

Essais d'immunité aux émetteurs embarqués sur équipements

Ariel LECCA - Marco KLINGLER

PSA Peugeot Citroën
Vélizy-Villacoublay, FRANCE



Sommaire

- Le projet de norme ISO 11452-9
 - Les normes ISO 11452-X
 - ISO 11452-9 – Principales caractéristiques
 - ISO 11452-9 – Set-up d'essai
 - ISO 11452-9 – Méthodologie d'essai
 - ISO 11452-9 – Quel type d'antenne ?
- Simulation de différents types d'antennes
 - Démarche
 - Circuit sous-test
 - Terminaisons
 - Modélisation antennes et positionnement
 - Résultats de simulation
 - Perspectives



La série des normes ISO 11452-X

- Méthodes d'essais sur **équipements en immunité** par « rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite »
- La série est à ce jour composé de **8 parties publiées** et **2 parties en cours de publication**
 - ISO 11452-1: Principes généraux et terminologie
 - ISO 11452-2 : Chambre anéchoïque
 - ISO 11452-3 : Cellule à mode électromagnétique transverse
 - ISO 11452-4 : Méthodes d'injection de courant
 - ISO 11452-5 : Ligne TEM à plaques
 - ISO 11452-7 : Injection directe de puissance aux fréquences radioélectriques
 - ISO 11452-8 : Méthodes d'immunité aux champs magnétiques
 - **ISO 11452-9 : Transmetteurs portables**
 - ISO 11452-10 : Immunité aux perturbations conduites dans la bande des audiofréquences étendues
 - **ISO 11452-11 : Chambre réverbérante à brassage de modes**

ISO 11452-9 – Principales Caractéristiques

- Plage de fréquences
 - 26 MHz à 5.85 GHz (plages de fréquences des émetteurs portables)
- Fréquences d'essai
 - Dans la plage de l'émetteur : Fmin, Fmilieu, Fmax + pas mini conformes à ceux définis dans l'ISO 11452-1
- « Générateur de champ »
 - Simulateur d'émetteur portable
 - Emetteur portable « commercial » avec antenne intégrée
- Constitution d'un simulateur d'émetteur portable
 - Générateur de fréquences RF
 - Equipement de mesure de puissance (wattmètre)
 - Antenne passive : doit être accordée pour avoir un ROS minimum (typiquement $\leq 2:1$) avec valeurs enregistrées au moins aux fréquences extréma et au milieu de la bande d'utilisation.
- « Niveaux d'essais »
 - Annexe informative sur émetteurs portables existants et modulation utilisées



Annexe A 11452-

ISO 11452-9 – Set-up d'essai

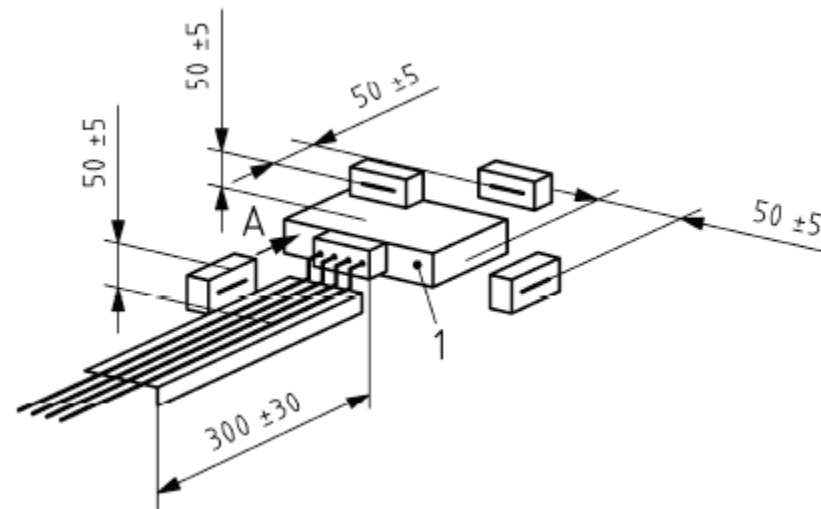
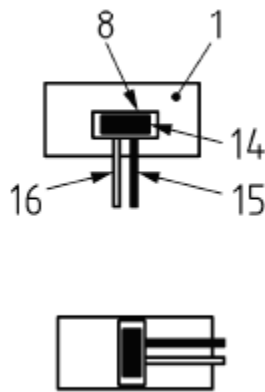
- Utilisation d'une table avec plan de masse
 - Hauteur table (900±100) mm
 - Plan de masse : largeur mini 1m, longueur mini 2m (ou set-up + 200 mm)
- Alimentation de l'équipement sous test
 - Utilisation des réseaux artificiels 5 µH sur plan de masse
 - Raccordement du « – alim » au plan de masse
- Equipement sous test (EST)
 - Sur support isolant d'épaisseur (50±5) mm
 - Boitier non raccordé au plan de masse sauf besoin spécifique
- Faisceau
 - Longueur (entre EST et simulateur de charges) : (1000±100) mm
 - Sur support isolant d'épaisseur (50±5) mm

