

Site Expérimental pour le Petit Eolien de Narbonne

Rapport de Test n°010 version 2 du 17 Juillet 2007

Eolienne FD2.5-300 en Charge Batterie

Marque	Shangdu Stock-Breeding Machine Plant (Chine)
Référence	FD2.5-300
Type	axe horizontal
Nombre de pales	3
Diamètre du rotor	2.5 m
Type de régulation mécanique	Effacement latéral
Puissance nominale	300W à 8m/s
Chargeur de batteries	Shangdu Stock-Breeding Machine Plant
Type de mât	Basculant haubané (6m)
Apporteur	DER EDF
Période de test	Mai 2006 – Mars 2007



Eolienne FD2.5-300 sur le site du SEPEN (au premier plan)

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie
Délégation Régionale
Languedoc-Roussillon



Sommaire

1	Les données constructeur	3
2	Les objectifs.....	4
3	Les installations.....	5
4	Données météo du site.....	Erreur ! Signet non défini.
5	Tests de fonctionnement et de sécurité.....	Erreur ! Signet non défini.
6	Tests de fiabilité	14
7	Mesures de la courbe de puissance.....	15
8	Mesures de bruit acoustique	19
9	Mesures de qualité de fourniture.....	36



1 Les données constructeur



型号 Models	风轮直径 Diameter of Wind Wheel (m)	额定风速 Rated Speed (m/s)	额定电压 Rated Voltage (v)	额定功率 Rated Power (W)	发电机形式 Forms	塔架高 Height of Tower (m)
FD2-100	2	6	28	100	永磁式 Magneto	5
FD2. 1-200	2.1	8	28	200	永磁式 Magneto	5
FD2. 5-300	2.5	8	28 或 42 28 or 42	300	永磁式 Magneto	6
FD2. 5-500	2.5	8	28 或 42 28 or 42	500	永磁式 Magneto	6

2 Les objectifs

Le Site Expérimental pour le Petit Eolien de Narbonne est destiné à observer le comportement et les performances d'aérogénérateurs d'un diamètre de rotor inférieur ou égal à 7 mètres (puissance inférieure à environ 10kVA) proposés à l'essai dans le cadre d'une démarche volontaire par un constructeur ou un distributeur officiel.

Les points suivants ont été étudiés:

- évaluation du fonctionnement, de la sécurité, de la qualité, de la fiabilité et de l'intégrité des aérogénérateurs et systèmes associés, selon le protocole de mesures défini dans ce document et se rapprochant dans la mesure du possible des règles et procédures IEC WT01 et de la norme IEC61400-2
- mesures de la courbe de puissance et de la production d'énergie électrique de la machine en fonction du potentiel éolien, selon le protocole de mesures défini dans ce document et se rapprochant dans la mesure du possible de la norme IEC61400-12
- mesures des niveaux sonores aux fréquences audibles (bruit acoustique) à proximité des machines
- évaluation de la qualité du courant électrique produit, selon un protocole de mesures des perturbations du réseau défini par la R&D EDF
- mesure des conditions d'environnement du site (vitesse, direction et turbulence du vent, température, pression et humidité relative)
- appréciation de l'impact visuel (enquête réalisée auprès des visiteurs sur le site de Montplaisir)

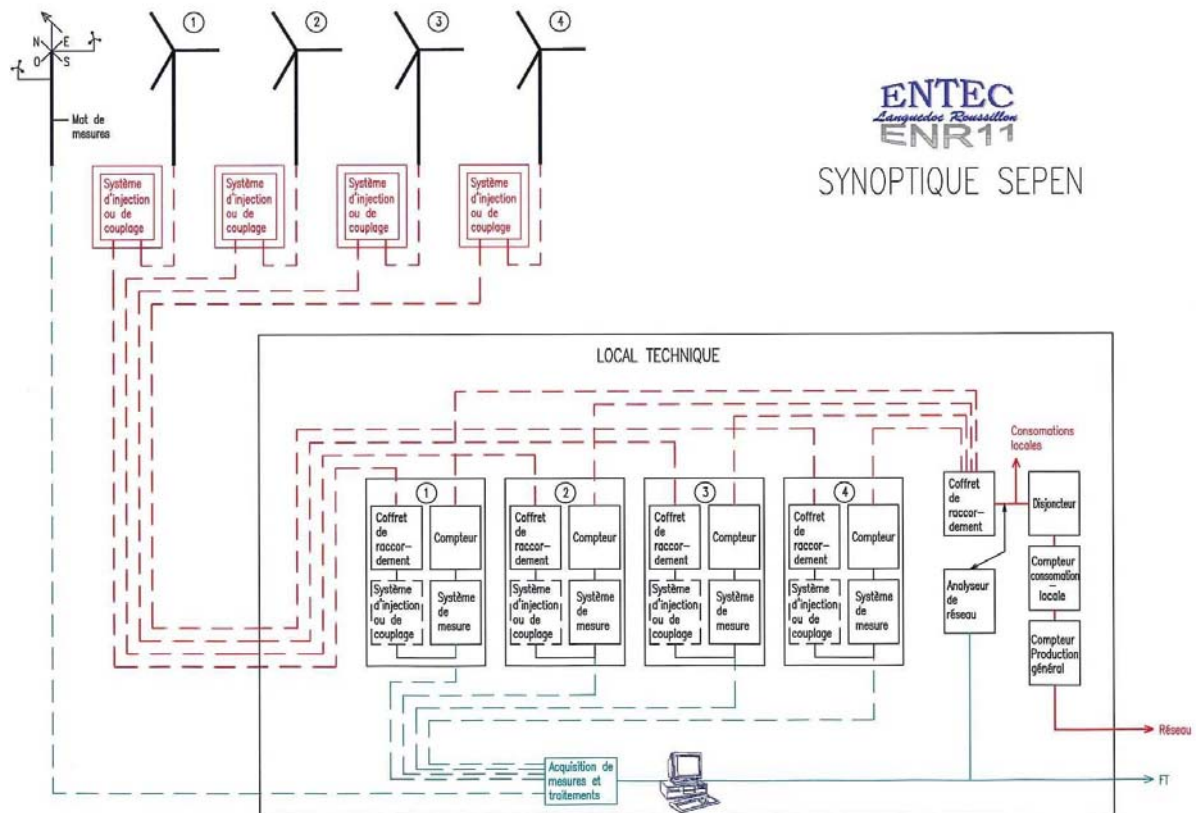
L'enregistrement et le traitement des relevés de mesures ont été réalisés sur le site d'essais durant la période de fonctionnement de l'équipement mis à disposition.



3 Les installations

Le site d'essai est équipé :

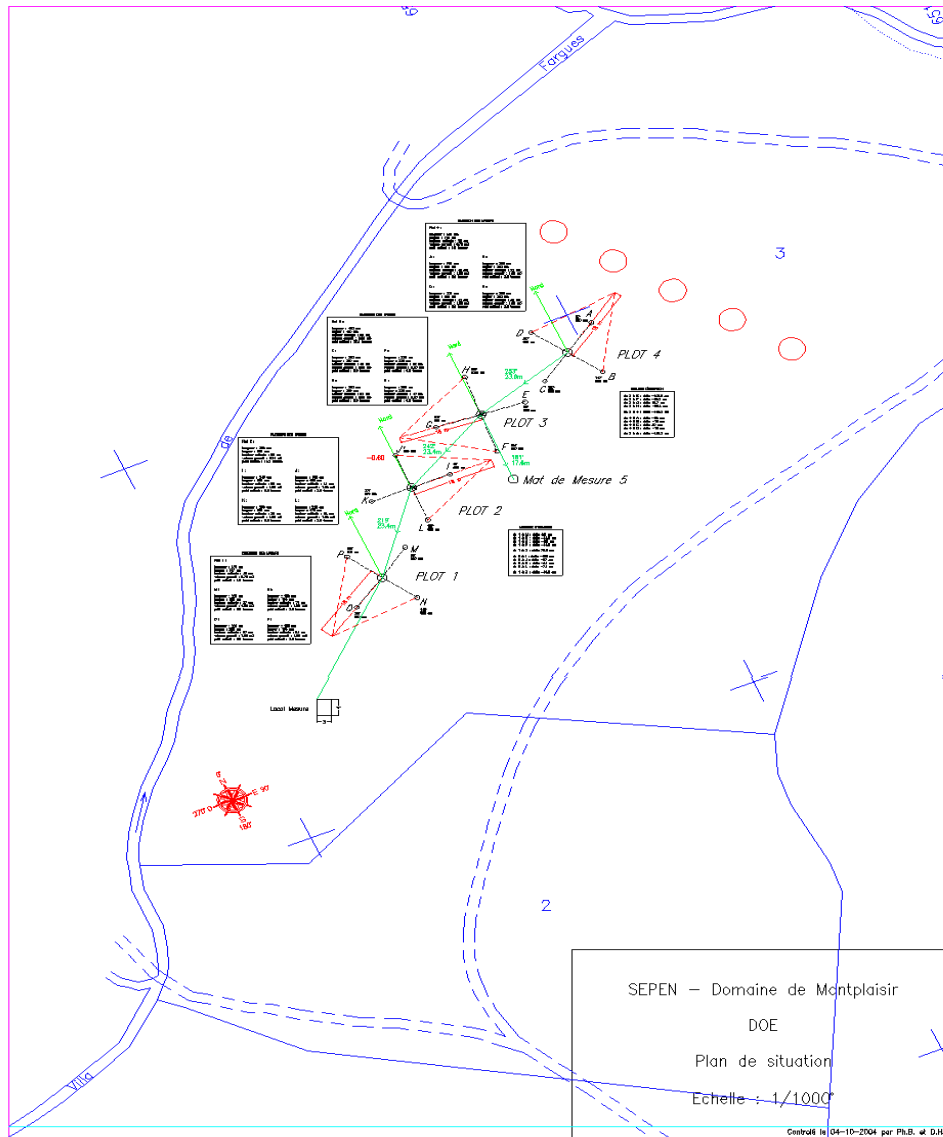
- d'un local technique ou sont regroupés :
 - les accès au réseau de chaque aérogénérateur avec un emplacement réservé à l'installation des équipements de connexion au réseau de chaque machine
 - les équipements de sécurité et comptage d'énergie :
 - sécurités pour déconnecter les sources d'énergie en cas de perturbation réseau
 - compteurs d'énergie générée et consommée
 - mesures des perturbations réseau (LEM QWave paramétré NF-EN-50160)
 - les équipements de mesures de puissance en connexion réseau :
 - centrales de mesure de puissance (monophasé ou triphasé équilibré ou non, Lumel N10A)
 - prise d'information courant par transformateur de courant
 - sortie d'information par signal analogique 4-20mA
 - visualisation des paramètres réseau (tension, courant, fréquence, puissances active et réactives ...)
 - les équipements de mesures de puissance en charge batterie :
 - puissance active triphasée (Load Controls Inc. UPC)
 - fréquence (Lumel P120)
 - tension continue (Lumel P12U)
 - courant continu (NKT DT)
 - les équipements de mesure des données d'environnement :
 - température ambiante (Prosensor 700PT100)
 - pression atmosphérique (NRG BP20)
 - humidité relative (NRG RH5)
 - 3 transducteurs isolateurs (Phoenix Contact MCR-C-UI-UI-DCI)
 - des équipements d'enregistrement :
 - ordinateur PC de bureau dédié
 - centrale d'acquisition USB (IOtech Personal DAQ/56 et extension PDQ2)
 - accès à distance par modem ADSL sur ligne téléphonique



