



TEST REPORT

Rapport d'essai no.: 1-3340/17-25-02-A

N° de prélèvement: COM081170003-01



Laboratoire d'essais	Client
<p>CTC advanced GmbH Untertuerkheimer Strasse 6 – 10 66117 Saarbruecken/Germany</p> <p>Internet: http://www.ctcadvanced.com e-mail: mail@ctcadvanced.com</p> <p>Laboratoire d'essais accrédité: Le laboratoire d'essai (secteur d'essai) est accrédité suivant DIN EN ISO/IEC 17025 par la Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS)</p> <p>Numéro d'enregistrement DAkkS: D-PL-12076-01-01</p>	<p>Agence nationale des fréquences Département Surveillance du marché 4 rue Alphonse Matter 88108 SAINT DIE DES VOSGES Cedex/FRANCE</p>

Commentaire [ANFR1]: Le numéro d'enregistrement du laboratoire indique aussi le type d'essai pour lequel il est accrédité par le COFRAC.

Commentaire [ANFR2]: Des accords internationaux permettent de reconnaître une accréditation obtenue dans un autre pays. L'organisme d'accréditation allemand, le DAkkS, est reconnu par la France.

Commentaire [ANFR3]: Cet encadré référence les normes suivies par le laboratoire.

Commentaire [ANFR4]: Les normes « produit » indiquent les valeurs limites. Elles définissent les critères de conformité pour des équipements aux caractéristiques techniques similaires. EN 50566 concerne le DAS tronc, EN 50360 le DAS tête.

Commentaire [ANFR5]: Les normes « de base » détaillent le protocole à suivre pour évaluer l'exposition des personnes aux champs émis par ces équipements. Elles ne fixent ni critère de conformité ni valeur limite. EN 62209-2 décrit la mesure du DAS tronc, EN 62209-1 celle du DAS tête.

Commentaire [ANFR6]: Les normes « génériques » s'appliquent à tous les équipements pour lesquels il n'y a pas de norme produit. Elles indiquent les valeurs limites. Elles fixent les méthodes générales de mesure, de simulation et d'évaluation de la conformité. EN 62311 concerne l'exposition aux ondes.

Commentaire [ANFR7]: Identifiant unique de l'exemplaire testé.

Spécifications d'essais	
EN 50566	Norme produit pour démontrer la conformité des champs radiofréquence produits par les dispositifs de communication sans fil tenus à la main ou portés près du corps (30 MHz - 6 GHz)
EN 62209-2	Exposition humaine aux champs radio fréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps. Modèles du corps humain, instrumentation et procédures – Partie 2 : Procédure pour la détermination du débit d'absorption spécifique produit par les dispositifs de communications sans fils utilisés très près du corps humain (plage de fréquence de 30 MHz à 6 GHz)
EN 62311	Évaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz)

Voir section 'Documents de référence' de ce rapport pour des spécifications supplémentaires

Equipement sous test (EST)	
Nature de l'appareil :	Téléphone mobile 4G
Référence:	HONOR 5C
Numéro de série:	MQH4C16902000728
IMEI-No.:	861176032846061
Fréquence(s) :	Voir section 4.2 "Mode de fonctionnement"
Antenne:	Antenne intégrée
Type de batterie:	Batterie intégrée
Accessoires:	casque d'écoute stéréo
Catégorie d'exposition:	Population générale / environnement non contrôlé



Rapport autorisé par:

Alexander Hnatovskiy

Essais conduits par:

Marco Scigliano

1 Table des matières

1	Table des matières	2
2	Informations générales	3
2.1	Notes	3
2.2	Planning des essais	3
3	Résumé des résultats d'essais	4
	Summary of results	4
4	Documents de référence	5
4.1	Limites d'exposition aux champs radioélectriques	5
4.2	Mode de fonctionnement de l'équipement sous test	6
5	Environnement des essais	6
6	Conditions des essais	7
6.1	Système de mesure	7
6.1.1	Description du système	7
6.1.2	Environnement des essais	8
6.1.3	Description de la sonde	8
6.1.4	Description du mannequin	9
6.1.5	Description du positionneur	9
6.1.6	Procédure de scan	10
6.1.7	Evaluation du DAS maximal moyenné	11
6.1.8	Traitement et stockages des données	12
6.1.9	Liquides équivalents aux tissus: Propriétés diélectriques	14
6.1.10	Liquides équivalents aux tissus	14
6.1.11	Evaluation de l'incertitude de la mesure pour les essais DAS	15
6.1.12	Evaluation de l'incertitude de la validation du système	16
6.1.13	Validation du système	17
6.1.14	Procédure de validation	18
7	Résultats des essais	19
7.1	Description générale des procédures d'essais	19
7.2	Vue d'ensemble des résultats	19
8	Instruments de mesure utilisés	21
9	Observations	21
Annexe A:	Vérification du système	22
Annexe B:	Résultats des mesures	27
Annexe C:	Documentation photographique	34
Annexe D:	Historique du document	38
Annexe E:	Information supplémentaire	38

Commentaire [ANFR8]: Dans cette section, le laboratoire indique toutes les remarques générales qui lui semblent pertinentes. Il peut aussi y faire figurer la prise en compte de dispositifs particuliers.

2 Informations générales

2.1 Notes

Les résultats des essais de ce rapport concernent exclusivement les différents essais spécifiés au chapitre 8. CTC advanced GmbH rejette toute responsabilité concernant les conclusions et généralisations obtenues à partir des résultats d'essais et qui seraient appliquées à d'autres spécimens ou exemplaires que le type d'équipement représenté par l'échantillon testé.

Les dispositifs techniques de gestion de la puissance émise, propres au téléphone testé, ont été pris en compte pour effectuer les essais de l'évaluation de conformité aux exigences essentielles.

Le rapport d'essai ne peut être reproduit ou publié que dans son intégralité. L'autorisation écrite préalable de CTC advanced GmbH est en revanche requise pour toute reproduction ou publication se limitant à des extraits de ce rapport.

Ce rapport d'essai est signé électroniquement et valide même sans signature manuscrite. Pour la vérification des signatures électroniques, les clés nécessaires peuvent être obtenues auprès du laboratoire de test. Les essais sont réalisés au CTC advanced GmbH sous les conditions générales de l'entreprise qui sont explicitement cités sous « General Terms and Conditions for CTC advanced". »
Le CTC advanced GmbH n'est en rien responsable d'éventuel résultat non conforme ou non attendu dû à d'éventuel défaut présent sur l'échantillon sous test lors de la réception de celui-ci au sein du laboratoire.

2.2 Planning des essais

Date du début des essais:	03.06.2017
Date de fin des essais:	26.06.2017

3 Résumé des résultats d'essais

DAS _{10g} maximum mesuré dans le corps (W/kg)			
Bande de fréquence:	distance (mm)	mesuré	limite
GSM 900MHz	5	0,466	2
DCS 1800MHz	5	0,355	2
UMTS 900MHz	5	0,397	2
UMTS 1950MHz	5	1,250	2
LTE FDD 20 800MHz	5	0,307	2
LTE FDD 3 1800MHz	5	0,566	2
LTE FDD 7 2600MHz	5	1,090	2
Valeur DAS maximum mesurée:	5	1,250	2

Commentaire [ANFR9]: Les normes « produit » prévoient un certain nombre de configurations à tester, notamment en termes de bandes de fréquences et de position. Ces tableaux récapitulent les valeurs maximales mesurées dans chaque bande de fréquence.

Commentaire [ANFR10]: Pour le DAS tronc, la distance pour chaque bande de fréquence est celle séparant le téléphone du mannequin. Depuis le 25 avril 2016, les mesures doivent être réalisées à la distance maximale de 5 mm.

Commentaire [ANFR11]: Certaines mesures peuvent s'affranchir de la distance constructeur, et vont au-delà de la norme. Elles ne peuvent être utilisées pour apprécier la conformité des appareils. Ces mesures contribuent néanmoins à faire évoluer la réglementation.

Summary of results

Maximum SAR _{10g} value measured body (W/kg)			
Frequency band	distance (mm)	measured	limit
GSM 900MHz	5	0.466	2
DCS 1800MHz	5	0.355	2
UMTS 900MHz	5	0.397	2
UMTS 1950MHz	5	1,250	2
LTE FDD 20 800MHz	5	0.307	2
LTE FDD 3 1800MHz	5	0.566	2
LTE FDD 7 2600MHz	5	1.090	2
Maximum SAR value measured:	5	1,250	2

4 Documents de référence

Normes d'essai	Version	Description de la norme d'essai
EN 50566	2013	Norme produit pour démontrer la conformité des champs radiofréquence produits par les dispositifs de communication sans fil tenus à la main ou portés près du corps (30 MHz - 6 GHz)
EN 62209-2	2010	Exposition humaine aux champs radio fréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps. Modèles du corps humain, instrumentation et procédures – Partie 2 : Procédure pour la détermination du débit d'absorption spécifique produit par les dispositifs de communications sans fils utilisés très près du corps humain (plage de fréquence de 30 MHz à 6 GHz)
EN 62311	2008	Évaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz)

Commentaire [ANFR12]: Le chapitre « Documents de référence » rappelle les normes suivies par le laboratoire. Il existe trois types de normes.

Commentaire [ANFR13]: Ces normes et les suivantes sont décrites dans les commentaires de la page de garde du rapport.

4.1 Limites d'exposition aux champs radioélectriques

Selon la recommandation du Conseil Européen 1999/519/EEC (1999-07) du 12 juillet 1999 sur la limitation des expositions de la population générale aux champs électromagnétiques (0 Hz à 300 GHz) (journal officiel L 199 du 30 juillet 1999):

La limite appliquée dans ce rapport est inscrite en caractères gras et correspond au DAS localisé « tronc ».

Exposition humaine	Restriction de base pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques
DAS volumique crête * (tête et tronc)	2,00 W/kg
DAS volumique moyen ** (corps entier)	0,08 W/kg
DAS volumique crête *** (membres)	4,00 W/kg

Tableau 1: Limites d'exposition aux champs radioélectriques

Notes:

* La valeur volumique crête du DAS moyennée sur 10 grammes de tissu (défini comme un volume cubique) et sur le temps d'intégration approprié.

** La valeur volumique moyenne sur le corps complet.

*** La valeur volumique crête moyennée sur 10 grammes de tissu (défini comme un volume cubique) et sur le temps d'intégration approprié.

Commentaire [ANFR14]: Ce paragraphe récapitule les limites d'exposition indiquées dans la norme produit. Dans EN 50566 ou EN 50360, ce sont les restrictions de base spécifiées dans la Recommandation du Conseil 1999/519/CE relative à la limitation d'exposition du public aux champs électromagnétiques (0 Hz à 300 GHz), Annexe II.

Commentaire [ANFR15]: Le « DAS tête » reflète l'usage du téléphone à l'oreille, en conversation vocale. NF EN 50360 décrit une méthodologie de mesure, qui repose notamment sur un modèle de tête et de 4 positions de référence du téléphone, au contact de l'oreille, contre la joue et incliné à 15°, à droite et à gauche. La limite du « DAS tête » est de 2 W/kg. Les fabricants doivent démontrer qu'ils respectent cette limite.

Commentaire [ANFR16]: Le « DAS tronc » est associé aux usages où le téléphone est porté près du tronc, par exemple dans une poche de veste ou dans un sac. NF EN 50566 prévoit une mesure sur plusieurs faces de l'appareil, à une distance qui, jusqu'au 25 avril 2016, était fixée par le constructeur entre 0 et 25 mm. Depuis cette date, cette distance est de 5 mm maximum. La limite du « DAS tronc » est de 2 W/kg. Les fabricants doivent démontrer qu'ils respectent cette limite.

Commentaire [ANFR17]: Le « DAS corps entier » correspond à une exposition évaluée pour l'ensemble du corps. Il est pertinent pour des sources lointaines (antennes relais), moins pour des terminaux.

Commentaire [ANFR18]: Le « DAS membre » correspond à l'usage du téléphone plaqué contre un membre, par exemple tenu à la main, porté dans un brassard ou dans une poche de pantalon. La limite du « DAS membre » est de 4 W/kg.

4.2 Mode de fonctionnement de l'équipement sous test

bande testée pour ce rapport	technologie	bande de fréquence	fréquence d'émission la plus basse /MHz	fréquence d'émission la plus haute /MHz	fréquence de transmission la plus basse /MHz	fréquence de transmission la plus haute /MHz	modulation	classe de puissance	niveau de contrôle de puissance testée	GPRS/EGPRS classe de station mobile	GPRS/EGPRS classe multi-créneaux	canal d'essai bas	canal d'essai moyen	canal d'essai haut
<input checked="" type="checkbox"/>	GSM	GSM	880,2	914,8	925,2	959,8	GMSK 8-PSK	4 E2	5	B	12	975	37	124
<input checked="" type="checkbox"/>	GSM	DCS	1710,2	1784,8	1805,2	1879,8	GMSK 8-PSK	1 E2	0	B	12	512	698	885
<input checked="" type="checkbox"/>	UMTS	FDD I	1922,4	1977,6	2112,4	2167,6	QPSK	3	max	--	--	9612	9750	9888
<input checked="" type="checkbox"/>	UMTS	FDD VIII	882,4	912,6	927,4	957,6	QPSK	3	max	--	--	2712	2788	2863
<input checked="" type="checkbox"/>	LTE	FDD 3	1710	1785	1805	1880	QPSK	3	max	--	--	19300	19575	19850
<input checked="" type="checkbox"/>	LTE	FDD 7	2500	2570	2620	2690	QPSK	3	max	--	--	20800	21100	21400
<input checked="" type="checkbox"/>	LTE	FDD 20	832	862	791	821	QPSK	3	max	--	--	24200	24300	24400

Commentaire [ANFR19]: Selon les appareils testés, différents modes de fonctionnement sont possibles et peuvent donc être testés.