ISO 11452-9 – Méthodologie d'essai

- Principe pour essai avec simulateur d'émetteur portable
 - Paramètre de référence : **Puissance transmise** (directe-réfléchi) en pied d'antenne du simulateur d'émetteur portable
 - Deux phases : **établissement du niveau d'essai**, **essai sur équipement**
- Phase d'établissement du niveau d'essai
 - Réglage **en CW** du niveau de puissance transmise en pied d'antenne **avec antenne du simulateur éloigné du set-up d'essai** (1m mini) et des absorbants (0.5m mini)
 - Puissance transmise et puissance directe doivent être enregistrées
- Phase d'essai sur équipement
 - Soit en approchant le simulateur (antenne) de l'EST sans coupure de la puissance
 - Soit avec coupure puissance, déplacement du simulateur à proximité de l'EST, ré-établissement puissance
 - Essais en **CW sans ajustement de puissance**, essais en **modulation avec ajustement de puissance** (en première phase) et **principe de conservation du niveau crête**
- Principe pour essai avec émetteur portable commercial
 - Phase d'essai sur EST sans modification des caractéristiques de l'émetteur portable commercial

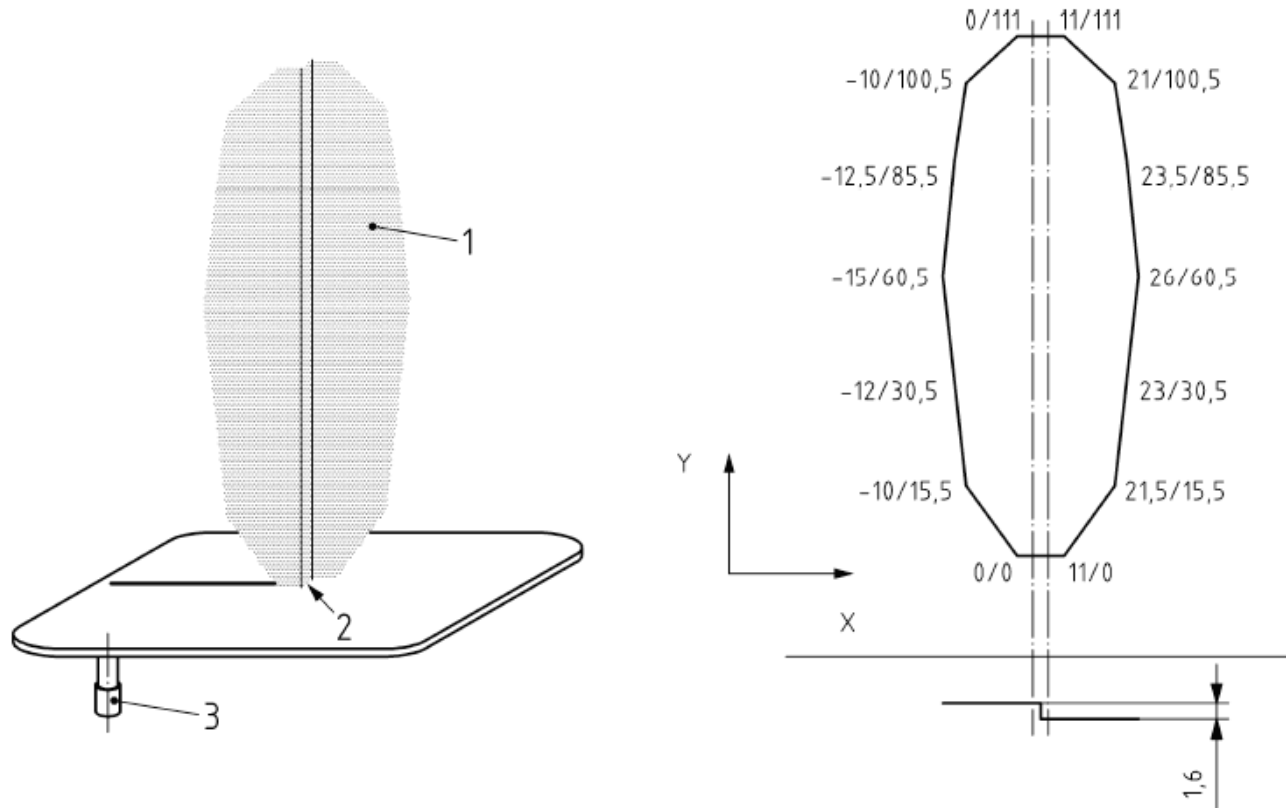
ISO 11452-9 – Méthodologie d'essai

- Positionnement antenne pour couplage sur EST
 - Antenne placée à **50 mm de la surface de l'EST** (positions spécifiques ou déplacement « continu »)
 - Axe de l'antenne (ou plan pour patch) **parallèle à la face de l'équipement**
 - A effectuer pour les **deux polarisations d'antenne**
- Positionnement antenne pour couplage sur faisceau
 - Antenne placée à **50 mm du faisceau**
 - Axe de l'antenne **parallèle au faisceau**; pour antenne patch polarisation parallèle au faisceau
 - A effectuer **sur une longueur de 300 mm du faisceau** à partir du connecteur de l'EST



