharge par élément
Plomb-acide (Pb)	1,7 V
Nickel-Cadmium (NiCd)	0,9 V
Nickel-Hydrure métallique (NiMH)	0,9 V
Phosphate de fer lithié (LiFePO4)	2,8 V
Lithium-ion ou Lithium-ion polymère (Li-ion)	3,0 V
Lithium métal-polymère (LiPo)	3,0 V

Une batterie entièrement déchargée peut être substituée à la batterie précédemment en place avant cette vérification.

La mesure décrite ci-dessus devra pouvoir être effectuée de façon aisée par les instruments du Comité de Course, qui seront munis de cordons terminés par des fiches « bananes » mâles de 4 mm. Le schéma ci-dessous donne le principe du dispositif à fournir pour chaque véhicule. La résistance aura une valeur exprimée en Ohms supérieure ou égale à la tension maximum tolérée de la batterie en volts divisée par le courant de décharge en ampères.

Si ce n'est pas le cas, la mesure sera faite en circuit ouvert.



Technologie des batteries : **NiMH**

Nombre d'éléments : Capacité par éléments
 $n = 7$ $C_e = 1,2 \text{ Ah}$

Tension par élément :
 $U_e = 0,9 \text{ V}$

(voir table de calculs ci-dessus)

Résistance de charge **minimale** : $R_{mC} = (n \times U_e) / (C_e / 10)$ **AN** : $R_{mC} = 52,5 \Omega$

Tension mesurée : $U_m = 6,1 \text{ V}$

La condition $U_m \leq (n \times U_e)$ est-elle respectée ? oui non

Protocole ZigBee 1.0

Télémessure des véhicules solaires

ZigBee est un protocole de haut niveau permettant la communication de petites radios, à consommation réduite, basée sur le standard [IEEE 802.15.4](#) pour les réseaux à dimension personnelle (Wireless Personal Area Networks : WPANs).

Protocole	Zigbee
IEEE	802.15.4
Nombre de nœuds	65000+
Vitesse de transfert	250 Kb/s
Portée	100m

La ZigBee Alliance publie les premières spécifications officielles de la version ZigBee 1.0 qui sont désormais disponibles en libre téléchargement.

La spécification initiale de ZigBee propose un protocole lent dont le rayon d'action est relativement faible, mais dont la fiabilité est assez élevée, le prix de revient faible et la consommation considérablement réduite.

On retrouve donc ce protocole dans des environnements embarqués où la consommation est un critère de sélection. Ainsi, la domotique et les nombreux capteurs qu'elle implémente apprécie particulièrement ce protocole en plein essor et dont la configuration du réseau maillée se fait automatiquement en fonction de l'ajout ou de la suppression de nœuds. On retrouve aussi ZigBee dans les contrôles industriels, les applications médicales, les détecteurs de fumée et d'intrusion.

Les nœuds sont conçus pour fonctionner plusieurs mois (jusqu'à deux ans pour les moins consommant) en autonomie complète grâce à une simple pile alcaline de 1,5V.

Le site de ZigBee Alliance : <http://www.zigbee.org>

Des modules de télémessure complets, avec des acquisitions de capteur et un logiciel de réception et d'affichage des données sont actuellement en cours de développement dans certains lycées et à Planète Sciences Midi-Pyrénées. Des informations complémentaires seront mis à disposition sur le site des Défis Solaires Midi-Pyrénées.

Les modules XBee fabriqués par Maxstream sont notre base de développement.

Fiche de contrôle de télémessure

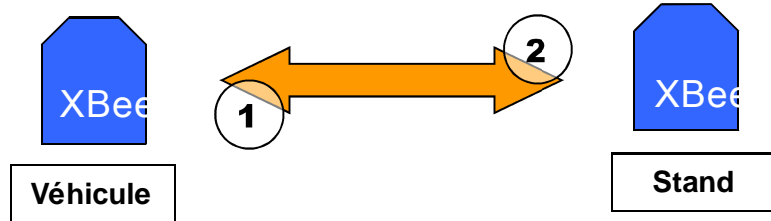
Modules XBee

Type de module : XBee XBee-Pro

N°Canal utilisé : _____ (Fréquence : _____ MHz) voir fiche : **Radiocommande 2,4GHz**

Numéro de réseau personnel PAN-ID : _____

Adresse du module Véhicule _____



Adresse du module Stand _____

Débit des échanges : 9600 bits/s

Application du test de transmission 1 : Ok Pas Ok

Remarques :

Application du test de transmission 2 : Ok Pas Ok

Remarques :

Radio commande 2,4GHz

Évolution de la réglementation

Une harmonisation intervenue récemment entre les pays européens a permis à la réglementation des radiocommandes travaillant sur la bande 2,4 GHz d'évoluer.
Ceci signifie que la diffusion en France des ensembles de radiocommande 2.4 GHz devient possible.

La réglementation stipule notamment les points suivants :

- Respecter la bande d'émission 2400-2483,5 GHz
- Respecter la limitation de la puissance d'émission, à savoir 100 mW entre 2400 et 2454 MHz et 10 mW entre 2454 et 2483,5 MHz,

L'utilisation de ce matériel pour les Défis Solaires, doit prendre en compte les particularités suivantes :

Pour les radiocommandes :

- Les émetteurs utiliseront les fréquences entre 2400 et 2440 MHz (Canaux 10 à 18)*

Pour les télémesures :

- Les modules X-Bee utiliseront les fréquences de 2455 à 2480 (Canaux 21 à 26)*
- Les modules X-Bee-Pro utiliseront les fréquences de 2445 à 2465 (Canaux 19 à 23)*

Voici dans ce tableau, l'attribution des fréquences pour les Défis Solaires 2011 :

X-Bee	X-Bee Pro	Radiocommande	Fréquence MHz	Puissance max
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 10	2400	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 11	2405	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 12	2410	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 13	2415	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 14	2420	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 15	2425	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 16	2430	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 17	2435	100 mW
X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	↓ Canal 18	2440	100 mW
X-X-X-X-X	↓ Canal 19	X-X-X-X-X	2445	100 mW
X-X-X-X-X	↓ Canal 20	X-X-X-X-X	2450	100 mW
↑ Canal 21	↓ Canal 21	X-X-X-X-X	2455	10 mW
Canal 22	Canal 22	X-X-X-X-X	2460	10 mW
Canal 23	Canal 23	X-X-X-X-X	2465	10 mW
↑ Canal 24	X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	2470	10 mW
↑ Canal 25	X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	2475	10 mW
↑ Canal 26	X-X-X-X-X	X-X-X-X-X	2480	10 mW

Les flèches indiquent le sens d'attribution des canaux. En principe, plusieurs systèmes Emetteur/Récepteurs peuvent cohabiter sur le même canal.

(*) Numéros de canaux du protocole 802.15.4