Commentaire [ANFR20]: Différentes technologies peuvent coexister : la 2G (GSM), la 3G (UMTS) et la 4G (LTE). Pour une technologie donnée, différentes bandes de fréquences peuvent être utilisées, elles sont codifiées au niveau international : par exemple, en France et en 3G (UMTS), les bandes FDD 1 (~1900 MHz) et FDD VIII (~900 MHz), la bande GSM (~900 MHz) et la bande DCS (~1800 MHz). La dénomination des différentes bandes de fréquences est disponible dans les documents de l'ETSI ou du 3GPP.

Commentaire [ANFR21]: Les mobiles sont testés à leur niveau de puissance maximal, ce niveau est codifié pour la 2G : le niveau 5 en GSM correspond à 2 watts de puissance instantanée maximale, le niveau 0 en DCS correspond à 1 watt de puissance instantanée maximale. D'autres caractéristiques techniques sont également indiquées dans ce tableau.

Commentaire [ANFR22]: Dans une bande de fréquences donnée, par exemple la bande FDD 3 du LTE, différentes fréquences peuvent être utilisées, ces canaux sont également numérotés selon des règles internationales. Les fréquences hautes, basses et moyennes sont testées

Commentaire [ANFR23]: Ce chapitre indique les caractéristiques environnementales dans lesquelles l'essai a été effectué. Les exigences de qualité des laboratoires accrédités imposent cette traçabilité des paramètres environnementaux.

Commentaire [ANFR24]: Les normes de base précisent les conditions environnementales dans lesquelles l'essai doit être effectué.

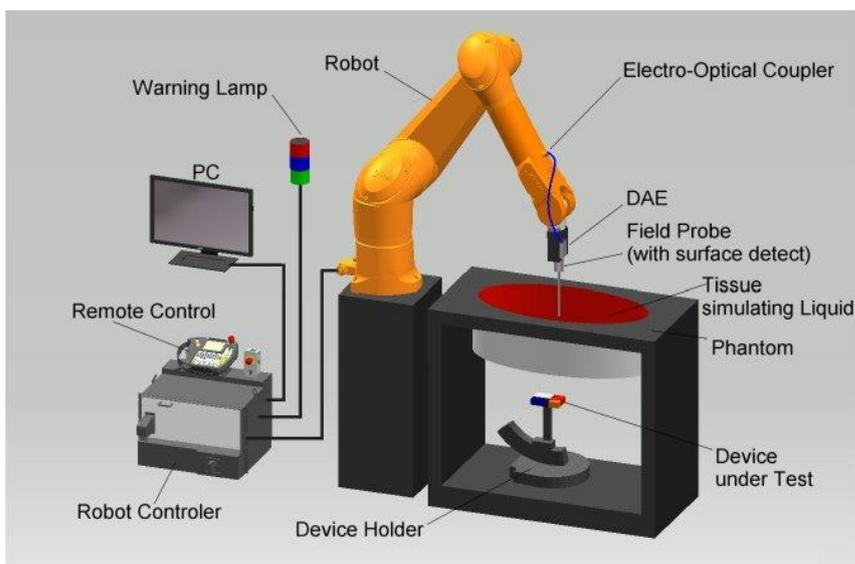
5 Environnement des essais

température ambiante:	20 – 24 °C
température des liquides équivalents aux tissus:	20 – 24 °C
humidité:	40 – 50 %
alimentation:	230 V / 50 Hz

6 Conditions des essais

6.1 Système de mesure

6.1.1 Description du système



Le système DASY utilisé pour les essais de conformité comprend les éléments suivants :

- Un robot standard haute précision à 6 axes de la famille RX de Stäubli, avec son contrôleur et logiciel.
- Une extension du bras pour adapter l'électronique d'acquisition des données (DAE).
- Une sonde dosimétrique, comme par exemple une sonde isotrope de champ électrique E, optimisée et étalonnée pour une utilisation dans des liquides équivalents aux tissus. La sonde est équipée d'un détecteur optique de surface.
- Un système d'acquisition électronique des données (*Digital Analog Equipment*) qui réalise une amplification, un multiplexage et une conversion analogique numérique du signal ainsi qu'une mesure d'offset, une détection mécanique de surface et de collision etc. L'unité est alimentée par batteries. Le signal est transmis de manière optique jusqu'à l'EOC.
- Une unité réalisant la détection de surface optique est connectée à l'EOC.
- Un coupleur électro-optique (EOC) réalisant la conversion du signal optique vers un signal numérique en provenance du DAE. L'EOC est connecté au serveur de mesure DASY.
- Un serveur de mesure du DASY, qui réalise toutes les évaluations des mesures de champ et de détection de surface en temps réel, contrôle également les mouvements du robot ainsi que les arrêts d'urgence.
- Un ordinateur PC sous système d'exploitation Windows 7.
- Le logiciel DASY et le logiciel de traitement des données SEMCAD.
- Une télécommande avec un clavier de programmation, un circuit d'arrêt d'urgence et des signaux d'avertissement lumineux etc.
- Un mannequin générique double permettant la mesure d'une utilisation main gauche et main droite
- Un positionneur pour les téléphones mobiles tenus à la main.
- Du liquide simulant préparé suivant les compositions données.
- Des dipôles de validation du système permettant de caractériser le fonctionnement correct du système.

Commentaire [ANFR25]: Ce chapitre décrit comment le laboratoire a appliqué la norme de base qui décrit la méthodologie de mesure. Cela suppose de préciser :

- les spécifications du système (caractéristiques du mannequin et des instruments de mesure) ;
- le protocole suivi, en indiquant les étapes de préparation, les différentes configurations à tester et les étapes de post-traitement ;
- les sources d'incertitudes à prendre en compte ;
- le contenu du rapport d'essai.

Commentaire [ANFR26]: Le système comporte un mannequin, un capteur, un système de déplacement et un positionneur

Commentaire [ANFR27]: Ce dispositif permet de déplacer automatiquement le capteur dans tout le mannequin.

Commentaire [ANFR28]: Le capteur mesure le niveau de DAS en différents points à l'aide d'un bras articulé.

Commentaire [ANFR29]: Le mannequin a soit la forme d'une tête pour l'évaluation du DAS tête, soit d'un plan pour celle du DAS tronc. Il est rempli d'un liquide simulant les tissus humains, en particulier vis-à-vis de l'échauffement. La forme, la taille et les caractéristiques du matériau constituant le mannequin sont fixées dans la norme de base. Pour le DAS tronc, le plan permet un couplage maximal avec le téléphone testé. Pour le DAS tête, la taille et la forme du mannequin ont été fixées afin de permettre une estimation prudente de la valeur réelle attendue dans les têtes d'une grande majorité des personnes (adultes et enfants).

Commentaire [ANFR30]: Le positionneur permet de placer le téléphone dans la position définie par la norme.

6.1.2 Environnement des essais

Le banc de mesure DASY est placé au fond d'une pièce aux dimensions suivantes : 5 x 2.5 x 3 m, le mannequin SAM est placé à 75 cm des murs sur le côté et 1.1m du mur du fond.

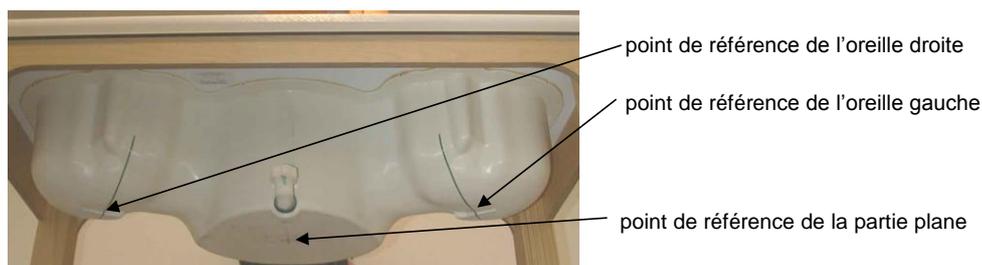
Le plafond est couvert d'une matrice d'absorbants pyramidaux de 1.5m x 1.5m pour réduire les réflexions. La photo. n°1 de la documentation photographique montre une vue complète de l'environnement d'essai. Le système permet de mesurer des valeurs DAS supérieures à 0.005W/kg.

6.1.3 Description de la sonde

Sonde de champs E isotrope ES3DV3 pour les mesures de dosimétrie	
Données techniques d'après les informations du constructeur	
Construction	Structure symétrique sur une base triangulaire Système de détection de surface à fibres optiques intégrées Blindage de protection contre les décharges électrostatiques Coque en PEEK (résistant aux solvants organiques tels que les éthers de glycol)
Etalonnage	Dans l'air de 10MHz à 3GHz Dans le liquide équivalent aux tissus (HSL) à 900MHz (800-1000MHz) (précision $\pm 9.5\%$; k=2) 1.8GHz (1700-1910MHz) (précision $\pm 9.5\%$; k=2) Etalonnage pour d'autres fréquences à la demande
Fréquence	de 10 MHz à 3 GHz (dosimétrie); Linéarité: ± 0.2 dB (30 MHz to 3 GHz)
Directivité	± 0.2 dB dans le HSL (rotation autour de l'axe de la sonde) ± 0.3 dB dans le HSL (rotation perpendiculaire à l'axe de la sonde)
Dynamic range	5 μ W/g to > 100 mW/g; Linéarité: ± 0.2 dB
Dimensions	Longueur hors tout: 337 mm Longueur de la pointe: 20 mm Diamètre du corps: 12 mm Diamètre de la pointe: 3.9 mm Distance entre la pointe de la sonde et le centre du dipôle: 2.0 mm
Utilisation	Dosimétrie générale jusqu'à 3 GHz Essai d'homologation pour les téléphones mobiles Scan rapide du mannequin (ES3DV3)
Sonde de champs E isotrope EX3DV4 pour les mesures de dosimétrie	
Données techniques d'après les informations du constructeur	
Construction	Structure symétrique sur une base triangulaire Système de détection de surface à fibres optiques intégrées Blindage de protection contre les décharges électrostatiques Coque en PEEK (résistant aux solvants organiques tels que les éthers de glycol)
Etalonnage	Dans l'air de 10MHz à 6GHz Dans le liquide équivalent aux tissus (HSL) à 900 MHz (800-1000MHz) (précision $\pm 9.5\%$; k=2) 1.8 GHz (1700-1910MHz) (précision $\pm 9.5\%$; k=2) 2.5 GHz (2350-2700MHz) (précision $\pm 12.0\%$; k=2) Etalonnage pour d'autres fréquences à la demande
Fréquence	de 10 MHz à 6 GHz (dosimétrie); Linéarité: ± 0.2 dB (30 MHz to 6 GHz)
Directivité	± 0.3 dB dans le HSL (rotation autour de l'axe de la sonde) ± 0.5 dB dans le HSL (rotation perpendiculaire à l'axe de la sonde)
Dynamic range	10 μ W/g to > 100 mW/g; Linéarité: ± 0.2 dB (bruit: typiquement <1 μ W/g)
Utilisation	Dosimétrie générale jusqu'à 3 GHz Essai d'homologation pour les téléphones mobiles, Scan rapide du mannequin
Application	Dosimétrie de haute précision dans tous scénarios d'exposition (par exemple des champs de gradient très forts). La seule sonde permettant des mesures de l'homologation pour des fréquences jusqu'à 6 GHz avec une précision meilleur que 30%.

6.1.4 Description du mannequin

L'utilisation du mannequin SAM correspond aux exigences spécifiées dans la norme EN 62209-2 dédié aux mesures DAS. Le mannequin est constitué d'une coque en fibre de verre intégrée à une table en bois. Il permet la mesure tête, main droite et gauche, ainsi que la mesure d'un appareil porté au corps. La hauteur maximale du liquide est de 180 mm pour la tête et 220 mm sur la partie plane (mesure au corps). L'épaisseur du mannequin est de 2 mm +/- 0.1 mm.



6.1.5 Description du positionneur

Le positionneur a deux échelles pour la rotation de l'appareil (par rapport à l'axe du corps) et l'inclinaison (suivant la ligne de référence passant par le conduit auditif). Le plan entre le conduit auditif et l'extrémité de la bouche a un degré de liberté de 65°. La plaque inférieure contient une paire de trois points de fixation pour le positionneur. Les positions sont ajustées suivant les positions normalisées sur les trois sections. Ce positionneur est utilisé pour les téléphones mobiles et les PDA, si nécessaire l'EST peut être positionné grâce à des blocs de polystyrène.