- de 4 embases d'installations pour les aérogénérateurs :
 - 1 embase pouvant recevoir un aérogénérateur de 7m de diamètre maximum (environ 10kVA), monté sur support haubané basculant ou sur support autoporteur, de hauteur 18m maximum
 - 1 embase pouvant recevoir un aérogénérateur de 5m de diamètre maximum (environ 5kVA), monté sur support haubané basculant ou sur support autoporteur, de hauteur 18m maximum
 - 2 embases pouvant recevoir deux aérogénérateurs de 5m de diamètre maximum (environ 5kVA), monté sur support haubané basculant uniquement de hauteur, 18m maximum
 - chaque embase est destinée à recevoir une adaptation mécanique au mât du constructeur

- d'un mât de mesure haubané de hauteur 20m, équipé de :
 - 3 anémomètres placés à 16, 18 et 20m (NRG #40H dont 1 calibré)
 - 2 girouettes placées à 16 et 20m (NRG #200P)
 - 5 transducteurs de signaux avec sorties 4-20mA (Lumel P120 et P12U)

- des équipements de mesure de bruit (à disposition durant les campagnes de mesure uniquement)



Sauf indication contraire pour un test particulier, les tests suivront les procédures suivantes :

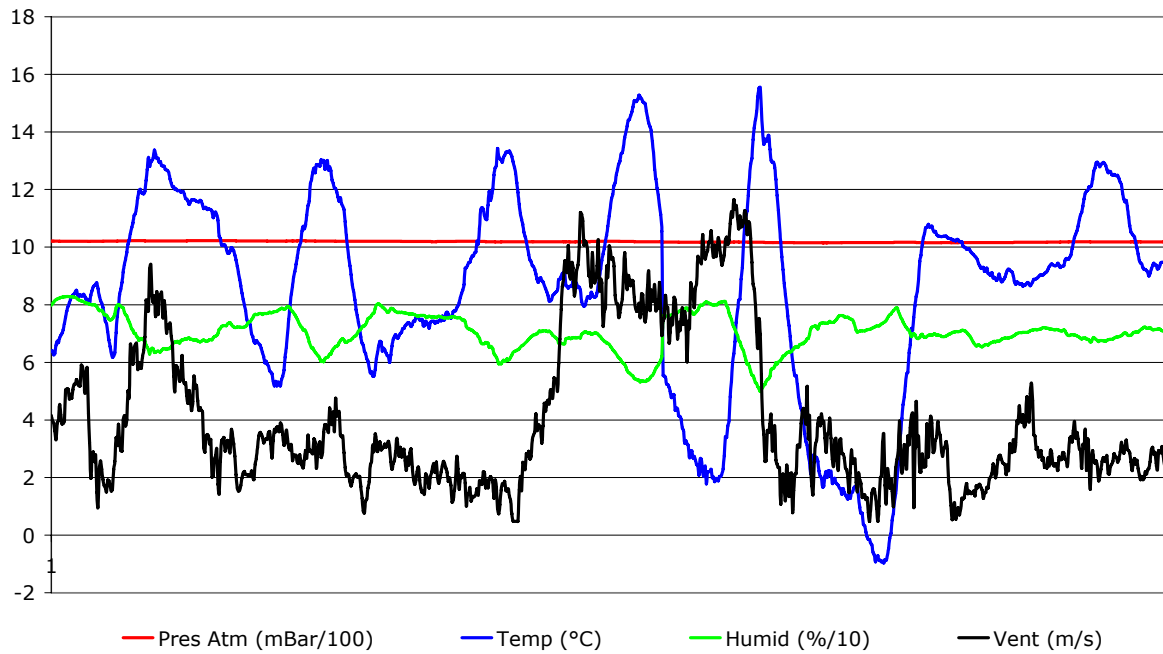
- enregistrement de toutes les données toutes les 2 secondes
- traitement statistique sur 1mn (moyenne, écart type, valeurs min. et max.)
- enregistrement des données dans un fichier informatique
- inspection visuelle périodique du site d'essai (toute anomalie sera consignée)
- en cas de changement d'équipement (de mesure ou matériel testé) le test sera réinitialisé
- les séries enregistrées sous des conditions de fonctionnement particulières (précipitations, neige, glace ...) seront validées pour une base de donnée spéciale, les critères de sélection des séries seront spécifiés dans le rapport de mesure
- tout au long de la campagne de mesure, les données seront vérifiées périodiquement pour assurer la qualité et la répétitivité des résultats
- un registre sera maintenu à jour sur tous les événements importants survenus durant la période de mesure
- toutes les données enregistrées durant les périodes d'indisponibilité des équipements testés seront ignorées

4 Données météo du site

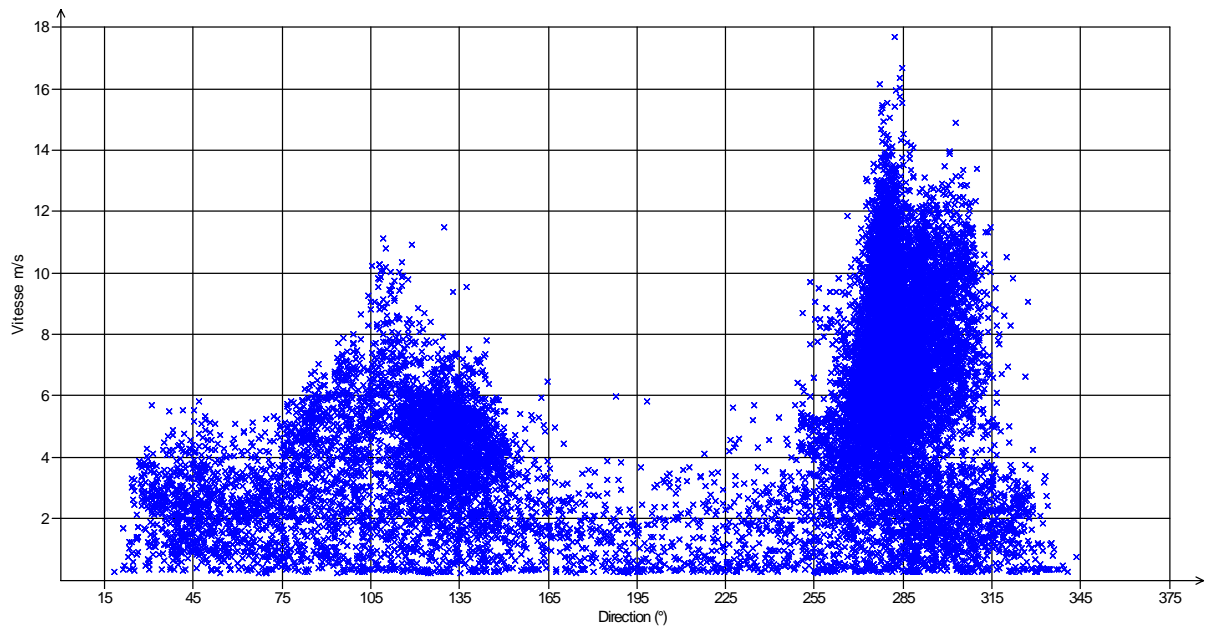
Décembre 2004 à Novembre 2005	Température (°C)	Humidité Relative (%)	Pression Atmosph. (mBar)
Maximum	38.8	83	1029
Moyenne (1mn)	14.9	67	1011
Minimum	-6.3	33	988

Décembre 2004 à Mars 2005	Vitesse vent à 19m (m/s)		Vitesse Vent à 15m (m/s)
Rafale instantanée	30.5	-	30.2
Moyenne Max (1mn)	24.3	-	22.9
Moyenne sur toute la période	7.1	-	6.0
Mai 2005 à Novembre 2005	Vitesse vent à 20m (m/s)	Vitesse vent à 18m (m/s)	Vitesse Vent à 16m (m/s)
Rafale instantanée	26.4	25.9	25.4
Moyenne Max (1mn)	17.7	17.4	16.8
Moyenne sur toute la période	-	5.7	5.6