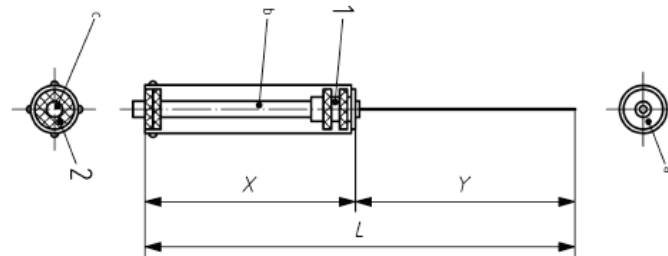
ISO 11452-9 – Type d'antenne pour simulateur ??

- Phase 1 : pas d'antenne recommandée
- Phase 2 : proposition française d'introduire une annexe avec différentes antennes (« leaf antenna »). Acceptation du groupe de travail d'introduire une annexe informative



ISO 11452-9 – Type d'antenne pour simulateur ??

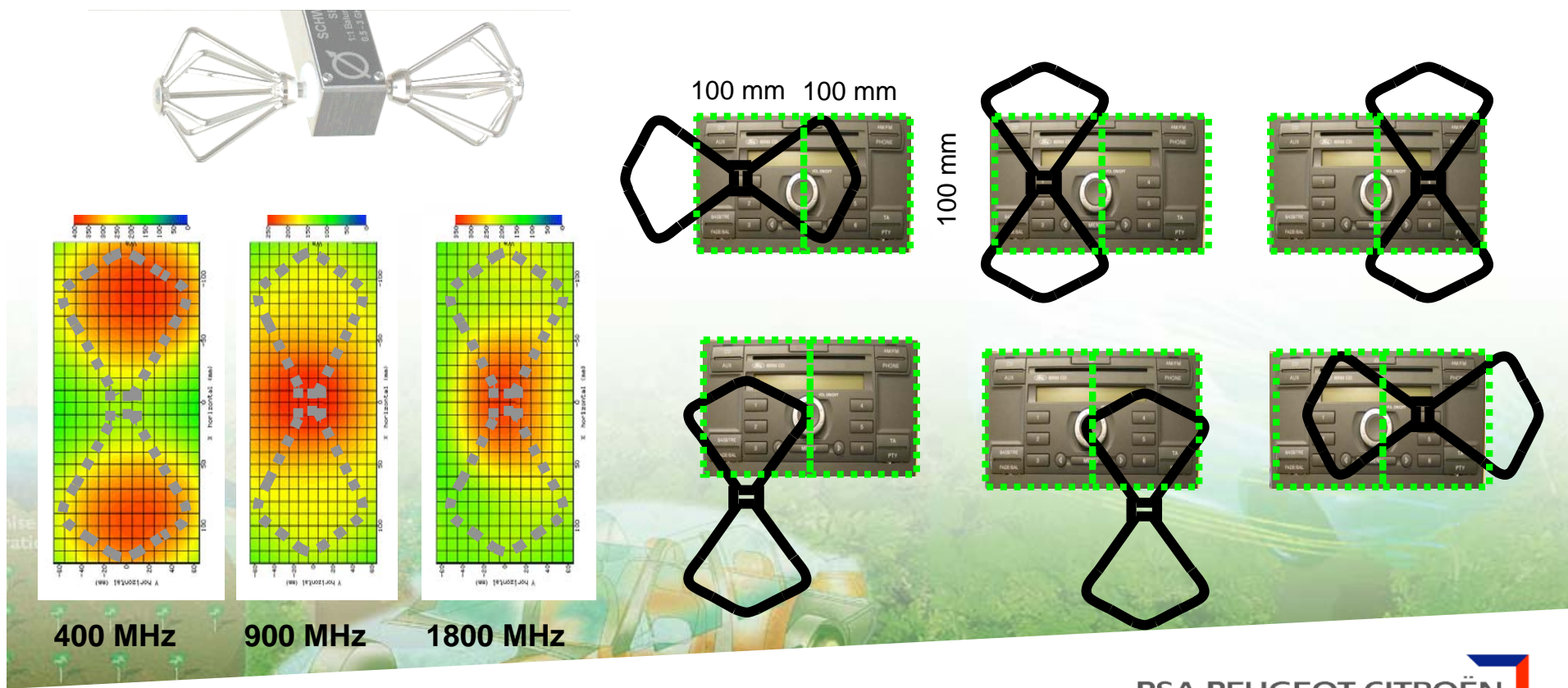
- Phase 3 : proposition japonaise d'introduire en annexe un second type d'antennes (« sleeve antenna »). Acceptation du groupe de travail d'ajouter ces antennes dans l'annexe informative