6.1.6 Procédure de scan

- Le système DASY comprend des fichiers prédéfinis contenant des procédures recommandées pour la mesure et la validation. Toutes les positions d'essai (tête, corps) sont mesurées avec la même configuration, seule la définition de la grille de maillage (grid) peut différer en fonction de la taille de l'EST.
- Les mesures de référence „reference“ et de dérive „drift“ sont situées en début et fin du processus. Ils mesurent la dérive de l'intensité du champ en un point unique durant toute la procédure. La dérive indiquée est principalement due à la variation de la puissance de sortie de l'EST et ne doit pas varier de plus de +/- 5 %.
- La mesure de contrôle de surface „surface check“ permet de tester la détection optique de la surface du mannequin, cette dernière est détectée optiquement et mécaniquement à plusieurs reprises et les résultats sont comparés. Les résultats donnent la hauteur détectée par les deux systèmes et l'écart type de la répétitivité de la détection. Des bulles d'air ou la réfraction dans le liquide due à la séparation des éléments du mélange donne une mauvaise répétitivité (au-dessus de ± 0.1 mm). Pour prévenir les mauvais résultats, la mesure doit être exécutée dans un liquide exempt de bulle d'air. La différence entre la détection optique de la surface et sa position réelle dépend de la sonde et est spécifiée pour cette dernière. (cela ne dépend ni de la réflectivité de la surface ni de l'angle que fait la sonde avec la surface $\pm 30^\circ$).
- Le scan de surface „area scan“ mesure le DAS au-dessus de l'EST ou du dipôle de validation sur une surface parallèle au mannequin. Il est utilisé pour localiser approximativement la valeur du DAS crête grâce à une interpolation de Spine. Le robot effectue des incréments le long des axes du maillage pendant que la sonde mesure l'intensité du champ électrique. La sonde touche la surface du mannequin SAM juste avant l'acquisition des valeurs de mesure. Le scan standard utilise un maillage large pour une mesure plus rapide. La taille de la maille pour les mesures dans la tête est de 15 mm de côté. En cas de besoin d'une définition plus fine, la taille de la maille peut être réduite. L'espacement et l'orientation des mailles n'ont pas d'influence sur le résultat du DAS. Pour des applications particulières, si la méthode de scan standard ne permet pas de trouver le DAS maximum à l'intérieur du maillage, comme par exemple pour les téléphones mobiles à clapet, alors le maillage peut être adapté en orientation. Les résultats du scan de surface sont documentés en annexe B.
- Un scan en volume „7x7x7 zoom scan“ mesure le champ dans un volume autour de la valeur DAS maximum 2D obtenue lors du scan de surface précédent. C'est un maillage de 7x7 où le robot effectue 7 pas de mesure supplémentaires sur l'axe des Z. La taille de la maille pour une mesure dans le cube est de 5 mm dans les directions X, Y et Z. DASY est aussi capable de répéter le scan en volume si plus d'une valeur maximale a été décelée lors du scan de surface. Les résultats des essais suivant les normes spécifiées (voir chapitre 4) sont indiqués sous la forme d'un tableau au chapitre 7.2.

Commentaire [ANFR31]: Cette section explique la stratégie utilisée pour déplacer le capteur dans le mannequin afin de localiser les valeurs de champ électrique maximales. Des mesures initiales de contrôle sont prévues, notamment pour détecter la surface du mannequin. La mesure repose sur deux balayages :
- un balayage surfacique avec une maille large (de l'ordre de 20 mm) pour situer la zone où le DAS est le plus élevé ;
- un balayage volumique avec une maille plus fine (de l'ordre de 5 mm) autour du point avec DAS le plus élevé détecté lors du balayage surfacique.

6.1.7 Evaluation du DAS maximal moyenné

La valeur maximale moyennée de DAS pour 10 g est évaluée d'après la mesure précédente dans le cube. L'évaluation se base sur la valeur DAS mesurée en chaque point du maillage fin de la taille suivante 7x7x7 points. L'algorithme qui permet de trouver le volume d'intégration maximum est séparé en trois différentes étapes.

Les valeurs entre le centre du dipôle de la sonde et la surface du mannequin sont obtenues par extrapolation. Ces valeurs ne peuvent pas être mesurées puisque le centre du dipôle est à 2,7mm de la pointe de la sonde et la distance entre la surface et le point le plus bas est d'environ 1mm.

La valeur maximale interpolée est recherchée avec l'algorithme « straight-forward ». Autour de ce maximum les valeurs DAS intégrées sur des volumes de 10g sont calculées par l'algorithme d'interpolation 3D de Spline.

Le volume cubique d'intégration doit être déplacé à travers le volume interpolé et extrapolé de la zone du zoom scan proche de la surface interne du mannequin à proximité du DAS local maximal. Le cube ayant le DAS maximal moyenné le plus élevé ne doit pas être au bord/à la périphérie du volume de zoom-scan. Si c'est le cas, le volume du zoom-scan doit être déplacé et les mesurages effectués à nouveau

Extrapolation

L'extrapolation est basée sur la méthode des moindres carrés. Pour les points sur les trois premiers centimètres sur l'axe des z, on utilise un polynôme du quatrième ordre. Ce polynôme est alors utilisé pour évaluer les points entre la surface et la pointe de la sonde. Les points calculés depuis la surface sont séparés chacun de 1 mm.

Interpolation

L'interpolation des points est effectuée par la méthode 3D de Spline. L'interpolation 3D de Spline est composée de trois interpolations à une dimension avec la condition « not a knot » (axes x, y et z)

Intégration volumique

La taille du cube est d'abord calculée, ensuite le volume est intégré par l'algorithme des trapèzes. 8000 points (20x20x20) sont interpolés pour calculer la moyenne.

Extrapolation avancée

DASY utilise une option d'extrapolation avancée qui est capable de compenser les effets de bord de la sonde de champ E.

Commentaire [ANFR32]: Les valeurs-limites à respecter, indiquées dans les normes « produit », sont exprimées en DAS moyenné sur 10 grammes. Ce chapitre reprend les exigences de la norme de base en ce qui concerne le calcul du DAS moyenné sur 10 grammes à partir des valeurs de DAS ponctuelles mesurées aux points du balayage volumique.

6.1.8 Traitement et stockages des données

Stockage des données

Le logiciel de DASY stocke les données acquises par les instruments sous forme de données brutes (en millivolts lus en sortie de la sonde) accompagnées par tous les paramètres nécessaires pour le traitement (facteur de conversion de la sonde, paramètres diélectriques du liquide, fréquence et modulation de l'EST).

Les données de mesure peuvent être visualisées ou exportées sous différentes unités ou formats suivant le type de sonde sélectionnée ([V/m], [A/m], [°C], [mW/g], [mW/cm²], [dBrel], etc.). Les données brutes peuvent être exportées pour réaliser des traitements avec d'autres logiciels.

Traitement des données par SEMCAD

Le logiciel SEMCAD réalise automatiquement les procédures suivantes pour calculer les unités de champ à partir des grandeurs en microvolts provenant du connecteur de la sonde. Les paramètres utilisés pour le traitement sont conservés dans le module de configuration du logiciel :

Paramètres de la sonde:	- Sensibilité	Norm _i , a ₀ , a ₁ , a ₂
	- Facteur de conversion	ConvF ₁
	- Point de compression de la diode	Dcpi
Paramètres de l'EST:	- Fréquence	f
	- Facteur de crête (Crest factor)	cf
Paramètres du liquide:	- Conductivité	σ
	- Densité	ρ

Ces paramètres doivent être correctement ajustés. Ils sont spécifiés dans la documentation du composant, ou sont directement importés par le biais des fichiers de configuration établis pour chaque composant du système DASY.

Le premier pas du traitement est la linéarisation du signal d'entrée filtré en tenant compte des caractéristiques de compression de la diode de détection. La compensation dépend du signal d'entrée, du type de diode et du facteur de transmission DC de la diode vers le système de traitement électronique.

Commentaire [ANFR33]: Cette section précise les traitements effectués pour déduire les valeurs de DAS à partir de la mesure du capteur.

Commentaire [ANFR34]: Le capteur est en réalité constitué de 3 petits dipôles orthogonaux pour mesurer sur les 3 axes. Ces dipôles mesurent des tensions en Volt à partir desquelles le niveau de DAS ponctuel est calculé selon les formules indiquées.

Si le champ d'excitation est pulsé, le facteur de crête doit être connu correctement pour compenser la puissance crête. La formule pour chaque canal est la suivante:

$$V_i = U_i + U_i^2 \cdot cf/dcp_i$$

avec V_i = signal compensé pour le canal i (i = x, y, z)
 U_i = signal d'entrée du canal i (i = x, y, z)
 cf = facteur de crête du champ d'excitation (paramètre DAS)
 dcp_i = point de compression de la diode (paramètre DAS)

A partir des signaux d'entrée compensés, le champ primaire pour chaque canal peut être déterminé:

Sonde de champs E: $E_i = (V_i / Norm_i \cdot ConvF)^{1/2}$

Sonde de champs H: $H_i = (V_i)^{1/2} \cdot (a_{i0} + a_{i1}f + a_{i2}f^2)/f$

avec V_i = signal compensé du canal i (i = x, y, z)
 $Norm_i$ = sensibilité du capteur du canal i (i = x, y, z)
 [mV/(V/m)²] pour la sonde de champ E
 $ConvF$ = gain de sensibilité dans la solution
 a_{ij} = facteurs de sensibilité pour la sonde de champ H
 f = fréquence de la porteuse [GHz]
 E_i = intensité du champ électrique du canal i en V/m
 H_i = intensité du champ magnétique du canal i en A/m

La valeur quadratique des composants du champ donne la valeur totale de l'intensité du champ:

$$E_{tot} = (E_x^2 + E_y^2 + E_z^2)^{1/2}$$

Les valeurs de champ découlent de la valeur de champ primaire:

$$DAS = (E_{tot}^2 \cdot \sigma) / (\rho \cdot 1000)$$

avec DAS = débit d'absorption spécifique local en mW/g
 E_{tot} = intensité totale du champ en V/m
 σ = conductivité en [mho/m] ou [Siemens/m]
 ρ = densité des équivalents aux tissus en g/cm³

On peut remarquer que la densité est ajustée normalement à 1 (ou 1.06) pour privilégier la densité du cerveau à celle du liquide équivalent. La densité de flux de puissance est calculée en supposant que le champ d'excitation est en champ libre.

$$P_{pwe} = E_{tot}^2 / 3770 \quad \text{ou} \quad P_{pwe} = H_{tot}^2 \cdot 37.7$$

avec P_{pwe} = densité de puissance équivalente pour une onde plane en mW/cm²
 E_{tot} = intensité totale du champ électrique en V/m
 H_{tot} = intensité totale du champ magnétique en A/m

6.1.9 Liquides équivalents aux tissus: Propriétés diélectriques

Les ingrédients suivants sont utilisés pour produire le liquide équivalent aux tissus (Les liquides utilisés pour les essais décrits au chapitre 7.2 sont marqués d'un☒)

Ingrédients (% du poids)	Fréquence (MHz)					
	<input type="checkbox"/> 450	<input type="checkbox"/> 835	<input checked="" type="checkbox"/> 900	<input checked="" type="checkbox"/> 1750	<input checked="" type="checkbox"/> 1900	<input checked="" type="checkbox"/> 2450
bande de fréquence						
Type de tissu	Tête	Tête	Tête	Tête	Tête	Tête
Eau	38,56	41,45	40,92	55,35	55,19	54,7
Sel (Na Cl)	3,95	1,45	1,48	0,38	0,19	0,0
Sucre	56,32	56,0	56,5	0,0	0,0	0,0
HEC	0,98	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Bactéricide	0,19	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Tween 20	0,0	0,0	0,0	44,17	44,52	45,2

Tableau 1: Propriétés diélectriques des tissus de la tête

Sel: 99+% Pur Chlorure de Sodium

Sucre: 98+% Pur Saccharose

Eau: De ionisée, résistivité 16MΩ+

HEC: Hydroxyéthyl Cellulose

Tween 20 : Polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate

6.1.10 Liquides équivalents aux tissus

Liquide	Fréquences utilisées cibles (MHz)	Tissu de la tête cible		Tissu de la tête mesuré					Date de la mesure
		Permittivité	Conductivité [S/m]	Permittivité	ecart	Conductivité		ecart	
						ϵ''	[S/m]		
900	842	41.50	0.91	40.8	-1.6%	19.42	0.91	0.2%	26.06.2017
	847	41.50	0.91	40.8	-1.8%	19.38	0.91	0.0%	
	852	41.50	0.92	40.7	-1.9%	19.34	0.92	-0.2%	
	880	41.50	0.95	40.4	-2.7%	19.28	0.94	-0.5%	
	882	41.50	0.95	40.4	-2.7%	19.26	0.94	-0.6%	
	897	41.50	0.97	40.2	-3.1%	19.24	0.96	-0.7%	
	900	41.50	0.97	40.2	-3.2%	19.24	0.96	-0.7%	
	912	41.50	0.98	40.0	-3.5%	19.22	0.98	0.0%	
	915	41.50	0.98	40.0	-3.6%	19.22	0.98	0.2%	
1750/ 1800	1710	40.13	1.35	40.0	-0.4%	14.35	1.36	1.2%	07.06.2017
	1747	40.08	1.37	39.8	-0.8%	14.36	1.40	1.9%	
	1750	40.07	1.37	39.7	-0.8%	14.38	1.40	2.1%	
	1785	40.02	1.39	39.6	-1.1%	14.41	1.43	2.8%	
1900	1900	40.00	1.40	39.8	-0.5%	13.19	1.39	-0.4%	03.06.2017
	1922	40.00	1.40	39.7	-0.7%	13.05	1.40	-0.3%	
	1950	40.00	1.40	39.6	-1.0%	13.18	1.43	2.1%	
	1978	40.00	1.40	39.4	-1.5%	13.24	1.46	4.1%	
2450/ 2600	2510	39.12	1.87	37.9	-3.1%	13.57	1.89	1.6%	13.06.2017
	2535	39.09	1.89	37.8	-3.3%	13.62	1.92	1.5%	
	2560	39.06	1.92	37.7	-3.4%	13.72	1.95	1.8%	
	2600	39.01	1.96	37.6	-3.6%	13.88	2.01	2.2%	

Tableau 2: Paramètres des liquides équivalents aux tissus de la tête

Note: Les propriétés diélectriques ont été mesurées par la méthode de la sonde de contact à 22°C.