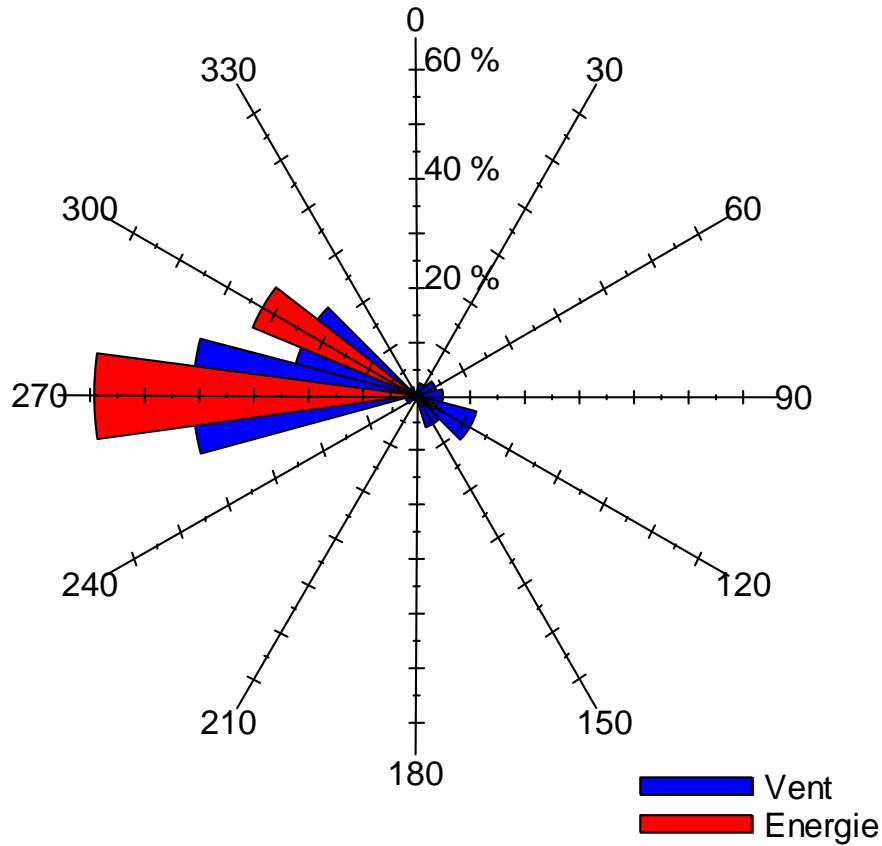
Exemple de Données Météo - Semaine du 10 au 16 Janvier 2005



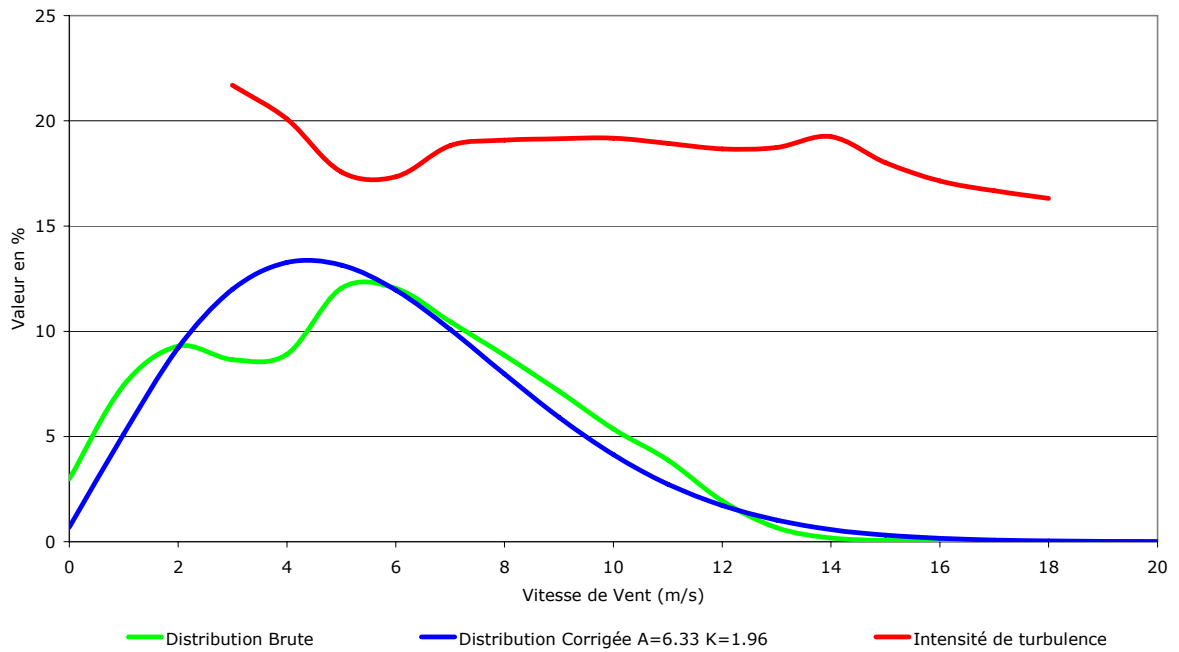
Décomposition par secteur : V1 / D1



Distribution par secteur



Distribution des Vitesses de Vent et Intensité de turbulence à 20m



5 Tests de fonctionnement et de sécurité

- objectifs du test
 - vérifier que l'aérogénérateur montre un comportement de fonctionnement conforme à sa conception
 - vérifier que les dispositions relatives à la sécurité des personnes sont correctement mises en pratique
 - tester que les systèmes de contrôle et de protection fonctionnent avec satisfaction
 - vérifier le bon comportement dynamique de l'aérogénérateur à au moins 1,8 fois la vitesse de vent correspondant à sa puissance nominale (donnée constructeur)

- tests de fonctionnement et de sécurité
 - observation d'orientation à différentes vitesses de vent
 - l'orientation est satisfaisante, franche et bien amortie (sans à-coups ni vibrations) quelle que soit la vitesse de vent
 - test de séquences de mise en route et d'arrêt suivant les protocoles préconisés par le constructeur
 - pas de possibilité d'arrêt de la machine sur le coffret de charge batterie fournis par le constructeur
 - vérification de la puissance générée par rapport aux données constructeur
 - la puissance générée mesurée avec le système complet de charge batterie est sensiblement inférieure à la plage donnée par le constructeur (environ 220W à 8m/s pour 300W annoncés)
 - vérification de la limitation de la vitesse du rotor
 - lors de vents forts, la limitation de vitesse de rotation par effacement latéral fonctionne correctement

- par vents faibles à moyens, la machine fonctionne avec le rotor face au vent (rotor perpendiculaire au safran)



- par vents forts, la machine limite automatiquement sa puissance maximum par effacement latéral (limitation de la surface du rotor vue par le vent)



- illustration du comportement par vent fort d'une machine à effacement latéral par rapport à une machine à calage de pale variable



- simulations de perte réseau (microcoupure et coupure franche)
 - test non validé

- test des verrouillages contre les changements non autorisés des paramètres système
 - test validé, pas de possibilité de changement manuel de paramètres

- vérifications des systèmes et procédures de sécurité (mécanique, électrique) pour installation et maintenance
 - mécanique du mât, rien à signaler

- vérification du système de mise à la terre et de protection foudre
 - mise à la terre des parties mécaniques du mât indispensable

6 Tests de fiabilité

- objectifs du test
 - investiguer l'intégrité structurelle et la dégradation temporelle du système, des composants ou des matériaux (fêlures, déformations, usures ...)
 - investiguer la qualité des protections environnementales (corrosion, peintures et joints ...)
 - tester le comportement dynamique de l'aérogénérateur et de son système de connexion réseau sur la durée des essais

- test de fiabilité
 - production durant au moins 1500 heures quelque soit la vitesse de vent
 - test validé

 - production durant au moins 250 heures à vitesse supérieure ou égale à 1,2 fois la vitesse de vent correspondant à la puissance nominale (donnée constructeur)
 - test validé

 - production durant au moins 25 heures à vitesse supérieure ou égale à 1,8 fois la vitesse de vent correspondant à la puissance nominale (donnée constructeur)
 - test validé

 - énergie mesurée supérieure à 80% de l'énergie attendue (suivant données constructeur)
 - test non validé

7 Mesures de la courbe de puissance

- les données ont été enregistrées en continu, avec une fréquence d'échantillonnage de deux secondes :
 - vitesse du vent à 16, 18 et 20m
 - direction du vent à 16 et 20m
 - température au sol
 - pression atmosphérique au sol
 - humidité relative au sol
 - puissance active machine au point de connexion réseau (local technique)

- les données sont triées par :
 - valeur valide par rapport à la plage de capture du capteur
 - valeur plausible par rapport au site considéré
 - série incomplète sur la plage de mesure de 1mn (30 données)
 - valeur hors secteur de direction de vent autorisée pour la mesure

Pour calculer le secteur de direction de vent autorisé pour la mesure de chaque machine, il faut prendre en compte les obstacles avoisinants, qui peuvent être un autre aérogénérateur, des arbres, le mât de mesures ... La norme IEC61400-12 donne un calcul permettant de définir quels sont les angles de secteur de vent perturbés par des aérogénérateurs voisins en fonction du diamètre et de la hauteur de ceux-ci.

Secteur perturbé : $\alpha = 2\text{Arctan}(2D_n/L_n + 0.25)$

où D_n est le diamètre de la machine voisine
 L_n est la distance entre les 2 machines

Cette formule a été appliquée pour chaque plot de machine, le tableau suivant résume les caractéristiques des obstacles pris en compte, et les limites des angles de secteurs perturbés ainsi calculés.

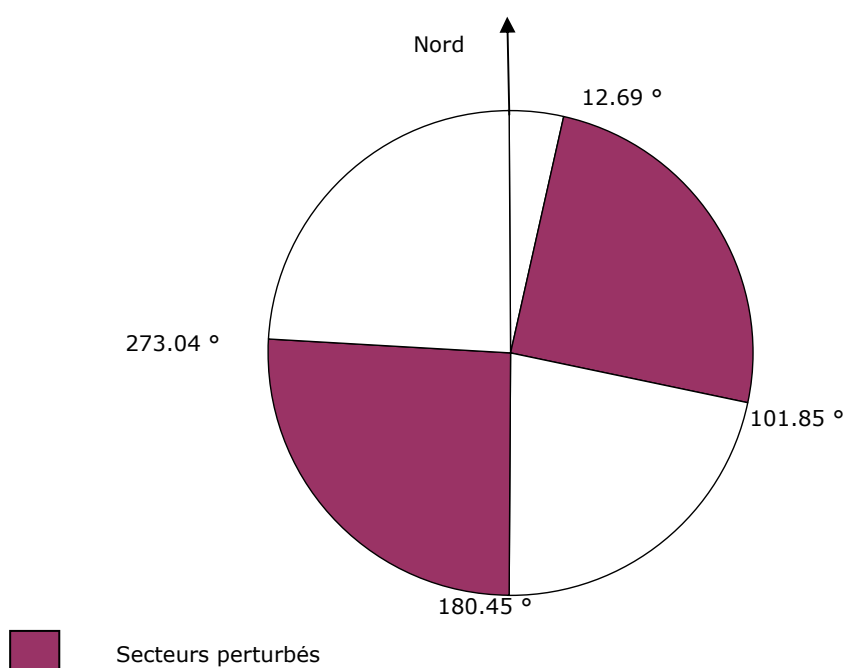
La hauteur et la largeur des obstacles autres que les machines voisines (arbres) n'ayant pas été mesurées, le calcul n'a pas été appliqué pour ces cas d'obstacles. Cependant, les secteurs perturbés finaux retenus sont assez fortement pénalisants, puisqu'ils englobent en fait la totalité des secteurs perturbés de chaque machine, comme représenté sur le schéma suivant.