- Phase 4 : remise en question (vote DIS) de l'utilisation d'une annexe informative
 - Pas de phase de « calibrage » comme dans la plupart des autres méthodes de l'ISO 11452-X.
 - Les antennes proposées dans l'annexe informative (différences de diagramme de rayonnement) peuvent conduire à des résultats sensiblement différents pour la même exigence de puissance d'essai.

ISO 11452-9 – Type d'antenne pour simulateur ??

- Phase 5 : proposition anglaise d'utilisation d'antennes « large bande » (plutôt dans une annexe normative)
 - Antenne « commerciale » existante de type mini biconilog
 - Adaptation de la méthodologie d'irradiation avec « grille de positionnement » sur zones de 100 x 100mm (à 50 mm de l'EST)



Simulation - Démarche

- Éléments retenus en entrée

- Circuit sous test numérique simple mais suffisamment représentatif du point de vue des conclusions.
- 3 antennes différentes A, B et C : 2 issues ou proches de CDC constructeur, une plus proche d'un portable commercial

- Méthodologie

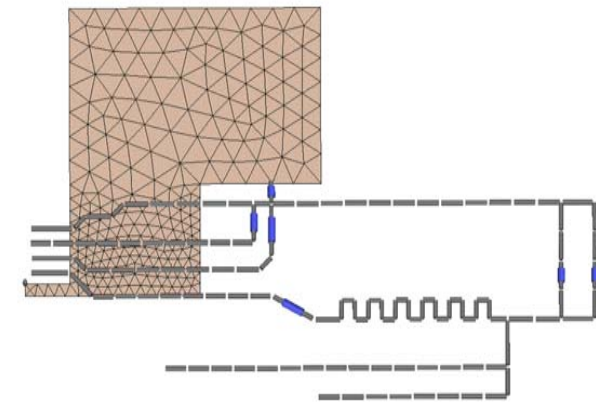
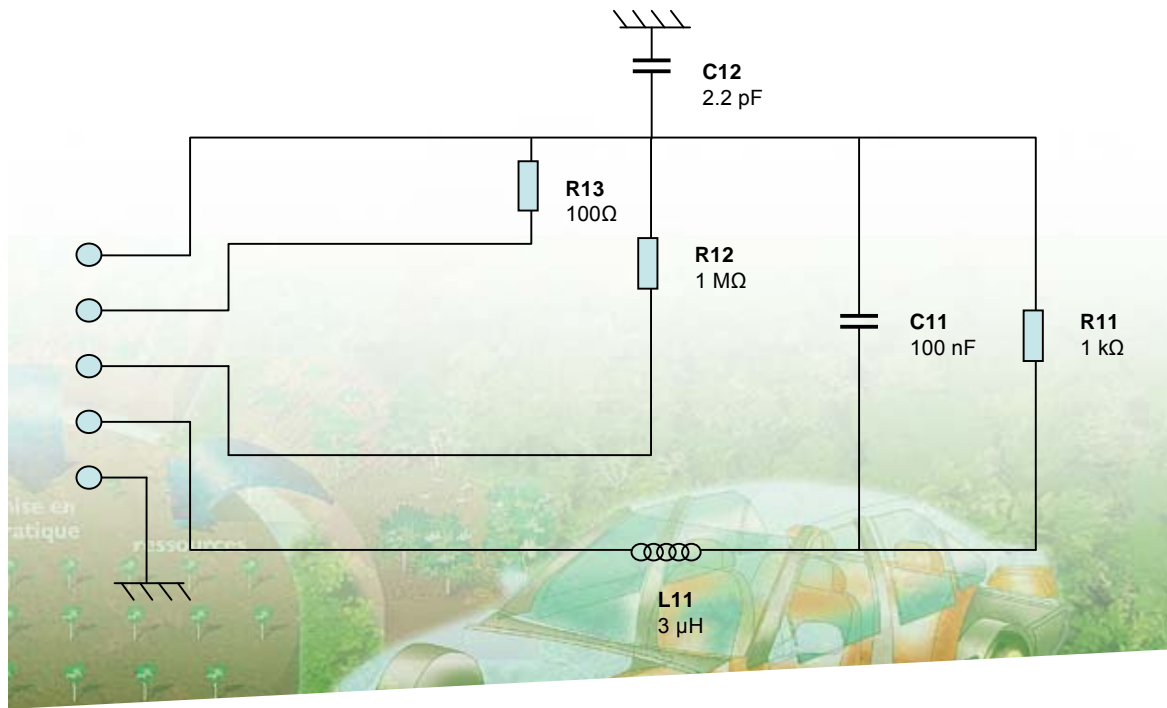
- Réaliser une “calibration” virtuelle en espace libre propre à chaque antenne pour obtenir une puissance transmise normalisée à 2 Watts
- Positionner l'antenne à évaluer à 5 cm au dessus du circuit sous test dans 2 orientations orthogonales