Commentaire [ANFR35]: Le liquide homogène dont est rempli le mannequin simule les tissus humains, en particulier vis-à-vis de l'échauffement.

Commentaire [ANFR36]: Cet échauffement dépend de la fréquence. Il faut donc ajuster la formule du liquide selon la fréquence testée pour bien refléter la situation du corps humain. Ce chapitre précise la composition du liquide en fonction de la fréquence.

Commentaire [ANFR37]: La norme précise les caractéristiques diélectriques du liquide qui doivent être recherchées en fonction des fréquences. Elles sont spécifiées afin d'obtenir une évaluation conservatrice du DAS quelles que soient les caractéristiques corporelles de l'utilisateur du téléphone. Cette section décrit les caractéristiques du liquide de test constatées avant la mesure du terminal.

6.1.11 Evaluation de l'incertitude de la mesure pour les essais DAS

L'incertitude pour DASY5 selon IEC 62209-2 / 2010 (0.3 – 6GHz)

L'incertitude composée totale de la mesure du système est de ± 12,7% (K=1).

L'incertitude élargie (k=2) est évaluée à ± 25,4%.

L'incertitude de mesure a été évaluée selon les normes IEC 62209-2/2010 et a été déterminé par Schmid & Partner Engineering AG. Le détail des incertitudes individuelles suit le tableau suivant:

Commentaire [ANFR38]: Les contributions de chaque composante de l'incertitude doivent être enregistrées conformément aux spécifications des normes de base.

Commentaire [ANFR39]: Compte tenu de la complexité de l'appareillage utilisé, l'incertitude des mesures de DAS est élevée et peut ainsi atteindre plusieurs dizaines de pourcents. La norme précise toutefois que l'incertitude élargie avec un intervalle de confiance de 95% ne doit pas excéder 30% pour les valeurs de DAS crête spatial moyen dans la gamme de 0,4 W/kg à 10 W/kg.

IEC 62209-2/2010 (0.3 - 6 GHz)								
Sources d'erreur	Tolérance Incertitude	Distribution de probabilité	Diviseur	c _i (1g)	c _i (10g)	Standard Incertitude		v _i ² ou V _{eff}
						± %, (1g)	± %, (10g)	
Système de mesure								
Etalonnage de la sonde	± 6.6 %	Normale	1	1	1	± 6.6 %	± 6.6 %	∞
Isotropie axiale	± 4.7 %	Rectangulaire	√ 3	0.7	0.7	± 1.9 %	± 1.9 %	∞
Isotropie hémisphérique	± 9.6 %	Rectangulaire	√ 3	0.7	0.7	± 3.9 %	± 3.9 %	∞
Effets de bord	± 2.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.2 %	± 1.2 %	∞
Linéarité de la sonde	± 4.7 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 2.7 %	± 2.7 %	∞
Limite de détection du système	± 1.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.6 %	± 0.6 %	∞
Réponse en modulation	± 2.4 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.4 %	± 1.4 %	∞
Lectures électroniques	± 0.3 %	Normale	1	1	1	± 0.3 %	± 0.3 %	∞
Temps de réponse	± 0.8 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.5 %	± 0.5 %	∞
Temps d'intégration	± 2.6 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.5 %	± 1.5 %	∞
Conditions RF ambiantes	± 3.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.7 %	± 1.7 %	∞
Réflexions RF ambiantes	± 3.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.7 %	± 1.7 %	∞
Positionneur de la sonde	± 0.8 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.5 %	± 0.5 %	∞
Positionnement de la sonde	± 6.7 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 3.9 %	± 3.9 %	∞
Post-traitement	± 4.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 2.3 %	± 2.3 %	∞
Échantillon en essai								
Position de l'échantillon	± 2.9 %	Normale	1	1	1	± 2.9 %	± 2.9 %	145
Incertitude du support de l'appareil	± 3.6 %	Normale	1	1	1	± 3.6 %	± 3.6 %	5
Dérive de l'alimentation	± 5.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 2.9 %	± 2.9 %	∞
Mannequin et montage								
Incertitude sur la forme du mannequin	± 7.9 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 4.6 %	± 4.6 %	∞
Correction DAS	± 1.9 %	Rectangulaire	√ 3	1	0.84	± 1.1 %	± 0.9 %	∞
Conductivité du liquide (cible)	± 5.0 %	Rectangulaire	√ 3	0.78	0.71	± 2.3 %	± 2.0 %	∞
Conductivité du liquide (mesurée)	± 5.0 %	Rectangulaire	√ 3	0.26	0.26	± 0.8 %	± 0.8 %	∞
Permittivité du liquide (cible)	± 3.4 %	Rectangulaire	√ 3	0.78	0.71	± 1.5 %	± 1.4 %	∞
Permittivité du liquide (meas.)	± 0.4 %	Rectangulaire	√ 3	0.23	0.26	± 0.1 %	± 0.1 %	∞
Incertitude composée						± 12.7 %	± 12.6 %	330
Incertitude élargie normalisée						± 25.4 %	± 25.3 %	

Tableau 3: Incertitude de la mesure selon IEC 62209-2/2011 (300 MHz – 6GHz)

6.1.12 Evaluation de l'incertitude de la validation du système

L'incertitude composée totale de la mesure du système est de ± 9,1% (K=1).

L'incertitude élargie (k=2) est évaluée à ± 18,2%

L'incertitude de mesure a été évaluée selon les normes IEEE 1528-2003/2013, IEC 62209/2011 et a été déterminé par Schmid & Partner Engineering AG. Le détail des incertitudes individuelles suit le tableau suivant:

L'incertitude de la validation du système (0.3 - 3 GHz)								
Sources d'erreur	Tolérance Incertitude	Distribution de probabilité	Diviseur	C _i (1g)	C _i (10g)	Standard Incertitude		v _i ² ou V _{eff}
						± %, (1g)	± %, (10g)	
Système de mesure								
Etalonnage de la sonde	± 6.0 %	Normale	1	1	1	± 6.0 %	± 6.0 %	∞
Isotropie axiale	± 4.7 %	Rectangulaire	√ 3	0.7	0.7	± 1.9 %	± 1.9 %	∞
Isotropie hémisphérique	± 0.0 %	Rectangulaire	√ 3	0.7	0.7	± 0.0 %	± 0.0 %	∞
Effets de bord	± 1.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.6 %	± 0.6 %	∞
Linéarité de la sonde	± 4.7 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 2.7 %	± 2.7 %	∞
Limite de détection du système	± 1.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.6 %	± 0.6 %	∞
Lectures électroniques	± 0.3 %	Normale	1	1	1	± 0.3 %	± 0.3 %	∞
Temps de réponse	± 0.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.0 %	± 0.0 %	∞
Temps d'intégration	± 0.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.0 %	± 0.0 %	∞
Conditions RF ambiantes	± 3.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.7 %	± 1.7 %	∞
Positionneur de la sonde	± 0.4 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.2 %	± 0.2 %	∞
Positionnement de la	± 2.9 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.7 %	± 1.7 %	∞
Evaluation DAS max.	± 1.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.6 %	± 0.6 %	∞
Échantillon en essai								
Position de l'échantillon	± 0.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 0.0 %	± 0.0 %	∞
Incertitude du support de l'appareil	± 2.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 1.2 %	± 1.2 %	∞
Dérive de l'alimentation	± 3.4 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 2.0 %	± 2.0 %	∞
Mannequin et montage								
Incertitude sur la forme du mannequin	± 4.0 %	Rectangulaire	√ 3	1	1	± 2.3 %	± 2.3 %	∞
Correction DAS	± 1.9 %	Rectangulaire	√ 3	1	0.84	± 1.1 %	± 0.9 %	∞
Conductivité du liquide (cible)	± 5.0 %	Normale	1	0.78	0.71	± 3.9 %	± 3.6 %	∞
Conductivité du liquide (mesurée)	± 5.0 %	Normale	1	0.26	0.26	± 1.3 %	± 1.3 %	∞
Permittivité du liquide (cible)	± 1.7 %	Rectangulaire	√ 3	0.78	0.71	± 0.8 %	± 0.7 %	∞
Permittivité du liquide (meas.)	± 0.3 %	Rectangulaire	√ 3	0.23	0.26	± 0.0 %	± 0.0 %	∞
Incertitude composée						± 9.1 %	± 8.9 %	330
Incertitude élargie normalisée						± 18.2 %	± 17.9 %	

Tableau 4: Incertitude de la mesure (300MHz - 3GHz).

Commentaire [ANFR40]: Les contributions de chaque composante de l'incertitude lors des mesures avec l'équipement testé doivent être enregistrées conformément aux spécifications des normes de base. L'incertitude élargie avec un intervalle de confiance de 95% ne doit pas excéder 30% pour les valeurs de DAS crête spatial moyen dans la gamme de 0,4 W/kg à 10 W/kg.

6.1.13 Validation du système

La validation du système est conduite pour vérifier la précision du système de mesure complet et la performance du logiciel. Elle est conduite avec du matériel équivalent aux tissus en accord avec les normes spécifiées en section 4. Le tableau suivant montre les résultats de validation pour toutes les bandes de fréquences et liquides de tissus utilisés pendant les mesures (représentation graphique voir annexe A).

Equipement de validation	fréquence	Objectif DAS _{10g} (1000mW) (+/- 10%)	DAS _{10g} de validation mW/g	SAR _{10g} écart %	date de mesure
D900V2 S/N: 102	900 MHz tête	6.98	6.77	-3.0	26.06.2017
D1750V2 S/N: 1093	1750 MHz tête	19.90	19.60	-1.5	07.06.2017
D1750V2 S/N: 1093	1750 MHz tête	19.90	19.70	-1.0	10.06.2017
D1900V2 S/N: 5d009	1900 MHz tête	20.70	20.50	-1.0	03.06.2017
D2600V2 S/N: 1040	2600 MHz tête	25.10	25.90	3.2	13.06.2017

Table 5: Résultats de la validation du système

Commentaire [ANFR41]: La validation est un véritable « calibrage » du système prévu dans les normes de base. Elle permet de s'assurer au minimum annuellement, ou après tout changement de matériel, que le système mesure correctement par rapport à des valeurs de DAS de référence avec des émetteurs de référence.

Cette validation du système diffère du contrôle régulier du système, moins approfondi, qui est effectué quotidiennement ou avant chaque mesure de DAS et dont les résultats sont donnés en annexe de ce type de rapport.

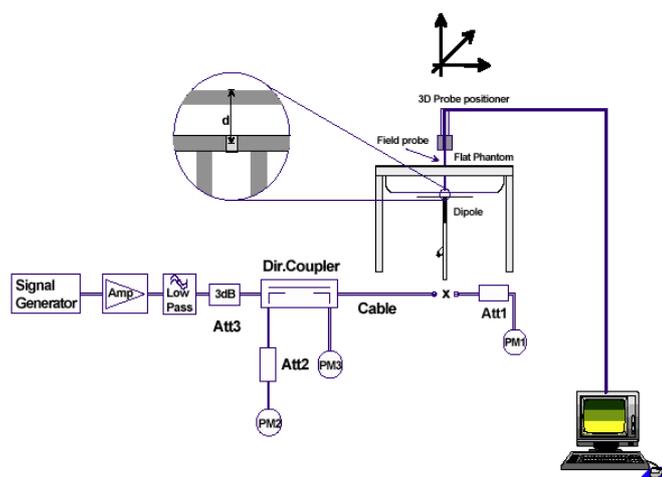
6.1.14 Procédure de validation

La validation du système est réalisée par l'utilisation d'un dipôle de validation qui est positionné parallèlement à la partie plane du mannequin SAM au niveau du point de référence.

La distance du dipôle au mannequin SAM est déterminée par une cale en plexiglas. Le dipôle est connecté à une source qui consiste en un générateur de signaux et un amplificateur qui transmettent un signal au travers d'un coupleur directionnel, d'un câble et d'un adaptateur N vers SMA. Le dipôle est alimenté par une onde d'une puissance 1000 mW. Pour ajuster la puissance on utilise un wattmètre. La sonde de puissance est connectée à la terminaison du câble avant la validation pour obtenir la puissance en ce point et ajuster le générateur de signal. Les puissances transmises et réfléchie sont contrôlées à la sortie du coupleur directionnel pendant la validation pour s'assurer que la puissance émise vers le dipôle est constante. Ceci peut être également contrôlé par la dérive en puissance après l'essai.

Les résultats de la validation doivent être proche de la valeur déterminée lors de l'étalonnage du dipôle avec les liquides et les systèmes d'essai appropriés (+/-10%)

La validation du système est réalisée régulièrement sur toutes les bandes de fréquences où les essais sont effectués. Les résultats sont stockés afin d'avoir un suivi des performances du système sur le long terme et peuvent être documentés à la demande dans le rapport de norme européenne.



Commentaire [ANFR42]: Ce chapitre présente les résultats des essais réalisés sur le téléphone en test (EST, pour « équipement soumis au test »).

7 Résultats des essais

7.1 Description générale des procédures d'essais

GSM / UMTS:

L'EST est mesuré en utilisant un testeur de radiocommunication CMU 200 afin de commander les canaux d'essai et la puissance d'émission de l'EST à son maximum.

En mode UMTS, les tests sont effectués avec un canal référence de mesure (RMC), aussi les bits du contrôle de puissance sont configurés sur 'All 1' pour atteindre la puissance d'émission maximale de l'EST.