On peut remarquer que, par rapport à la direction Nord, les 2 gros secteurs perturbés correspondent à l'alignement des 4 plots. Les machines ont été installées de telle sorte qu'elles soient face aux vents dominants (vent de nord-ouest et vent de sud-est).

Dans le programme de traitement on élimine donc toutes les données dont la direction du vent se trouve dans un des 2 secteurs perturbés.

Plot	Obstacle	Diamètre Dn ou De	Distance Ln ou Le	Alpha	Limite inférieure	Limite supérieure
1	Plot 2	2.9 m	23.4 m	52.6°	12.7°	65.3°
1	arbres	non calculé	non calculé	non calculé	non calculé	non calculé
2	Plot 1	6.4 m	23.4 m	77.1°	180.5°	257.6°
2	Plot 3	1.4 m	23.4 m	40.3°	41.8°	82.2°
3	Plot 2	2.9 m	23.4 m	52.6°	215.7°	268.3°
3	Plot 4	3.6 m	23.9 m	57.7 °	44.1°	101.9°
4	Plot 3	1.4 m	23.9 m	40.1°	233°	273°
4	arbres	non calculé	non calculé	non calculé	non calculé	non calculé

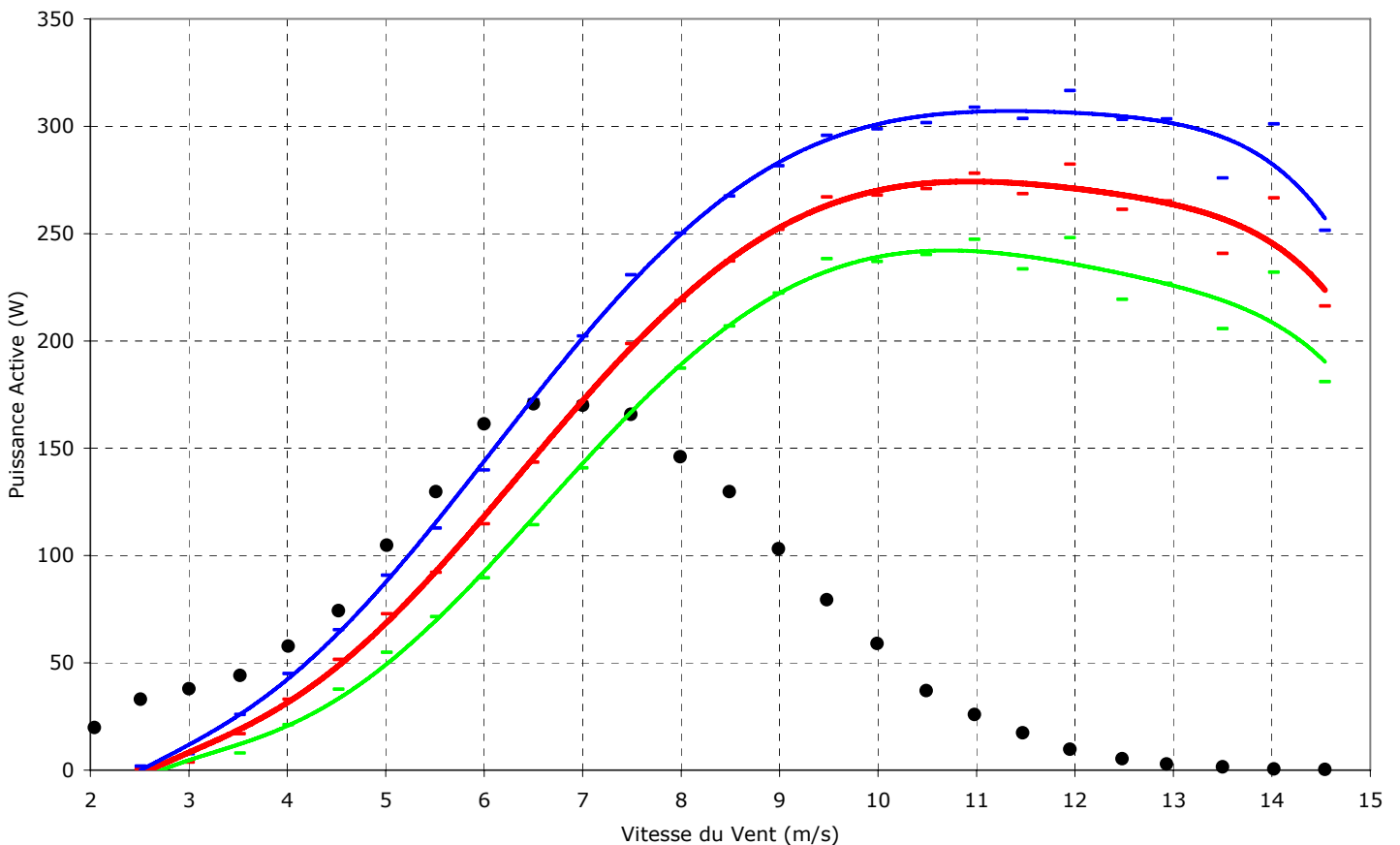
Tableau récapitulatif des caractéristiques des obstacles pour le calcul des secteurs perturbés.



- les données ont été traitées pour en extraire les informations suivantes par pas de 1mn :
 - valeur moyenne
 - écart type
 - valeur maximum
 - valeur minimum
- les données ont été corrigées en fonction du gradient de vent
- les séries retenues ont été normalisées pour la moyenne de la densité de l'air mesurée sur le site d'essai

- la courbe de puissance :
 - la courbe de puissance normalisée est établie suivant le méthode des intervalles sur les séries de données normalisées (voir norme IEC61400-12 §5.2)
 - les intervalles des vitesses de vent sont de 0,5m/s, contigus et centrés sur les entiers multiples de 0,5m/s
 - pour chaque intervalle on comptabilise :
 - le nombre et les valeurs des séries normalisés de vitesse de vent (représentant les moyennes normalisées sur 1mn)
 - le nombre et les valeurs des séries normalisés de puissance (représentant les moyennes normalisées sur 1mn)
 - pour chaque intervalle on calcule :
 - la moyenne totale de la vitesse de vent de l'intervalle (somme des valeurs divisée par leur nombre)
 - la moyenne totale de la puissance de l'intervalle (somme des valeurs divisée par leur nombre)

- courbe de puissance mesurée
 - en bleu courbe de puissance plus ½ écart type
 - en rouge courbe de puissance
 - en vert courbe de puissance moins ½ écart type
 - en noir nombre de points de mesure divisé par 10



- la puissance générée mesurée avec le système complet de charge batterie est sensiblement inférieure à la plage donnée par le constructeur (environ 220W à 8m/s pour 300W annoncés)
- le palier de limitation de puissance apparaît aux environ de 280W

8 Mesures de bruit acoustique



Philippe Zuliani

938, chemin des Dames Noires

82000 Montauban

Tél : 05 63 63 38 61

Portable : 06 07 14 76 61

Adresse électronique : philippe.zuliani@wanadoo.fr

Etude d'impact acoustique

Sommaire

- **Objet**
- **Principe**
- **Mesure**
- **Analyse**
- **Conclusion**

Date: 09 Mars 2007

- **Objet**

Notre intervention vise à préciser l'impact acoustique d'éolienne sur l'environnement. Le site choisi est celui de Montplaisir, espace consacré à l'étude du petit éolien .

- **Principe**

Le site de Montplaisir comporte 4 mâts susceptibles de recevoir simultanément 4 éoliennes. La figure pages suivantes, précise l'implantation relative de ces structures.

L'analyse de cet impact sonore se fait à travers le texte réglementaire du 18 Avril 1995 , décret 95-408 « Lutte contre les bruits de voisinage ». Il fixe des valeurs d'émergence à ne pas dépasser : 5 dB(A) durant la période «diurne (7H00 – 22H00) et 3 dB(A) durant la période nocturne (22H00 – 7H00). L'émergence étant la différence de niveaux sonores constatée lorsque l'installation fonctionne (bruit ambiant) et lorsqu' elle est à l'arrêt (bruit résiduel).

Pour chacun des mâts, et donc pour chacune des éoliennes fixées à ce dernier, nous avons considéré 4 points, Points 1,3,5,7, respectivement situés à des distances de 5m, 10,m, 20 m, 35 m du mât.

Pour chacun de ces points nous avons relevé le bruit ambiant, le bruit résiduel et par différence nous avons déterminé l'émergence.

Le relevé, détermination soit du bruit ambiant soit du bruit résiduel pour un point d'analyse, a consisté à effectuer cinq prélèvements de 10 s durant une période de 5 mm. Ces mesures de 10 s sont réalisées à travers une analyse en fréquence dont la base est le tiers d'octave.

L'étude est réalisée mât après mât. Une seule éolienne fonctionnant, nous mesurons, pour ses quatre points caractéristiques, le bruit ambiant, puis nous arrêtons l'éolienne étudiée pour mesurer pour ces quatre points le niveau de bruit résiduel. La démarche été reconduite pour les trois autres éoliennes.

A ces mesures acoustiques, sont associées des mesures de vitesse de vent déterminées grâce à un anémomètre placé sur un mât métrologique situé au centre du site.

Afin de pouvoir apprécier la variabilité de l'émission sonore des éoliennes, nous avons procédé à 3 campagnes de mesure. Par campagne nous entendons une caractérisation sur l'ensemble des points du site du bruit ambiant et du bruit résiduel, pour une vitesse de vent donnée.

- **Mesure**

Appareil utilisé : analyseur temps réel de marque CESVA, type RC-401.