- Résultats de simulation en sortie

- Courants induits dans les différentes charges du circuit sous test en fonction de la terminaison électrique du circuit

Simulation - Circuit sous test générique

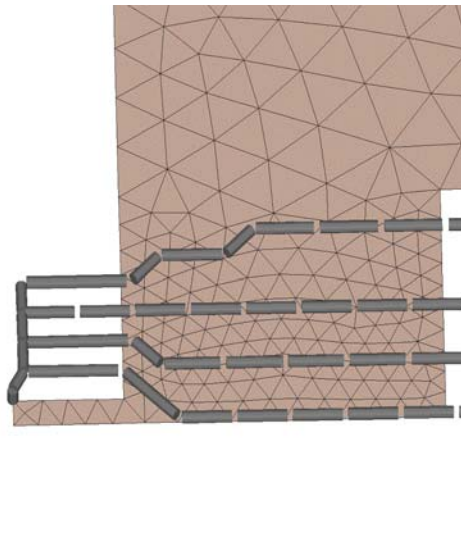
- Circuit imprimé
 - sans epoxy car jugé non impactant sur les conclusions
 - mixte avec et sans plan de masse.
- Charges
 - passives représentatives de la majorité des E/S d'équipements



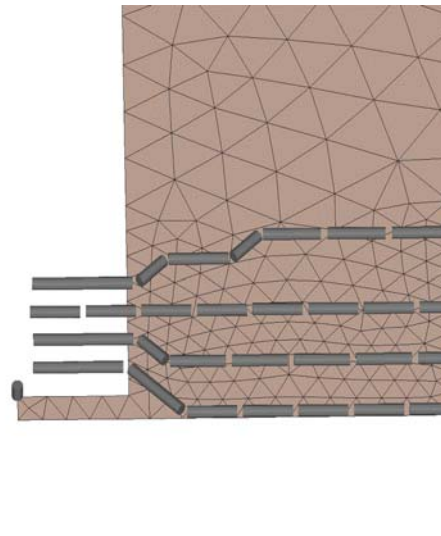
Vue globale

Simulation - Différentes configurations de terminaisons étudiées

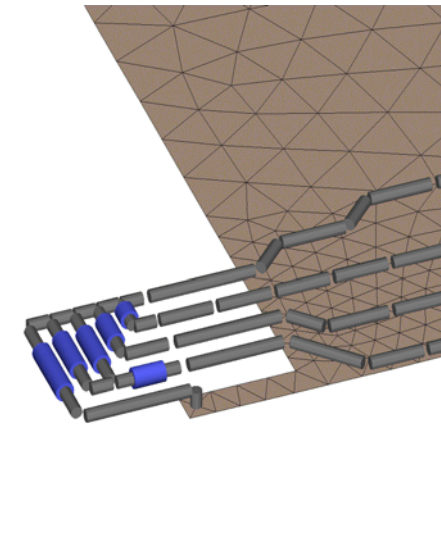
- Charges de terminaison
 - Modèles de charges directement intégrés dans l'outil de simulation
 - CC, CO et charges passives