Les positions d'essai décrites dans le tableau ci-dessous sont en accord avec la norme spécifiée.

LTE:

L'EST est mesuré en utilisant un testeur de radiocommunication CMW 500 afin de commander les canaux d'essai et la puissance d'émission de l'EST à son maximum.

Les positions d'essai décrites dans le tableau ci-dessous sont en accord avec la norme spécifiée.

De manière à déterminer le setup 4G le plus défavorable en termes de puissance, une recherche est effectuée au préalable aboutissant aux résultats mentionnés dans les tableaux 6 et 7.

Dans un premier temps, nous procédons par l'intermédiaire du banc SAR à un rapide area scan permettant de déterminer la position dans le mannequin pour laquelle la valeur du champ électrique mesurée à la sonde en V/m est la plus élevée.

Une fois cette position trouvée, nous faisons évoluer les paramètres des Ressources Block (RB) sur notre simulateur CMW tout en mesurant à la sonde la valeur du champ électrique dégagé par l'EST.

Ainsi nous pouvons déterminer quels RB offset et Size doivent être paramétrés sur le CMW 500 de manière à déterminer la valeur SAR la plus élevée.

7.2 Vue d'ensemble des résultats

DAS _{10g} dans le corps GSM 900 MHz (moyennés sur une masse de 10g)							
canal	fréquence (MHz)	condition de test	Face	DAS _{10g} (W/kg)		température de liquide (°C)	distance (mm)
				mesuré	limite		
975	880,2	2 créneaux temps	Avant	0,395	2,0	23,2	5
37	897,4	2 créneaux temps	Avant	0,466	2,0	23,2	5
124	914,8	2 créneaux temps	Avant	0,451	2,0	23,2	5
37	897,4	2 créneaux temps	Arrière	0,388	2,0	23,2	5

Tableau 6: Résultats des essais GSM 900 (DAS dans le corps)

DAS _{10g} dans le corps GSM 1800 MHz (moyennés sur une masse de 10g)							
canal	fréquence (MHz)	condition de test	Face	DAS _{10g} (W/kg)		température de liquide (°C)	distance (mm)
				mesuré	limite		
512	1710,2	2 créneaux temps	Avant	0,308	2,0	22,4	5
698	1747,4	2 créneaux temps	Avant	0,335	2,0	22,4	5
885	1784,8	2 créneaux temps	Avant	0,304	2,0	22,4	5
698	1747,4	2 créneaux temps	Arrière	0,323	2,0	22,4	5

Tableau 7: Résultats des essais GSM 1800 (DAS dans le corps)

DAS _{10g} dans le corps UMTS FDD VIII 900 MHz (moyennés sur une masse de 10g)							
canal	fréquence (MHz)	condition de test	Face	DAS _{10g} (W/kg)		température de liquide (°C)	distance (mm)
				mesuré	limite		
2712	882,4	QPSK, 12,2 kbps	Avant	0,397	2,0	23,2	5
2788	897,6	QPSK, 12,2 kbps	Avant	0,383	2,0	23,2	5
2863	912,6	QPSK, 12,2 kbps	Avant	0,372	2,0	23,2	5
2788	897,6	QPSK, 12,2 kbps	Arrière	0,328	2,0	23,2	5

Tableau 8: Résultats des essais UMTS FDD VIII 900 MHz (DAS dans le corps)

Commentaire [ANFR43]: Cette section récapitule l'ensemble des résultats de DAS obtenus sur le téléphone testé.

Commentaire [ANFR44]: Pour une évaluation de DAS tronç, le côté du téléphone testé ainsi que la distance par rapport au mannequin sont indiqués. Pour l'évaluation d'un DAS tête, le côté droit ou gauche, en position contre la joue ou incliné de 15° est indiqué.

Commentaire [ANFR45]: Dans les tableaux, le canal permet d'identifier selon les règles internationales la fréquence testée. Les fréquences extrêmes des différentes bandes testées (canaux haut et bas) ne sont mesurées que dans la position la plus défavorable.

Commentaire [ANFR46]: En 2G (GSM), la transmission des données se fait selon un multiplexage temporel (TDMA Time Division Multiple Access ou accès multiple à répartition dans le temps).

Commentaire [ANFR47]: Une trame se décompose en 8 intervalles de temps. Pour transmettre de la voix, la transmission se fait sur un seul créneau de temps mais pour transmettre de la donnée, la transmission peut se faire sur plusieurs créneaux temps en fonction des caractéristiques du téléphone. Le nombre de créneaux de temps utilisés pour tester la 2G est indiqué dans le tableau.

Commentaire [ANFR48]: En 3G (UMTS), pas de découpage temporel comme en 2G mais différentes modulations du signal sont utilisées pour identifier les utilisateurs par des codes. La modulation est indiquée dans les conditions de test.

DAS _{10g} dans le corps UMTS FDD I 1950 MHz (moyennés sur une masse de 10g)							
canal	fréquence (MHz)	condition de test	Face	DAS _{10g} (W/kg)		température de liquide (°C)	distance (mm)
				mesuré	limite		
9612	1922,0	QPSK, 12,2 kbps	Avant	1,250	2,0	21,1	5
9750	1950,0	QPSK, 12,2 kbps	Avant	1,090	2,0	21,1	5
9888	1978,0	QPSK, 12,2 kbps	Avant	0,967	2,0	21,1	5
9750	1950,0	QPSK, 12,2 kbps	Arrière	0,936	2,0	21,1	5

Tableau 9: Résultats des essais UMTS FDD I 2100/1900 MHz (DAS dans le corps)

DAS dans le corps LTE FDD 20 800 MHz (moyennés sur une masse de 10g)										
canal	fréquence/ MHz	Face	condition de test				distance	DAS _{10g} mesuré	limite	température de liquide
			BW MHz	RB size	RB offset	Mod.				
24250	842	Avant	20	1	50	QPSK	5 mm	0,259 W/kg	2 W/kg	23,2 °C
24300	847	Avant	20	1	50	QPSK	5 mm	0,307 W/kg	2 W/kg	23,2 °C
24350	852	Avant	20	1	50	QPSK	5 mm	0,237 W/kg	2 W/kg	23,2 °C
24300	847	Arrière	20	1	50	QPSK	5 mm	0,243 W/kg	2 W/kg	23,2 °C

Tableau 10: Résultats des essais LTE FDD 20 800 MHz (DAS dans le corps)

DAS dans le corps LTE FDD 3 1800 MHz (moyennés sur une masse de 10g)										
canal	fréquence/ MHz	Face	condition de test				distance	DAS _{10g} mesuré	limite	température de liquide
			BW MHz	RB size	RB offset	Mod.				
19300	1720.0	Avant	20	1	99	QPSK	5 mm	0,428 W/kg	2 W/kg	23,9 °C
19575	1747.5	Avant	20	1	99	QPSK	5 mm	0,566 W/kg	2 W/kg	23,9 °C
19850	1775.0	Avant	20	1	99	QPSK	5 mm	0,461 W/kg	2 W/kg	23,9 °C
19575	1747.5	Arrière	20	1	99	QPSK	5 mm	0,555 W/kg	2 W/kg	23,9 °C

Tableau 11: Résultats des essais LTE FDD 3 1800 MHz (DAS dans le corps)

DAS dans le corps LTE FDD 7 2600 MHz (moyennés sur une masse de 10g)										
canal	fréquence/ MHz	Face	condition de test				distance	DAS _{10g} mesuré	limite	température de liquide
			BW MHz	RB size	RB offset	Mod.				
20850	2510.0	Avant	20	1	0	QPSK	5 mm	0,982 W/kg	2 W/kg	23,0 °C
21100	2535.0	Avant	20	1	0	QPSK	5 mm	1,090 W/kg	2 W/kg	23,0 °C
21350	2560.0	Avant	20	1	0	QPSK	5 mm	0,958 W/kg	2 W/kg	23,0 °C
21100	2535.0	Arrière	20	1	0	QPSK	5 mm	0,863 W/kg	2 W/kg	23,0 °C

Tableau 12: Résultats des essais LTE FDD 7 2600 MHz (DAS dans le corps)

Note: Les fréquences hautes et basses ont été mesurées dans le cas le plus défavorable.

Commentaire [ANFR49]: En 4G (LTE), de nouveaux paramètres peuvent influencer la valeur du DAS comme la largeur de bande du canal (BW), l'occupation de ce canal en nombre de blocs de ressource (RB size) et la position de ce ou ces blocs de ressource dans le canal considéré (RB offset).

8 Instruments de mesure utilisés

Ce tableau donne une vue complète des équipements de mesure du DAS

Appareil	Type	Fabricant	numéro de série	Dernier étalonnage	fréquence (mois)
Dosimetric E-Field Probe	ES3DV3	Schmid & Partner Engineering AG	3320	12.01.2017	12
Dosimetric E-Field Probe	EX3DV4	Schmid & Partner Engineering AG	3944	12.05.2017	12
900 MHz System Validation Dipole	D900V2	Schmid & Partner Engineering AG	102	12.05.2015	36
1750 MHz System Validation Dipole	D1750V2	Schmid & Partner Engineering AG	1093	13.05.2015	36
1900 MHz System Validation Dipole	D1900V2	Schmid & Partner Engineering AG	5d009	10.05.2017	36
2600 MHz System Validation Dipole	D2600V2	Schmid & Partner Engineering AG	1040	09.05.2017	36
Data acquisition electronics	DAE3V1	Schmid & Partner Engineering AG	413	11.01.2017	12
Data acquisition electronics	DAE3V1	Schmid & Partner Engineering AG	477	12.05.2017	12
Software	DASY52 52.8.7	Schmid & Partner Engineering AG	---	N/A	--
Phantom	SAM	Schmid & Partner Engineering AG	---	N/A	--
Universal Radio Communication Tester	CMU 200	Rohde & Schwarz	106826	02.02.2017	24
Universal Radio Communication Tester	CMW 500	Rohde & Schwarz	102375	13.12.2015	24
Network Analyser 300 kHz to 6 GHz	8753ES	Hewlett Packard)*	US39174436	28.01.2016	24
Dielectric Probe Kit	85070C	Hewlett Packard	US99360146	N/A	12
Signal Generator	8671B	Hewlett Packard	2823A00656	31.01.2017	24
Amplifier	25S1G4 (25 Watt)	Amplifier Reasearch	20452	N/A	--
Power Meter	NRP	Rohde & Schwarz	101367	31.01.2017	24
Power Meter Sensor	NRP Z22	Rohde & Schwarz	100227	31.01.2017	12
Power Meter Sensor	NRP Z22	Rohde & Schwarz	100234	31.01.2017	12
Directional Coupler	778D	Hewlett Packard	19171	31.01.2017	12

* : La sonde de l'analyseur de réseau est étalonnée avant chaque mesure de liquide en référence avec de l'air, de l'eau distillée et un court-circuit.

9 Observations

Aucune observation n'a été faite pendant les essais.

Commentaire [ANFR50]: Avant d'être mis en service, l'équipement (y compris celui employé pour l'échantillonnage) doit être étalonné ou vérifié afin d'établir qu'il répond aux exigences spécifiées du laboratoire et qu'il est conforme aux spécifications normatives pertinentes. Il doit être contrôlé et/ou étalonné avant utilisation. Le programme d'étalonnage des équipements doit être conçu et mis en œuvre de manière à garantir, chaque fois que cela est possible, que toutes les mesures effectuées sont raccordées à des étalons nationaux ou internationaux de mesure, s'il en existe.

Annexe A: Vérification du système

Date/Time: 26.06.2017 08:22:41

SystemPerformanceCheck-D900 HSL 2017-06-26

DUT: Dipole 900 MHz; Type: D900V2; Serial: 102

Communication System: UID 0, CW (0); Communication System Band: D900 (900.0 MHz); Frequency: 900 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used: $f = 900$ MHz; $\sigma = 0.963$ S/m; $\epsilon_r = 40.186$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASY5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(6.5, 6.5, 6.5); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 32.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL900/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Area Scan (51x51x1): Interpolated grid:

$dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 1.20 W/kg

HSL900/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Zoom Scan (7x7x7)/Cube 0:

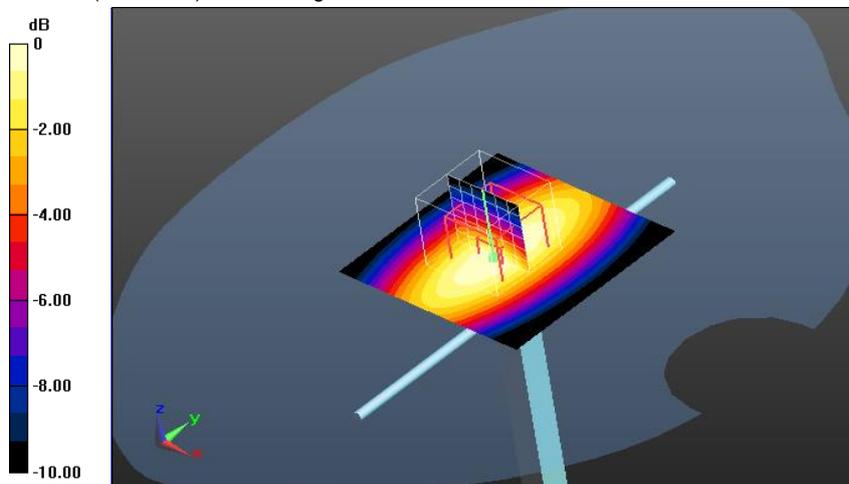
Measurement grid: $dx=5$ mm, $dy=5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 37.053 V/m; Power Drift = 0.00 dB

Peak SAR (extrapolated) = 1.54 W/kg

SAR(10 g) = 0.677 W/kg

Maximum value (measured) = 1.22 W/kg



0 dB = 1.22 W/kg = 0.86 dBW/kg

Additional information:

ambient temperature: 23.7°C; liquid temperature: 23.2°C

Commentaire [ANFR51]: Cette annexe donne le détail des résultats des essais réalisés pour contrôler le système de mesure avant d'effectuer les essais sur le téléphone.