Campagnes de mesure :

Eolienne	Mât	Campagne		
		13/02/2007 8H00	13/02/2007 11H00	13/02/2007 16H00
FD2.5-300	3	X	X	X

- **Analyse**

Les trois campagnes correspondent à trois configurations de vent : si pour les deux premières campagnes, le vent provenait de la terre (Portant par rapport à l'éolienne), lors de la troisième campagne, il provenait de la mer (Debout par rapport à l'éolienne) : lors de la campagne 1, nous pouvons le considérer comme moyen. Durant les deux campagnes suivantes, il était faible.

La force associée à l'orientation du vent ont un impact immédiat sur le bruit résiduel perçu, dépendant de la circulation autoroutière, de la végétation environnante, présence de pins, végétation de type maquis, de la topographie du lieu.

En effet nous voyons que le bruit résiduel, varie de 55 dB(A) à 40 dB(A), plus important sur la crête, (points 1 et 3) que sur le versant (points 5 et 7), constatation surtout valable lors de vent provenant de la terre (effet d'écran développé par la topographie vis à vis de l'A61).

Durant la présence de vent marin , l'A9, voire la Route Nationale, constituant les deux sources principales, ne voient pas leur impact réduit par ce phénomène, car elles sont en vision directe du site de Montplaisir.

Par contre leur éloignement plus important met en exergue le phénomène d'absorption atmosphérique particulièrement sensible dans les fréquences élevées (2000 Hz et 4000 Hz) : obtention de courbes caractéristiques avec un plateau atteignant l'octave 1000 Hz, puis chute drastique du niveau pour les octaves plus élevées.

Eolienne FD2.5-300

Point 1

Nous constatons une émergence très prononcée, supérieure à 10 dB(A), se manifestant notamment pour les fréquences supérieures à 1250 Hz, rendant son fonctionnement illicite par rapport à ce critère pour des vitesses de vent moyenne de l'ordre de 6 m/s.

Pour des vitesses inférieures, comprises entre 3 et 5 m/s, et pour un bruit résiduel de 50 dB(A), nous obtenons des émergences satisfaisantes, bien que la perception de son fonctionnement soit incontournable.

La comparaison des résultats des différentes campagnes nous amène à constater une forte évolution de l'émission sonore de cette éolienne en fonction de la vitesse du vent.

Point 3

Mêmes constatations que pour le Point N°1, émergence importante pour des vitesses de vent moyennes de l'ordre de 6 m/s.

Concernant la campagne 2, si l'émergence globale demeure licite, inférieure à 3 dB(A), la signature sonore de l'éolienne provoque des émergences importantes dans les fréquences élevées (2000 Hz et 4000 Hz), rendant sa perception incontournable.

Pour des vents Debout, de l'ordre de 3 m/s, la signature de l'équipement est moins perceptible.

Point 5

Emergences illicites pour les deux premières campagnes de mesure. Résultats induits non seulement par la signature caractéristique de l'éolienne (composante importante dans le domaine des fréquences hautes), mais aussi à cause de la réduction du bruit résiduel, induit par la position du point de mesure, caché de l'autoroute A61 par la topographie.

Point 7

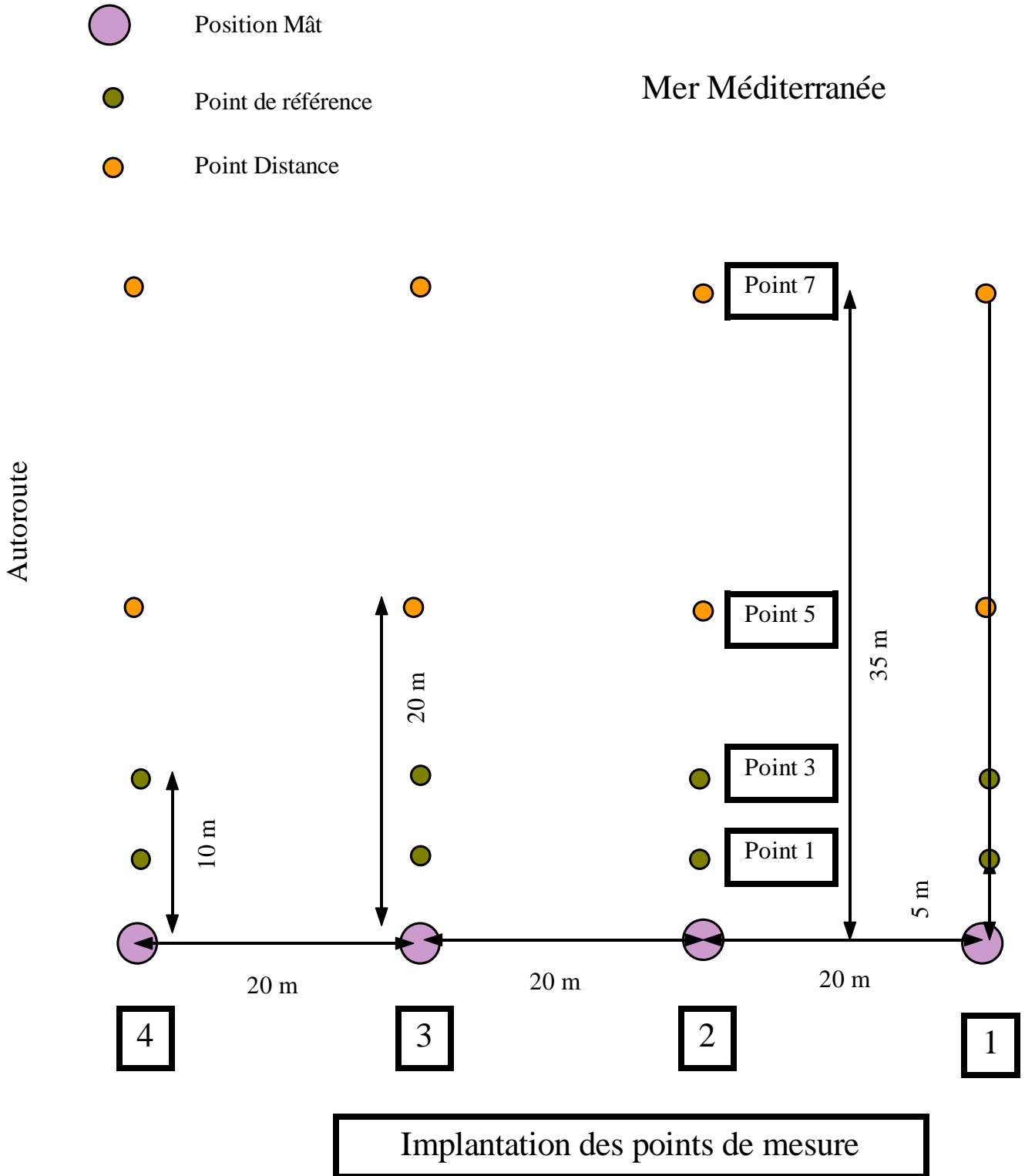
Nous voyons que lorsque le bruit résiduel est relativement faible, l'émergence illicite est avérée notamment à cause de la composante aiguë du spectre de l'éolienne.

Quand ce bruit résiduel est de l'ordre de 48 dB(A), campagne 3, pour cette distance, supérieure à 30 m, le fonctionnement de l'éolienne n'entraîne pas d'émergence illicite.

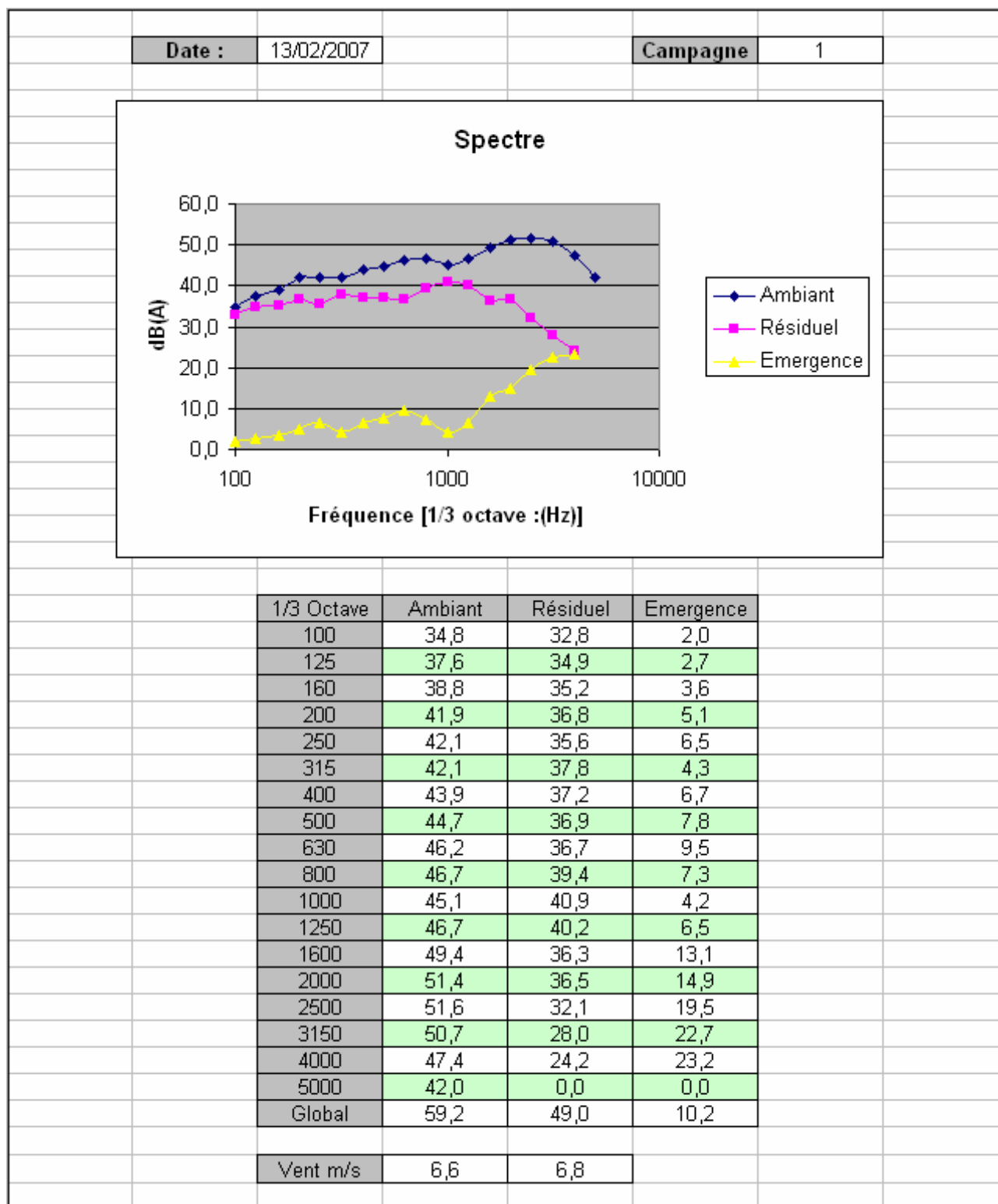
Conclusion

Cette deuxième série de mesure a permis de valider le protocole métrologique mis en place en précisant certaines caractéristiques du site qui se révèle très intéressant par l'étendue des possibilités d'observation qu'il propose : Vent Debout ou Portant, variation significative du bruit résiduel en fonction de l'exposition directe ou indirecte des points de mesure par rapport à l'environnement autoroutier.