Court-circuit



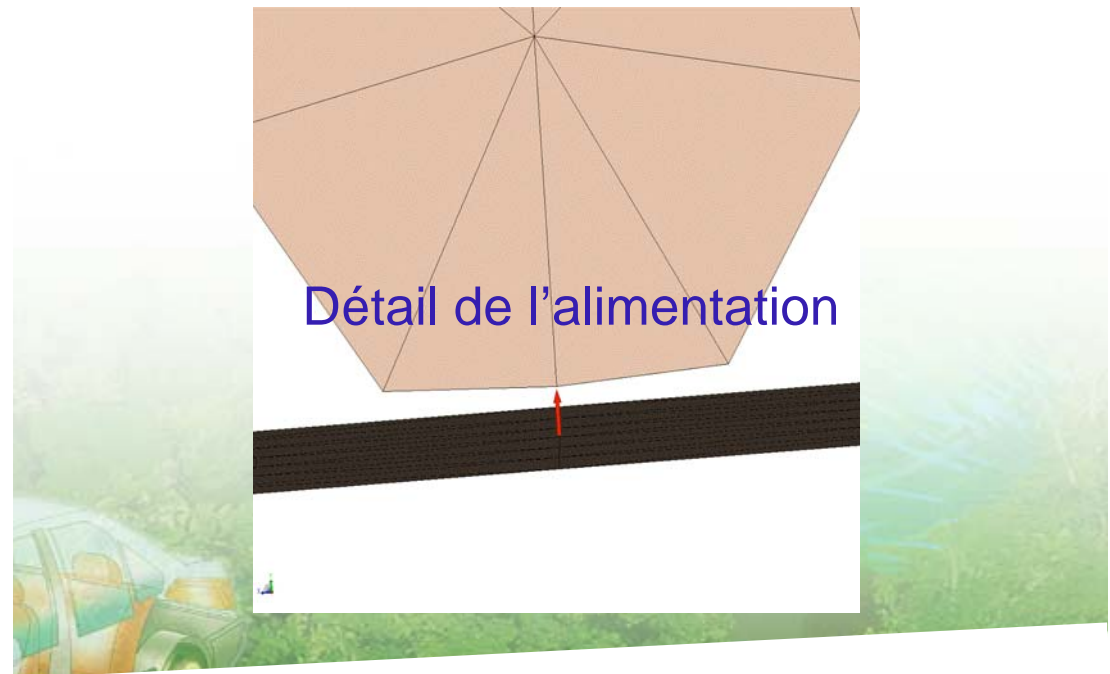
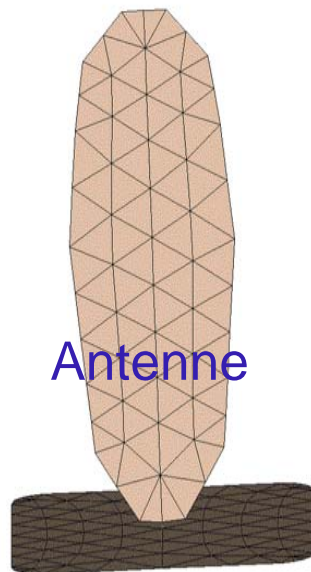
Circuit ouvert



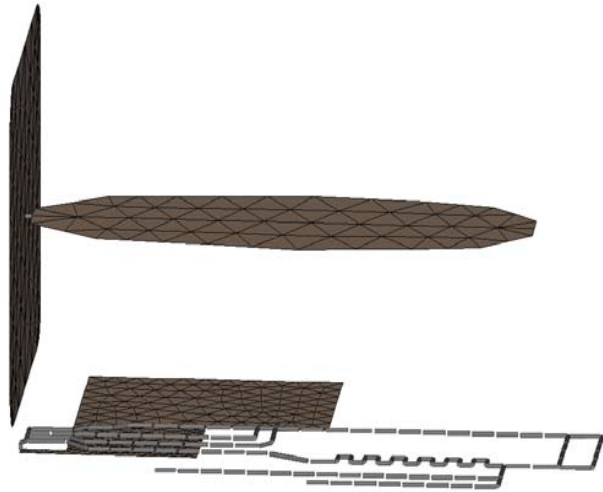
Charges passives

Simulation - Antenne A

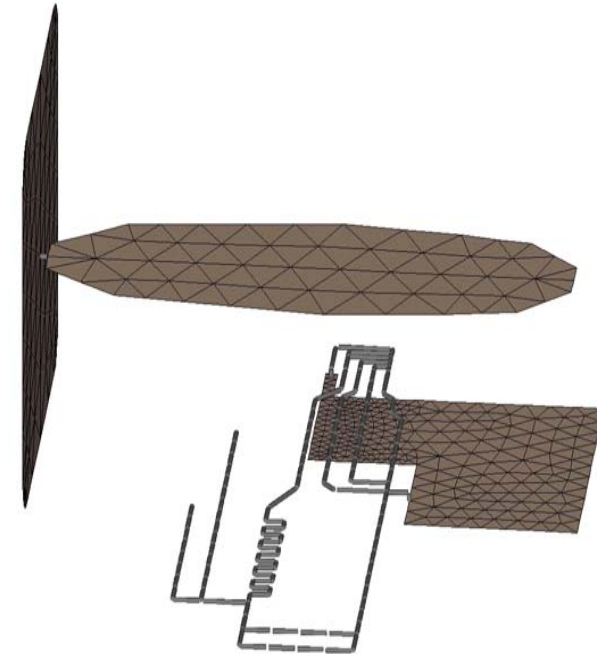
- Antenne réalisée à partir d'un circuit imprimé de type FR4, et est alimentée en son centre par une ligne microstrip. L'élément rayonnant est constitué par un monopole en forme de feuille placé à la verticale du plan de masse