Commentaire [ANFR52]: Ces résultats indiquent tout d'abord les conditions de la mesure : le dipôle de référence utilisé (DUT)

Commentaire [ANFR53]: La technologie, la bande de fréquence et le canal testé

Commentaire [ANFR54]: Les paramètres du liquide dans la bande de fréquence testée

Commentaire [ANFR55]: Le type de mannequin utilisé

Commentaire [ANFR56]: Le système de mesure utilisé

Commentaire [ANFR57]: La configuration du système

Commentaire [ANFR58]: Ensuite, les résultats sont listés : les résultats obtenus lors du balayage surfacique (*area scan*) qui permet d'identifier la zone d'exposition maximale. La valeur maximale interpolée, *maximum value (interpolated)* apparaît en W/kg. L'interpolation permet de calculer un niveau de DAS entre points de mesure afin d'obtenir une grille plus fine.

Commentaire [ANFR59]: Les résultats obtenus lors du balayage volumique (*zoom scan*). Il s'agit de la valeur ponctuelle maximale mesurée ou *Maximum value measured*, de la valeur ponctuelle maximale extrapolée ou *Peak SAR extrapolated*. L'extrapolation consiste à prendre en compte le faible écart, de quelques millimètres, entre l'extrémité du capteur et le point d'acquisition des mesures au niveau des dipôles. Et la valeur de DAS 10 grammes correspondante, SAR (10g).

Commentaire [ANFR60]: Un point de référence permet de contrôler le bon fonctionnement du système tout au long de l'essai en surveillant le niveau de champ électrique en V/m mesuré en ce point (*Reference Value*).

Commentaire [ANFR61]: Les figures illustrent la répartition du DAS lors du balayage surfacique et lors du balayage volumique.

Date/Time: 07.06.2017 08:14:10

SystemPerformanceCheck-D1750 HSL 2017-06-07

DUT: Dipole 1750 MHz; Type: D1750V2; Serial: 1093

Communication System: UID 0, CW (0); Communication System Band: D1750 (1750.0 MHz); Frequency: 1750 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used: $f = 1750$ MHz; $\sigma = 1.4$ S/m; $\epsilon_r = 39.737$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASY5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(5.41, 5.41, 5.41); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 32.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL1750/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Area Scan (51x51x1): Interpolated grid:

$dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 5.47 W/kg

HSL1750/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Zoom Scan (7x7x7)/Cube 0:

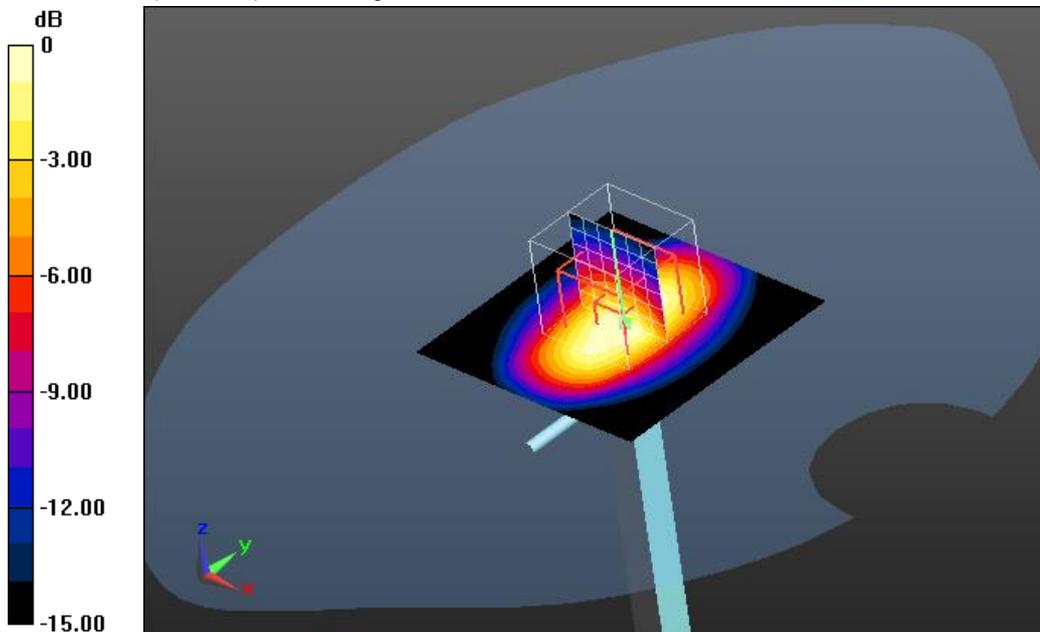
Measurement grid: $dx=5$ mm, $dy=5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 59.357 V/m; Power Drift = 0.00 dB

Peak SAR (extrapolated) = 6.62 W/kg

SAR(10 g) = 1.96 W/kg

Maximum value (measured) = 4.66 W/kg



0 dB = 4.66 W/kg = 6.68 dBW/kg

Additional information:

ambient temperature: 23.8°C; liquid temperature: 22.4°C

Date/Time: 10.06.2017 07:34:21

SystemPerformanceCheck-D1750 HSL 2017-06-10

DUT: Dipole 1750 MHz; Type: D1750V2; Serial: 1093

Communication System: UID 0, CW (0); Communication System Band: D1750 (1750.0 MHz); Frequency: 1750 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used: $f = 1750$ MHz; $\sigma = 1.4$ S/m; $\epsilon_r = 39.737$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASY5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(5.41, 5.41, 5.41); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 32.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL1750/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Area Scan (51x51x1): Interpolated grid:

$dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 5.37 W/kg

HSL1750/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Zoom Scan (7x7x7)/Cube 0:

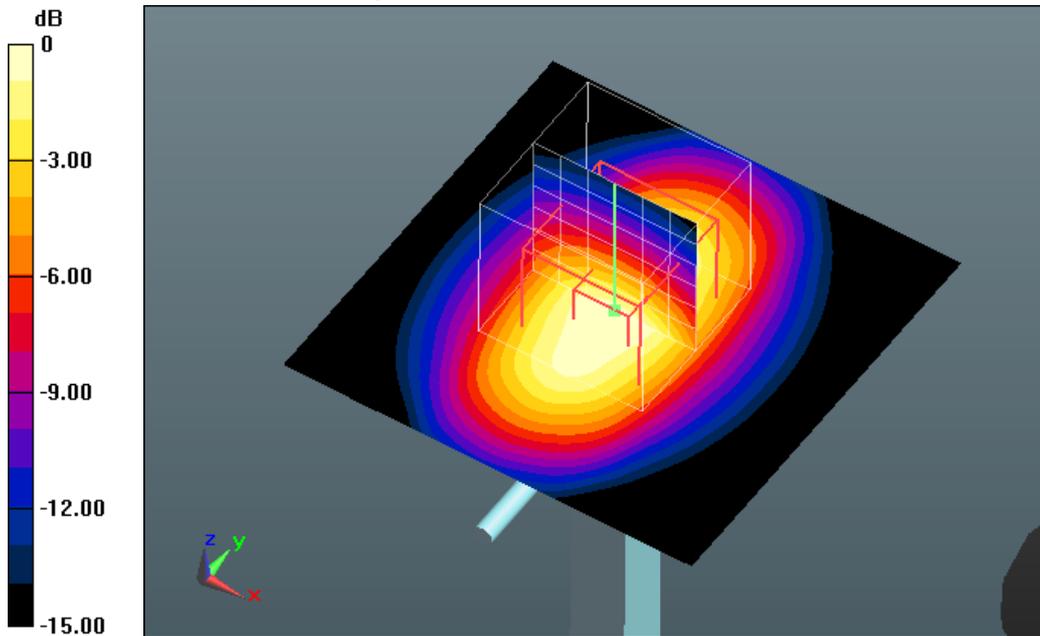
Measurement grid: $dx=5$ mm, $dy=5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 60.118 V/m; Power Drift = -0.04 dB

Peak SAR (extrapolated) = 6.65 W/kg

SAR(10 g) = 1.97 W/kg

Maximum value (measured) = 4.68 W/kg



0 dB = 4.68 W/kg = 6.70 dBW/kg

Additional information:

ambient temperature: 24.5°C; liquid temperature: 23.9°C

Date/Time: 03.06.2017 11:36:29

SystemPerformanceCheck-D1900 HSL 2017-06-03

DUT: Dipole 1900 MHz; Type: D1900V2; Serial: 5d009

Communication System: UID 0, CW (0); Communication System Band: D1900 (1900.0 MHz); Frequency: 1900 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used: $f = 1900$ MHz; $\sigma = 1.394$ S/m; $\epsilon_r = 39.763$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASY5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(5.19, 5.19, 5.19); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), z = 2.0, 32.0
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL1900/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Area Scan (51x51x1): Interpolated grid:

dx=1.500 mm, dy=1.500 mm

Maximum value (interpolated) = 5.89 W/kg

HSL1900/d=10mm, Pin=100 mW, dist=3mm/Zoom Scan (7x7x7)/Cube 0:

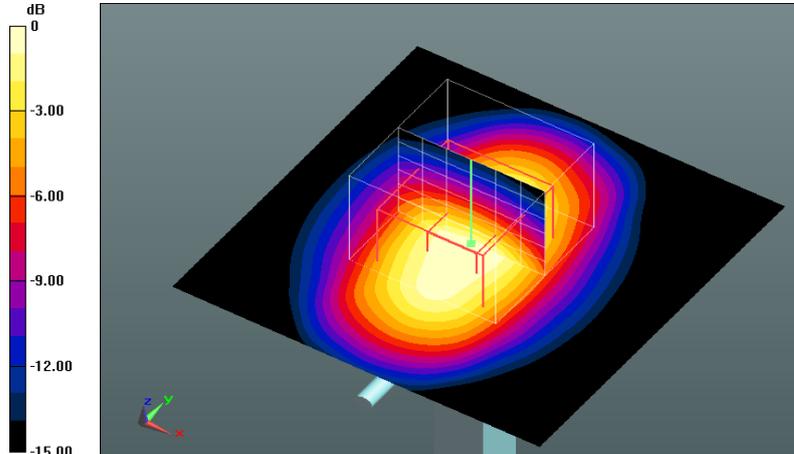
Measurement grid: dx=5mm, dy=5mm, dz=5mm

Reference Value = 61.836 V/m; Power Drift = -0.04 dB

Peak SAR (extrapolated) = 7.23 W/kg

SAR(10 g) = 2.05 W/kg

Maximum value (measured) = 5.03 W/kg



0 dB = 5.03 W/kg = 7.02 dBW/kg

Additional information:

ambient temperature: 22.4°C; liquid temperature: 21.1°C

Date/Time: 13.06.2017 09:48:25

SystemPerformanceCheck-D2600 HSL 2017-06-13

DUT: Dipole 2600 MHz; Type: D2600V2; Serial: 1040

Communication System: UID 0, CW (0); Communication System Band: D2600 (2600.0 MHz); Frequency: 2600 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used: $f = 2600$ MHz; $\sigma = 2.007$ S/m; $\epsilon_r = 37.593$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASY5

DASY5 Configuration:

- Probe: EX3DV4 - SN3944; ConvF(7.55, 7.55, 7.55); Calibrated: 12.05.2017;
- Sensor-Surface: 1.4mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 1.4mm (Mechanical Surface Detection), $z = 1.0, 26.0$
- Electronics: DAE3 Sn477; Calibrated: 12.05.2017
- Phantom: SAM front; Type: QD000P40CC; Serial: TP-1041
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL2450_2600/d=10mm, Pin=100 mW, dist=1.4mm/Area Scan (51x51x1):

Interpolated grid: $dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 12.1 W/kg

HSL2450_2600/d=10mm, Pin=100 mW, dist=1.4mm/Zoom Scan (7x7x7)/Cube

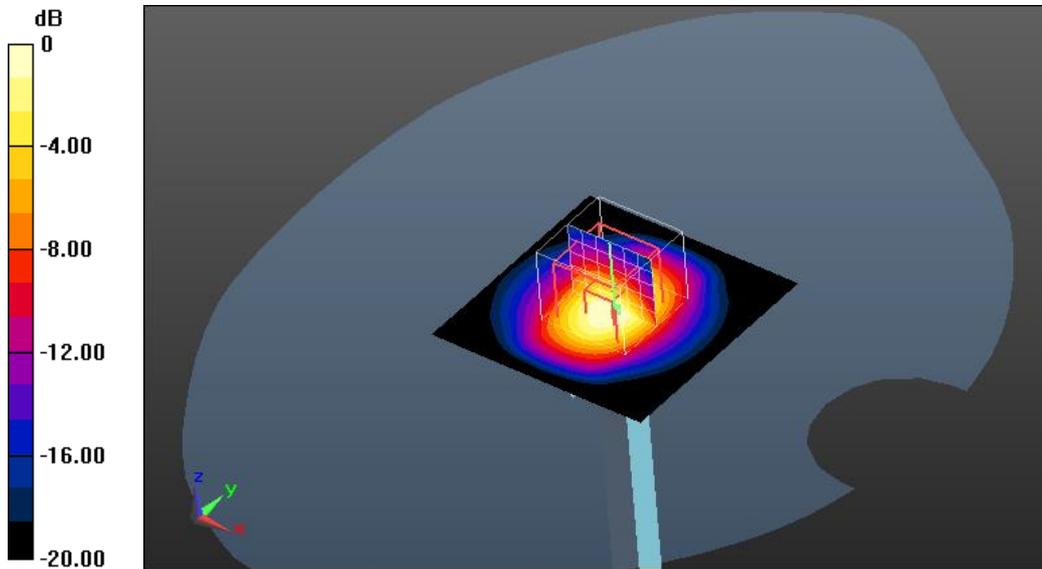
0: Measurement grid: $dx=5$ mm, $dy=5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 72.301 V/m; Power Drift = 0.11 dB