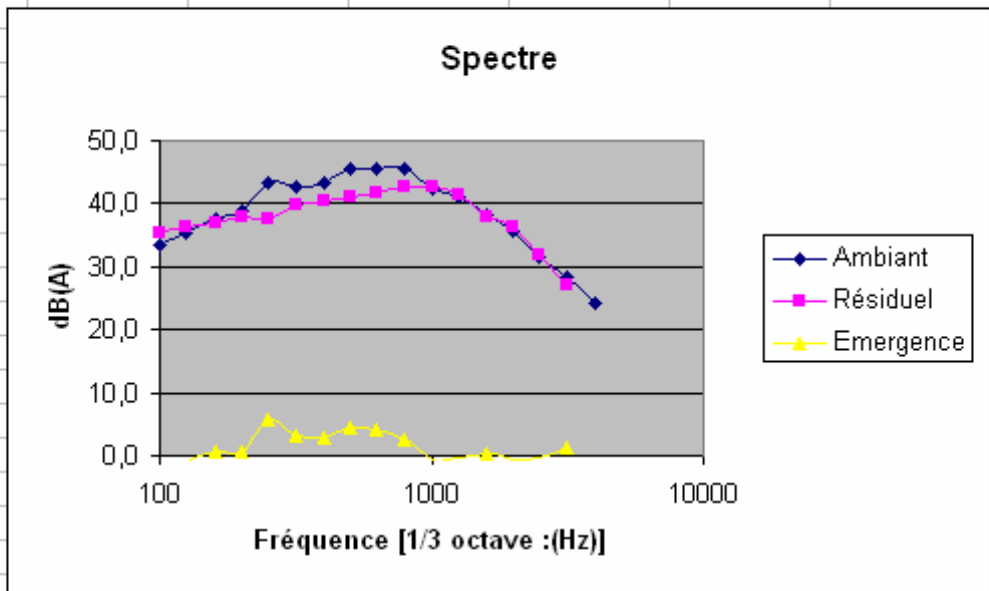
Ce type d'investigation permet ainsi d'appréhender pratiquement l'émission acoustique d'éoliennes selon des configurations diverses et variées, dans le cadre de leur impact sur l'environnement.



Point N° 1

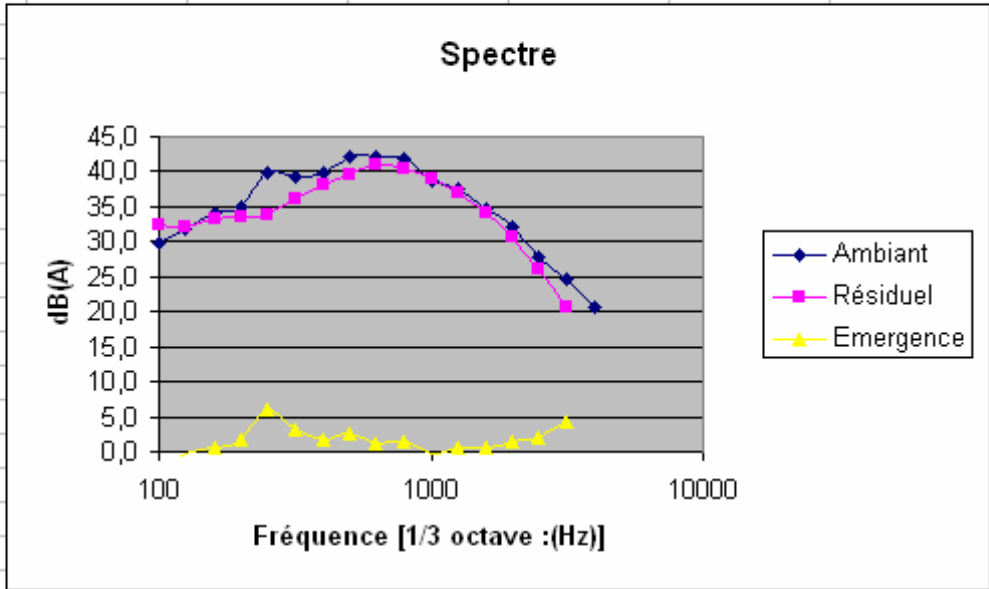


Date :	13/02/2007	Campagne	2
---------------	------------	-----------------	---



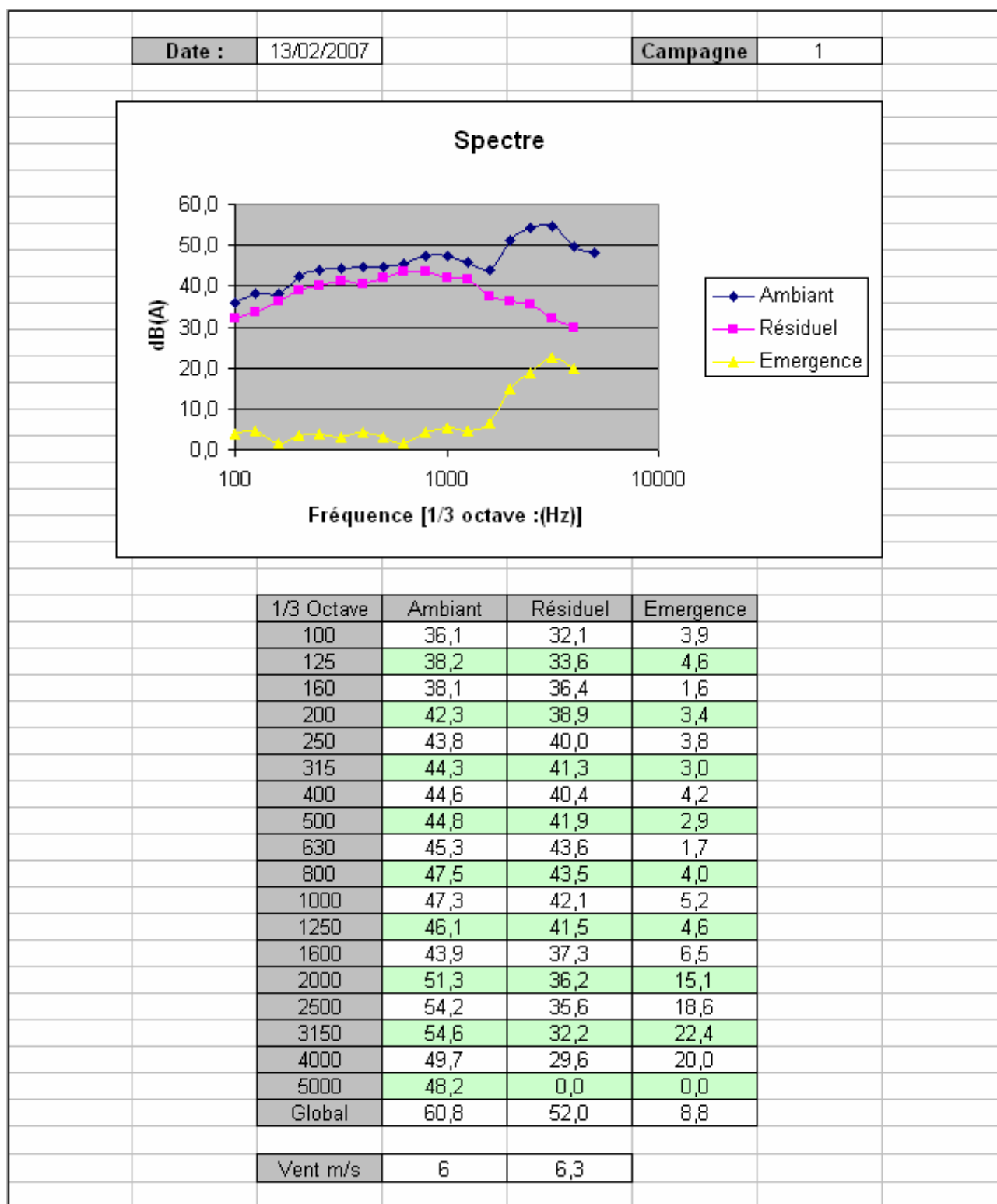
1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	33,3	35,4	-2,1
125	35,5	36,4	-0,9
160	37,6	37,1	0,5
200	38,7	38,0	0,7
250	43,3	37,6	5,8
315	42,8	39,8	3,1
400	43,4	40,6	2,8
500	45,6	41,1	4,6
630	45,7	41,7	4,0
800	45,5	42,8	2,7
1000	42,2	42,8	-0,5
1250	41,1	41,4	-0,3
1600	38,3	38,1	0,3
2000	35,8	36,5	-0,6
2500	31,5	31,9	-0,4
3150	28,3	27,1	1,2
4000	24,2	0,0	0,0
5000	0,0	0,0	0,0
Global	53,7	51,6	2,1
Vent m/s	4,3	3,6	