Simulation - Disposition antenne A / circuit sous test



Orientation X



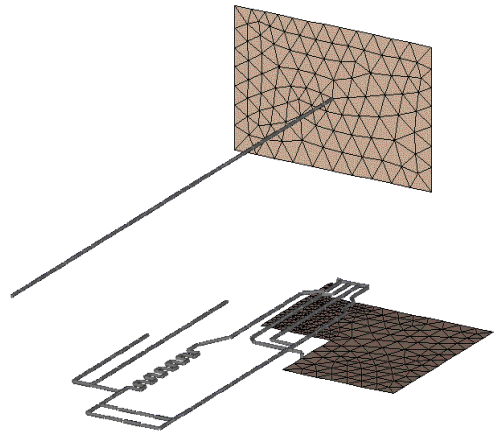
Orientation Y

Simulation - Antenne B

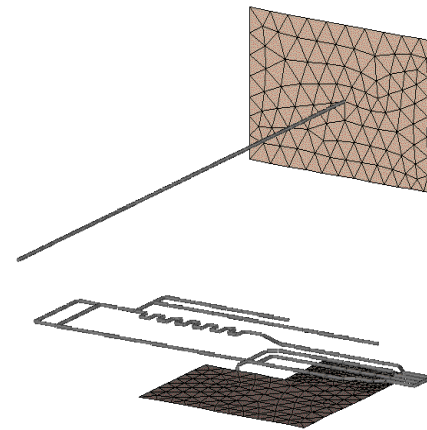
- Antenne monopole demi-onde sur plan de masse. Longueur 18 cm fixée au centre d'un plan de masse de dimension 65 x 40 mm. On ne modélise pas l'embase de l'antenne mais uniquement un segment auquel une source est attachée



Simulation - Disposition antenne B / circuit sous test



Orientation X

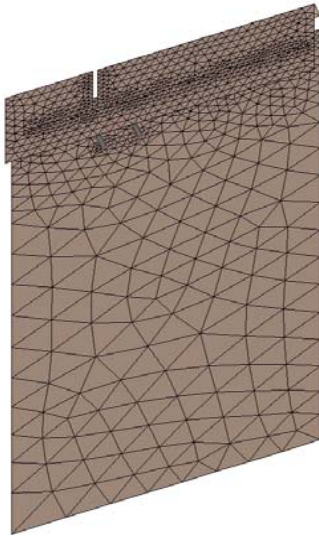


Orientation Y

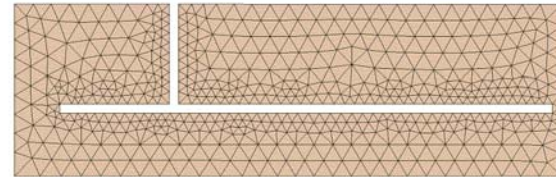


Simulation - Antenne C

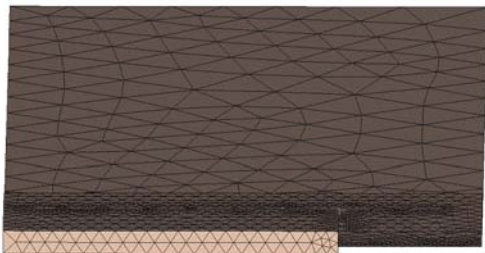
- Antenne patch pour GSM/DCS



Antenne patch 15 x 60 mm



Partie supérieure de l'antenne patch



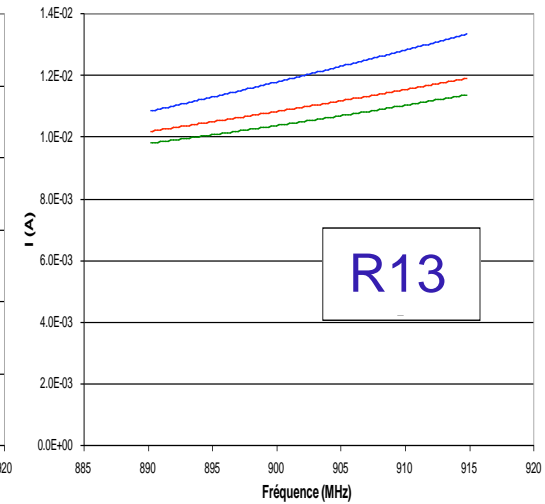
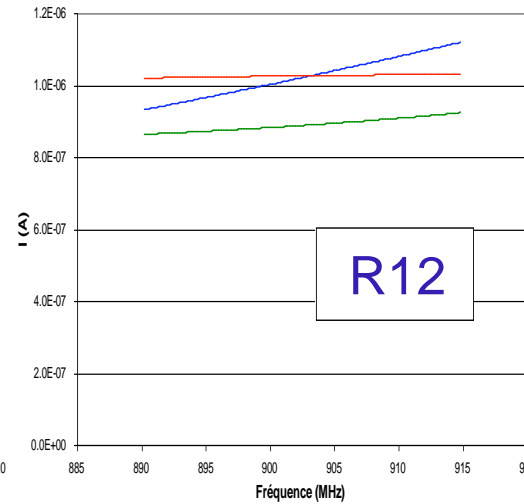
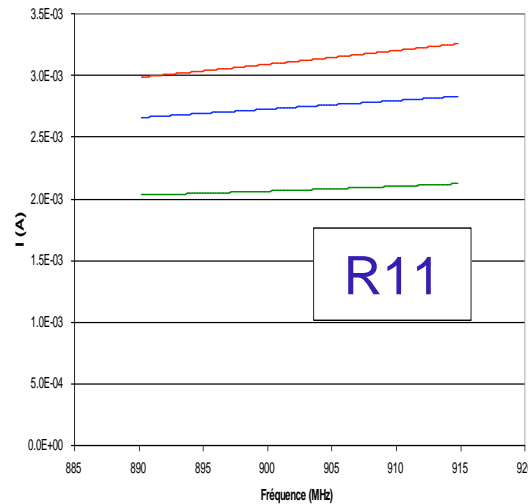
Vue arrière de l'antenne