Peak SAR (extrapolated) = 12.6 W/kg

SAR(10 g) = 2.59 W/kg

Maximum value (measured) = 9.99 W/kg



0 dB = 9.99 W/kg = 10.00 dBW/kg

Additional information:

ambient temperature: 23.9°C; liquid temperature: 23.0°C

Annexe B: Résultats des mesures

Date/Time: 26.06.2017 10:08:27

EN62209-2-GSM900 body

DUT: HONOR; Type: 5C; Serial: MQH4C16902000728

Communication System: UID 0, GSM/GPRS 2TS (0); Communication System Band: GSM 900; Frequency: 897.4 MHz; Communication System PAR: 6.021 dB; PMF: 2.00009

Medium parameters used (interpolated): $f = 897.4 \text{ MHz}$; $\sigma = 0.96 \text{ S/m}$; $\epsilon_r = 40.2$; $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASYS

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(6.5, 6.5, 6.5); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 27.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL - 5 mm/Front position - Middle/Area Scan (71x121x1): Interpolated grid: $dx=1.500$

mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 1.03 W/kg

HSL - 5 mm/Front position - Middle/Zoom Scan (5x5x7)/Cube 0: Measurement grid:

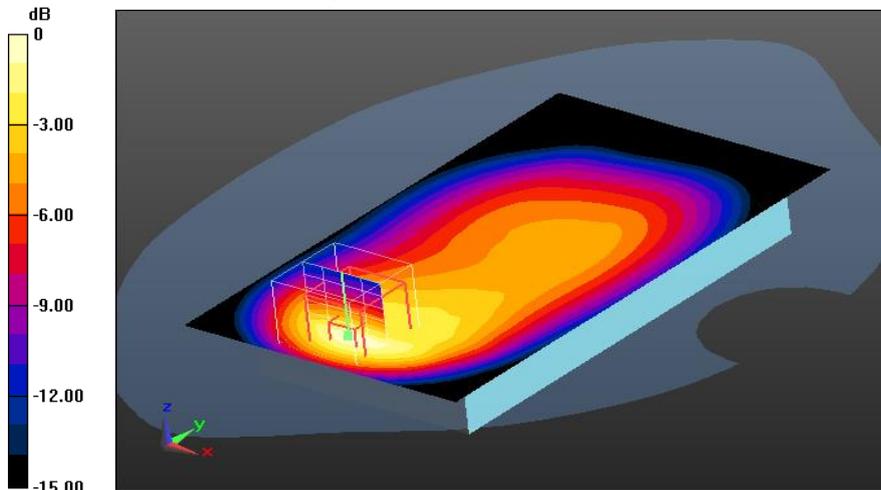
$dx=7.5\text{mm}$, $dy=7.5\text{mm}$, $dz=5\text{mm}$

Reference Value = 31.373 V/m; Power Drift = -0.05 dB

Peak SAR (extrapolated) = 1.71 W/kg

SAR(10 g) = 0.466 W/kg

Maximum value (measured) = 1.14 W/kg



0 dB = 1.14 W/kg = 0.57 dBW/kg

Additional information:

position or distance of DUT to SAM: 5 mm

ambient temperature: 23.7°C; liquid temperature: 23.2°C

Commentaire [ANFR62]: Cette annexe donne le détail des résultats des essais réalisés sur le téléphone.

Commentaire [ANFR63]: Ces résultats indiquent tout d'abord les conditions de la mesure : Le téléphone testé (DUT)

Commentaire [ANFR64]: La technologie, la bande de fréquences et le canal testé

Commentaire [ANFR65]: Les paramètres du liquide à la fréquence testée

Commentaire [ANFR66]: Le type de mannequin utilisé

Commentaire [ANFR67]: Le système de mesure utilisé

Commentaire [ANFR68]: La configuration du système.

Commentaire [ANFR69]: Ensuite, les résultats sont listés : Les résultats obtenus lors du balayage surfacique (*area scan*) qui permet d'identifier la zone d'exposition maximale. La valeur maximale interpolée, *maximum value (interpolated)* est indiquée en W/kg. L'interpolation permet de calculer un niveau de DAS entre points de mesure afin d'obtenir une grille plus fine.

Commentaire [ANFR70]: Les résultats obtenus lors du balayage volumique (*zoom scan*). Il s'agit de la valeur ponctuelle maximale mesurée ou *Maximum value measured*, de la valeur ponctuelle maximale extrapolée ou *Peak SAR extrapolated* (l'extrapolation consiste à prendre en compte le faible écart, de quelques millimètres, entre l'extrémité du capteur et le point d'acquisition des mesures au niveau des dipôles) et la valeur de DAS 10 grammes correspondante, SAR (10g).

Commentaire [ANFR71]: Un point de référence permet de contrôler le bon fonctionnement du système tout au long de l'essai en surveillant le niveau de champ électrique en V/m mesuré en ce point (Reference Value).

Commentaire [ANFR72]: Les figures illustrent la répartition du DAS lors du balayage surfacique et lors du balayage volumique.

Date/Time: 07.06.2017 12:08:16

EN62209-2-GSM1800 body**DUT: HONOR; Type: 5C; Serial: MQH4C16902000728**

Communication System: UID 0, GSM/GPRS 2TS (0); Communication System Band: GSM 1800; Frequency: 1710.2 MHz; Communication System PAR: 6.021 dB; PMF: 2.00009

Medium parameters used (interpolated): $f = 1710.2$ MHz; $\sigma = 1.366$ S/m; $\epsilon_r = 39.971$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASYS5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(5.41, 5.41, 5.41); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 27.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL - 5 mm/Front position - Middle/Area Scan (71x121x1): Interpolated grid: $dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 0.800 W/kg

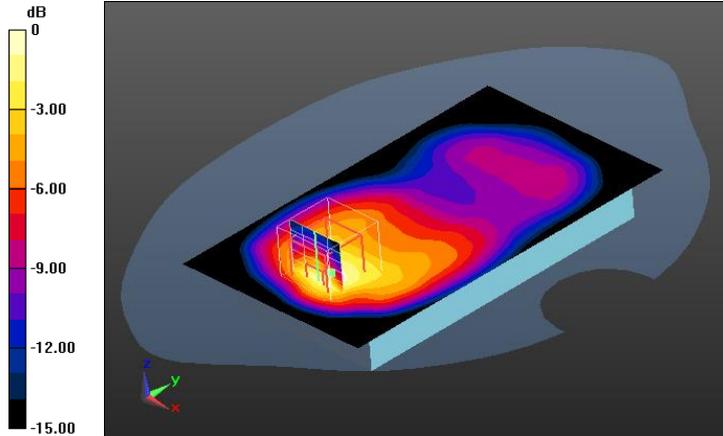
HSL - 5 mm/Front position - Middle/Zoom Scan (5x5x7)/Cube 0: Measurement grid: $dx=7.5$ mm, $dy=7.5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 22.124 V/m; Power Drift = 0.06 dB

Peak SAR (extrapolated) = 1.21 W/kg

SAR(10 g) = 0.335 W/kg

Maximum value (measured) = 0.821 W/kg



0 dB = 0.821 W/kg = -0.86 dBW/kg

Additional information:

position or distance of DUT to SAM: 5 mm

ambient temperature: 23.8°C; liquid temperature: 22.4°C

Date/Time: 26.06.2017 09:29:18

EN62209-2-UMTS FDD VIII body

DUT: HONOR; Type: 5C; Serial: MQH4C16902000728

Communication System: UID 0, UMTS FDD (0); Communication System Band: UMTS FDD VIII; Frequency: 882.4 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used (interpolated): $f = 882.4$ MHz; $\sigma = 0.946$ S/m; $\epsilon_r = 40.35$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASYS5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(6.5, 6.5, 6.5); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 27.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL - 5 mm/Front position - Low/Area Scan (71x121x1): Interpolated grid: $dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm
Maximum value (interpolated) = 0.877 W/kg

HSL - 5 mm/Front position - Low/Zoom Scan (5x5x7)/Cube 0: Measurement grid:

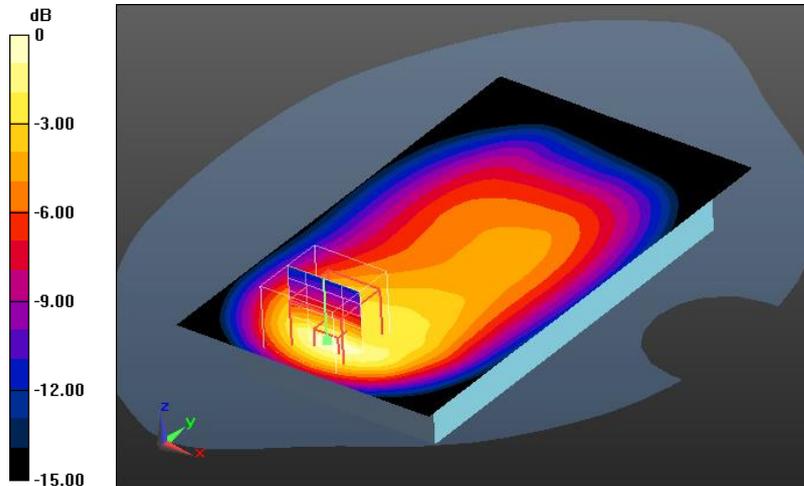
$dx=7.5$ mm, $dy=7.5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 28.946 V/m; Power Drift = -0.03 dB

Peak SAR (extrapolated) = 1.42 W/kg

SAR(10 g) = 0.397 W/kg

Maximum value (measured) = 0.961 W/kg



0 dB = 0.961 W/kg = -0.17 dBW/kg

Additional information:

position or distance of DUT to SAM: 5 mm

ambient temperature: 23.7°C; liquid temperature: 23.2°C

Date/Time: 03.08.2017 12:27:42

EN62209-2-UMTS FDD I

DUT: HONOR; Type: 5C; Serial: MQH4C16902000728

Communication System: UID 0, UMTS FDD (0); Communication System Band: UMTS FDD I; Frequency: 1922.4 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used (interpolated): $f = 1922.4$ MHz; $\sigma = 1.397$ S/m; $\epsilon_r = 40.004$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASYS5

DASY5 Configuration:

- Probe: EX3DV4 - SN3944; ConvF(8.65, 8.65, 8.65); Calibrated: 12.05.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 1.0, 26.0$
- Electronics: DAE3 Sn477; Calibrated: 12.05.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL - 5 mm/Front position - Low/Area Scan (71x121x1): Interpolated grid: $dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm
Maximum value (interpolated) = 2.94 W/kg

HSL - 5 mm/Front position - Low/Zoom Scan (5x5x7)/Cube 0: Measurement grid:

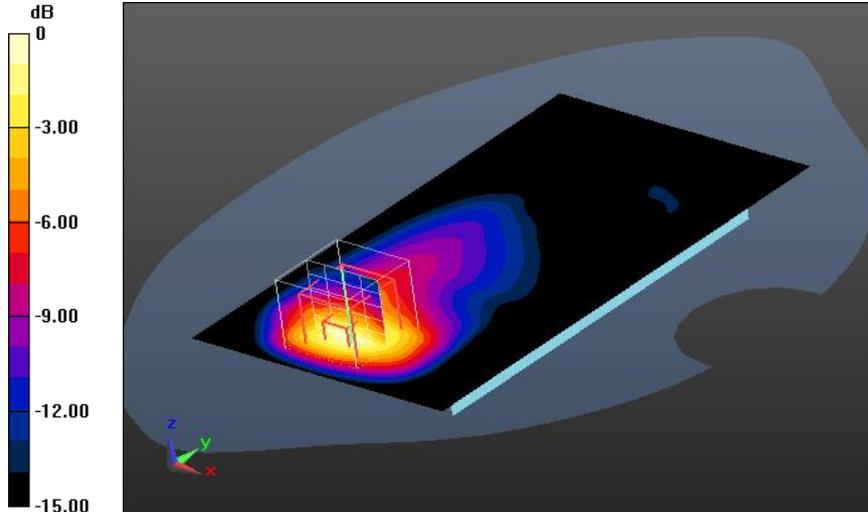
$dx=7.5$ mm, $dy=7.5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 44.994 V/m; Power Drift = -0.16 dB

Peak SAR (extrapolated) = 5.37 W/kg

SAR(10 g) = 1.25 W/kg

Maximum value (measured) = 3.40 W/kg



0 dB = 3.40 W/kg = 5.31 dBW/kg

Additional information:

position or distance of DUT to SAM: 5 mm

ambient temperature: 22.4°C; liquid temperature: 21.1°C

Date/Time: 26.06.2017 10:54:14

EN62209-2-LTE FDD 20 body

DUT: HONOR; Type: 5C; Serial: MQH4C16902000728

Communication System: UID 0, LTE FDD (0); Communication System Band: LTE 20 (800MHz); Frequency: 847 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used: $f = 847$ MHz; $\sigma = 0.913$ S/m; $\epsilon_r = 40.77$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASYS5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(6.58, 6.58, 6.58); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 27.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL - 5 mm/Front position - Middle/Area Scan (71x121x1): Interpolated grid: $dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 0.546 W/kg