Date :	13/02/2007	Campagne	3
---------------	------------	-----------------	---

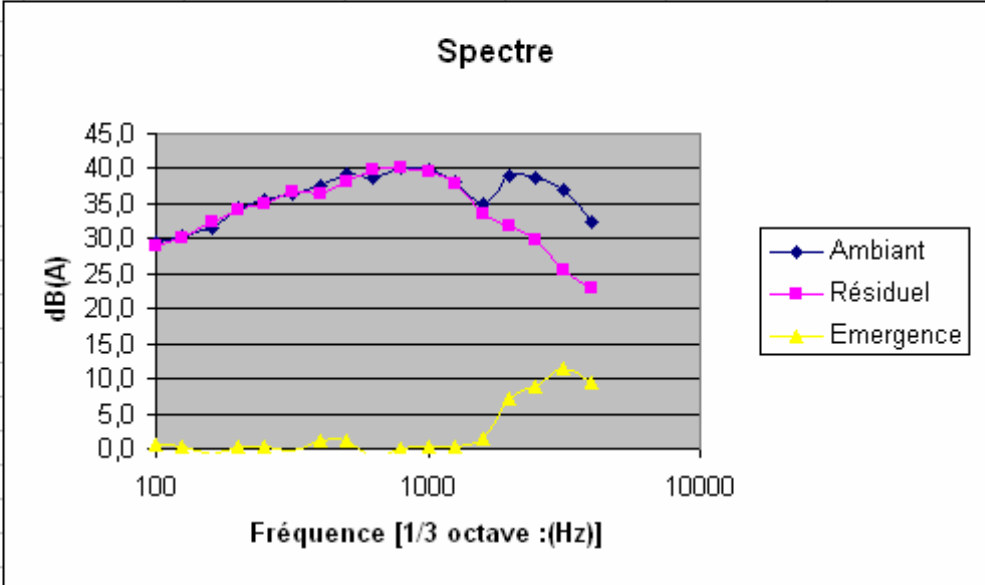


1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	29,7	32,3	-2,6
125	31,9	32,2	-0,3
160	34,0	33,3	0,7
200	35,1	33,5	1,6
250	39,7	33,8	5,9
315	39,2	36,0	3,2
400	39,8	38,2	1,6
500	42,0	39,5	2,5
630	42,1	41,0	1,1
800	41,9	40,5	1,4
1000	38,6	38,9	-0,3
1250	37,5	36,9	0,6
1600	34,7	34,1	0,6
2000	32,2	30,7	1,5
2500	27,9	26,0	1,9
3150	24,7	20,5	4,2
4000	20,6	0,0	0,0
5000	0,0	0,0	0,0
Global	50,1	48,5	1,6
Vent m/s	-3,3	-2,9	

Point N° 3

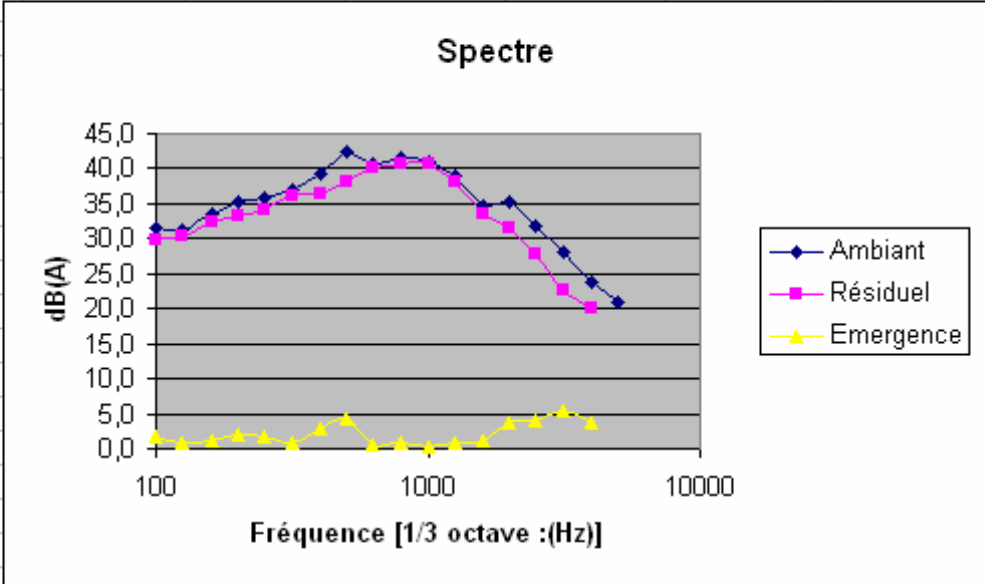


Date :	13/02/2007	Campagne	2
---------------	------------	-----------------	---



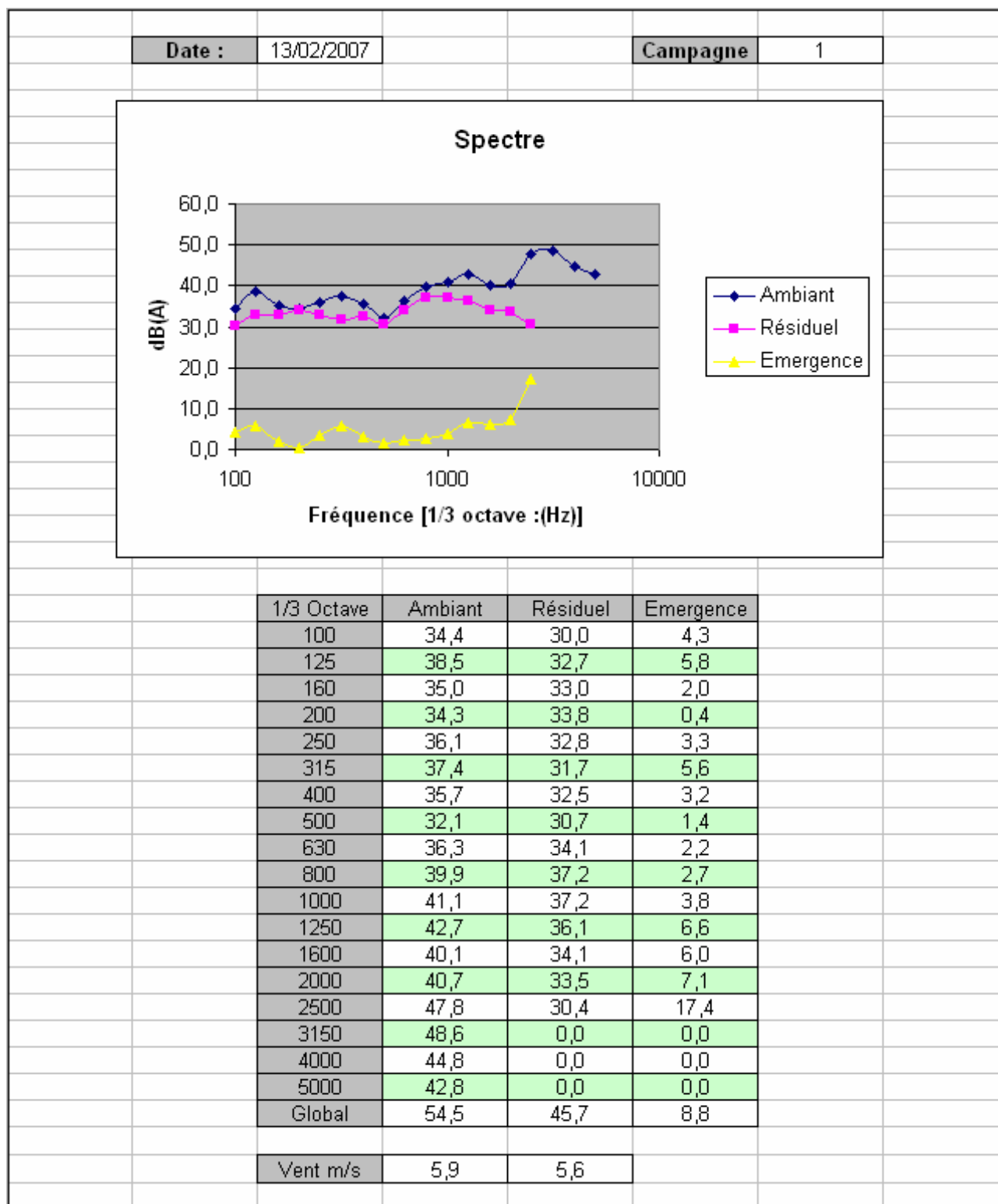
1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	29,5	29,0	0,5
125	30,3	30,1	0,3
160	31,5	32,5	-1,0
200	34,5	34,2	0,3
250	35,5	35,1	0,4
315	36,3	36,7	-0,4
400	37,6	36,5	1,1
500	39,3	38,0	1,2
630	38,6	39,8	-1,2
800	40,1	40,1	0,0
1000	39,8	39,5	0,3
1250	38,2	37,8	0,3
1600	35,0	33,4	1,5
2000	39,0	31,9	7,1
2500	38,7	29,7	8,9
3150	37,1	25,5	11,6
4000	32,4	23,0	9,5
5000	0,0	0,0	0,0
Global	51,0	48,2	2,8
Vent m/s	3,7	3	