Pins connectant le plan de masse à la partie supérieure de l'antenne patch

Simulation – Résultats

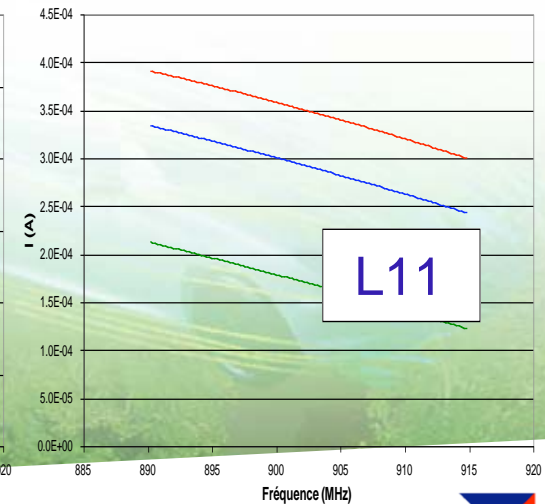
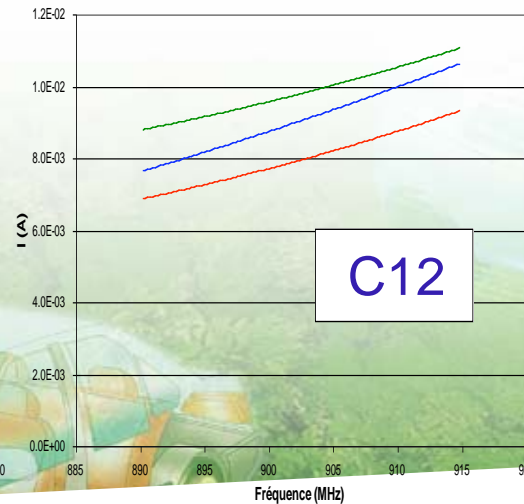
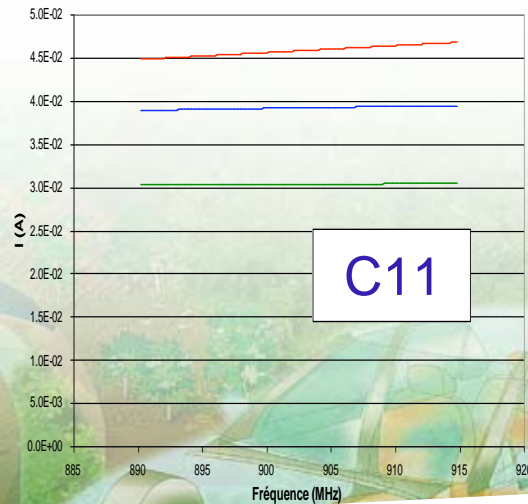
- Courant dans les charges : terminaison CO – Orientation X



Antenne A

Antenne B

Antenne C



Simulation – Synthèse Résultats

- Comparaison des différentes antennes
 - Moyenne A / B = 1.12; Moyenne A / C = 1.31
 - Essais avec antenne A légèrement surdimensionnant par rapport à antenne B ou à antenne de téléphone portable (C)

Terminai- son	Rap- port	R11	R12	R13	C11	C12	L11
CO	A / C	1.51	1.36	1.04	1.51	1.55	0.96
	A / B	1.14	1.18	0.91	1.17	1.38	1.13
CC	A / C	1.46	1.27	1.17	1.46	1.00	1.02
	A / B	1.15	0.99	0.97	1.19	0.86	1.12
Charge	A / C	1.50	1.97	1.41	1.50	0.88	0.95
	A / B	1.20	1.35	1.19	1.24	0.82	1.15

Perspectives

- **Projet ISO 11452-4**
 - Revue des commentaires du vote DIS à la prochaine réunion WG3 (Avril 2010)
 - Analyse proposition anglaise
 - Confirmation de la décision prise à Troy (Février 2009) d'avoir une annexe normative
- **Simulation** : Evaluation d'une petite antenne biconique pour comparer les résultats obtenus avec ceux déjà analysés.