HSL - 5 mm/Front position - Middle/Zoom Scan (6x6x7)/Cube 0: Measurement grid:

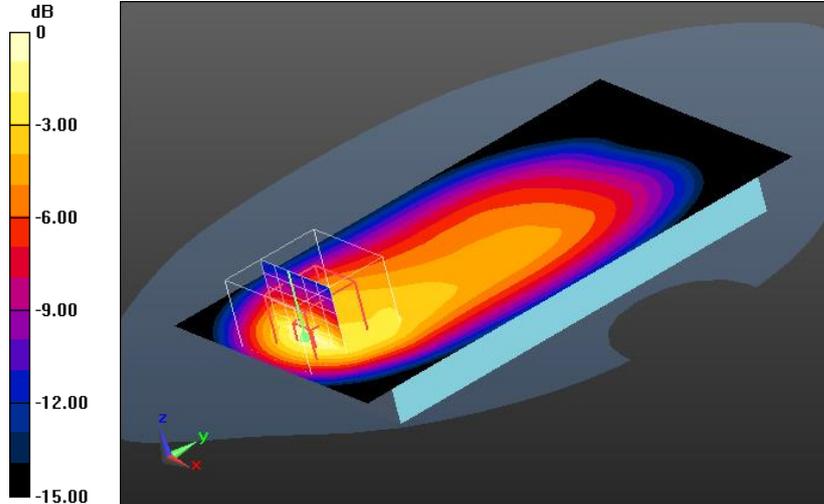
$dx=7.5$ mm, $dy=7.5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 30.616 V/m; Power Drift = -0.01 dB

Peak SAR (extrapolated) = 1.14 W/kg

SAR(10 g) = 0.307 W/kg

Maximum value (measured) = 0.728 W/kg



0 dB = 0.728 W/kg = -1.38 dBW/kg

Additional information:

position or distance of DUT to SAM: 5 mm

ambient temperature: 23.7°C; liquid temperature: 23.2°C

Date/Time: 10.06.2017 12:11:30

EN62209-2-LTE FDD 3 body

DUT: HONOR; Type: 5C; Serial: MQH4C16902000728

Communication System: UID 0, LTE FDD (0); Communication System Band: LTE 3 (1800MHz); Frequency: 1747.5 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used (interpolated): $f = 1747.5$ MHz; $\sigma = 1.396$ S/m; $\epsilon_r = 39.764$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASY5

DASY5 Configuration:

- Probe: ES3DV3 - SN3320; ConvF(5.41, 5.41, 5.41); Calibrated: 12.01.2017;
- Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 3mm (Mechanical Surface Detection), $z = 2.0, 27.0$
- Electronics: DAE3 Sn413; Calibrated: 11.01.2017
- Phantom: SAM; Type: SAM; Serial: 1043
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL - 5 mm/Front position - Middle 0mm/Area Scan (71x121x1): Interpolated grid:

$dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 1.09 W/kg

HSL - 5 mm/Front position - Middle 0mm/Zoom Scan (5x5x7)/Cube 0:

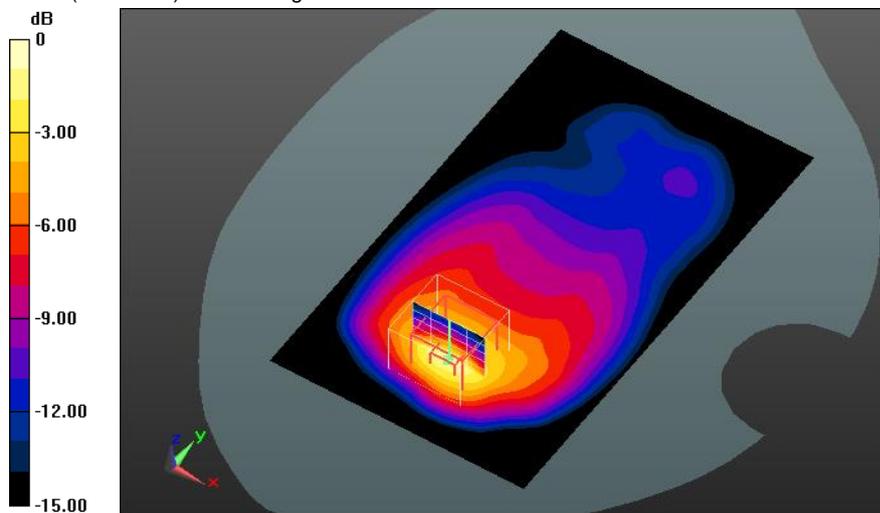
Measurement grid: $dx=7.5$ mm, $dy=7.5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 32.022 V/m; Power Drift = -0.04 dB

Peak SAR (extrapolated) = 2.01 W/kg

SAR(10 g) = 0.566 W/kg

Maximum value (measured) = 1.45 W/kg



0 dB = 1.45 W/kg = 1.61 dBW/kg

Additional information:

position or distance of DUT to SAM: 5 mm

ambient temperature: 24.5°C; liquid temperature: 23.9°C

Date/Time: 13.06.2017 11:14:32

EN62209-2-LTE FDD 7 body

DUT: HONOR; Type: 5C; Serial: MQH4C16902000728

Communication System: UID 0, LTE FDD (0); Communication System Band: LTE 7 (2600MHz); Frequency: 2535 MHz; Communication System PAR: 0 dB; PMF: 1

Medium parameters used: $f = 2535$ MHz; $\sigma = 1.921$ S/m; $\epsilon_r = 37.824$; $\rho = 1000$ kg/m³

Phantom section: Flat Section

Measurement Standard: DASY5

DASY5 Configuration:

- Probe: EX3DV4 - SN3944; ConvF(7.55, 7.55, 7.55); Calibrated: 12.05.2017;
- Sensor-Surface: 1.4mm (Mechanical Surface Detection (Locations From Previous Scan Used)), Sensor-Surface: 1.4mm (Mechanical Surface Detection), $z = 1.0, 26.0$
- Electronics: DAE3 Sn477; Calibrated: 12.05.2017
- Phantom: SAM front; Type: QD000P40CC; Serial: TP-1041
- DASY52 52.8.7(1137); SEMCAD X 14.6.10(7164)

HSL - 1RB - 0RB offset - 5mm/Front position - Middle/Area Scan (71x121x1):

Interpolated grid: $dx=1.500$ mm, $dy=1.500$ mm

Maximum value (interpolated) = 3.92 W/kg

HSL - 1RB - 0RB offset - 5mm/Front position - Middle/Zoom Scan

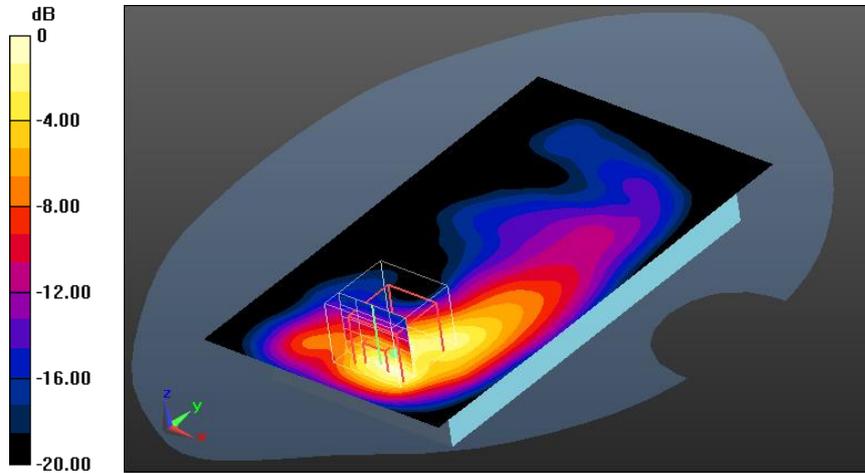
(5x5x7)/Cube 0: Measurement grid: $dx=7.5$ mm, $dy=7.5$ mm, $dz=5$ mm

Reference Value = 44.198 V/m; Power Drift = -0.16 dB

Peak SAR (extrapolated) = 5.48 W/kg

SAR(10 g) = 1.09 W/kg

Maximum value (measured) = 4.04 W/kg



0 dB = 4.04 W/kg = 6.06 dBW/kg

Additional information:

position or distance of DUT to the phantom: 5 mm

ambient temperature: 23.9°C; liquid temperature: 23.0°C

Annexe C: Documentation photographique

Photo 1: Banc d'essai DASY 5



Photo 2: EST – vue de face

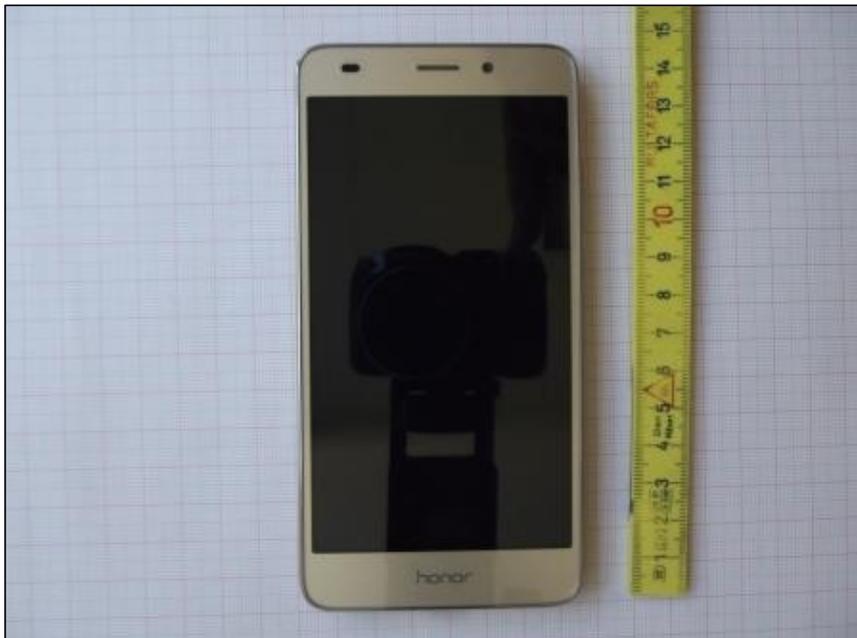


Photo 3: EST – vue de côté

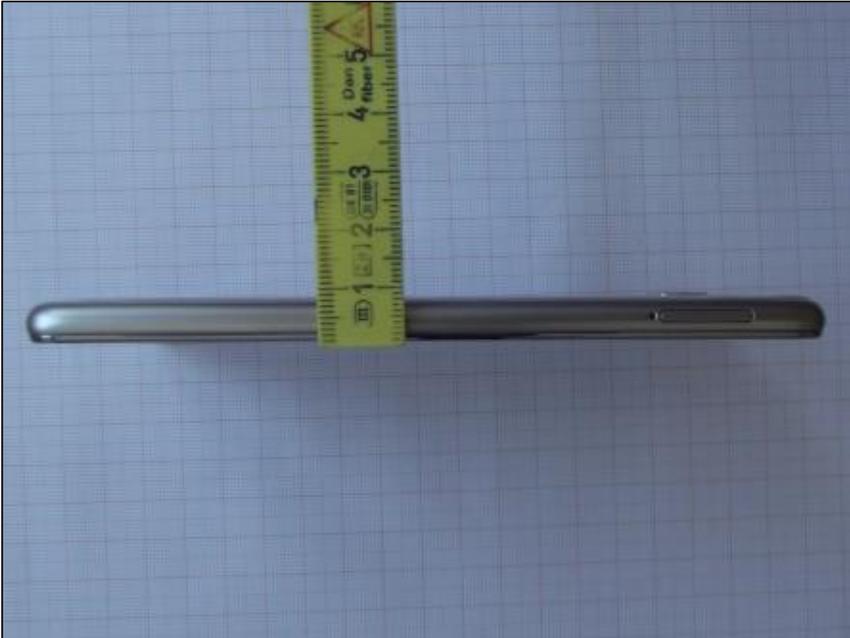


Photo 4: EST – vue arrière



Photo 5: EST – vue arrière (étiquette)



Photo 6: EST – Étiquette



Photo 7: Position d'essai face avant contre le corps (distance 5 mm)



Photo 8: Position d'essai face arrière contre le corps (distance 5 mm)



Annexe D: Historique du document

Version	Modifications	Date d'édition
	Edition initiale	27.06.2017
-A	Mise en forme pour publication	11.12.2017

Annexe E: Information supplémentaire**Glossaire**

EST	-	Equipement Sous Test
N/A	-	Ne s'applique pas
DAS	-	Débit d'Absorption Spécifique
FDD	-	Duplex à Division de Fréquence
EOC	-	Coupleur Électro-Optique
SAM	-	Mannequin Anthropomorphe Spécifique
UMTS	-	L'Universal Mobile Telecommunications System
RMC	-	Canal de Mesure de Référence
HSL	-	Liquide Stimulant Tête
Pin	-	Puissance d'entrée
PMF	-	Factor de Modulation de l'échantillon
LTE	-	Long Term Evolution (4G) Évolution à long terme
DUT	-	Appareil sous test