Date :	13/02/2007	Campagne	3
---------------	------------	-----------------	---

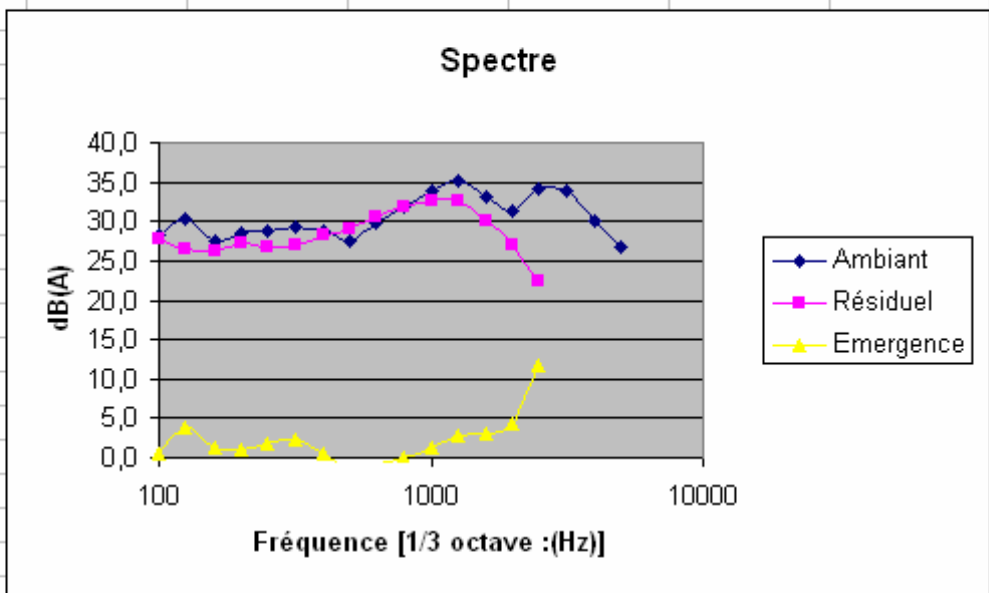


1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	31,6	29,7	1,9
125	31,2	30,4	0,8
160	33,6	32,4	1,2
200	35,3	33,3	2,0
250	36,0	34,1	1,9
315	37,1	36,1	1,0
400	39,3	36,5	2,8
500	42,5	38,1	4,4
630	40,6	40,0	0,6
800	41,5	40,6	0,9
1000	41,0	40,7	0,3
1250	39,0	38,1	0,9
1600	34,8	33,5	1,3
2000	35,4	31,5	3,9
2500	31,9	27,8	4,1
3150	28,2	22,7	5,5
4000	23,9	20,2	3,7
5000	21,0	0,0	0,0
Global	49,9	48,3	1,6
Vent m/s	-3,4	-3,4	

Point N°5



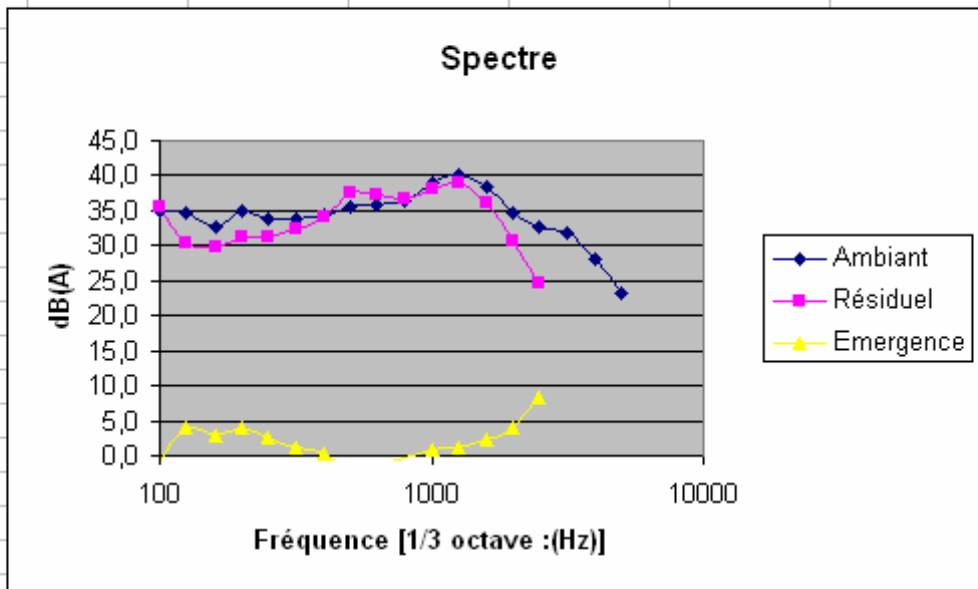
Date :	13/02/2007	Campagne	2
---------------	------------	-----------------	---



1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	28,4	27,7	0,6
125	30,3	26,5	3,8
160	27,6	26,3	1,3
200	28,4	27,4	1,1
250	28,7	26,8	1,8
315	29,3	27,0	2,3
400	28,8	28,2	0,5
500	27,5	29,1	-1,5
630	29,9	30,7	-0,8
800	31,9	31,9	0,0
1000	33,8	32,6	1,2
1250	35,2	32,5	2,7
1600	33,0	30,1	2,9
2000	31,4	27,0	4,4
2500	34,1	22,4	11,6
3150	33,9	0,0	0,0
4000	30,1	0,0	0,0
5000	26,8	0,0	0,0
Global	45,0	41,2	3,8
Vent m/s	2,8	2,3	

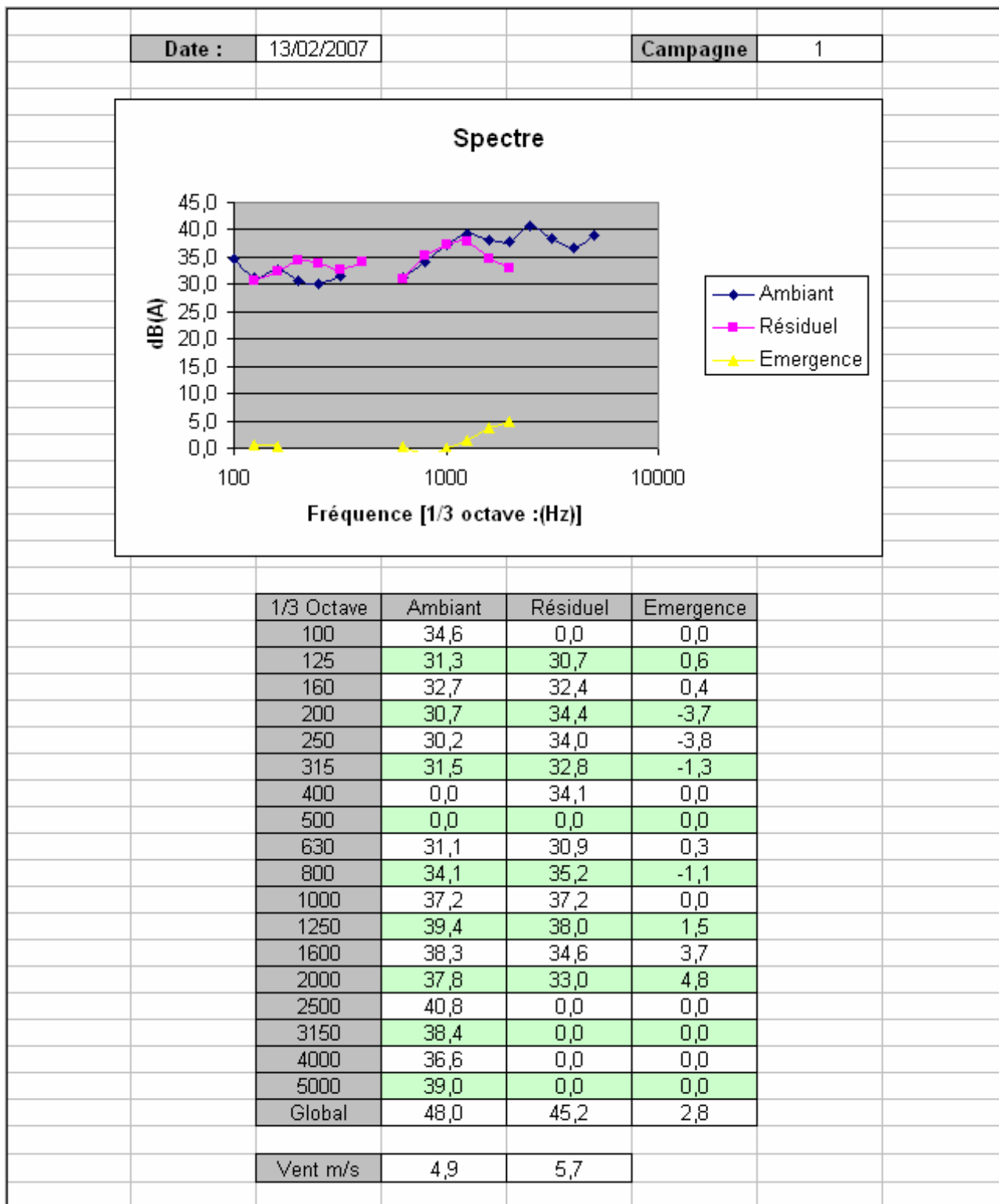
Date : 13/02/2007

Campagne 3

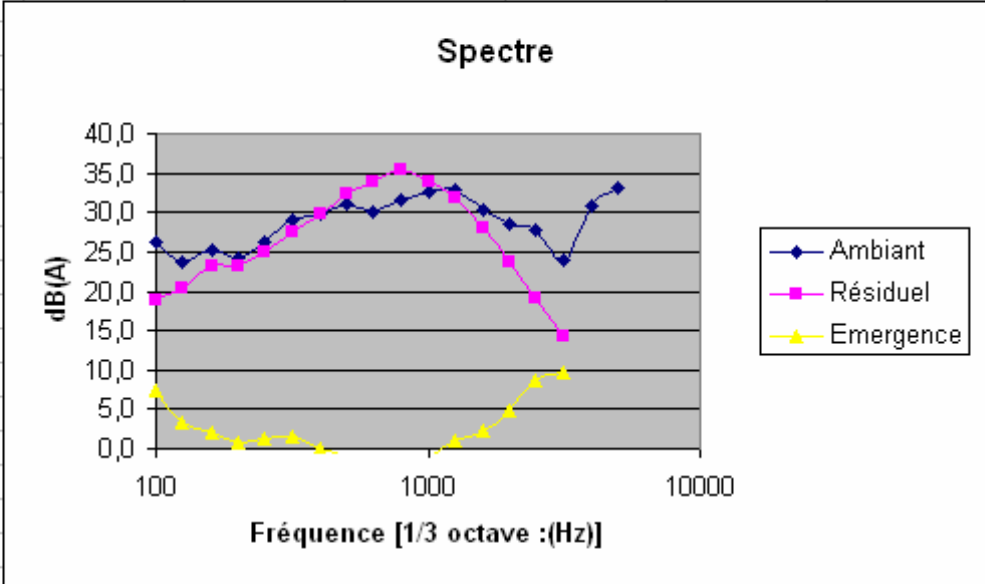


1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	34,9	35,6	-0,8
125	34,6	30,5	4,1
160	32,7	29,8	2,9
200	35,1	31,1	4,0
250	33,8	31,1	2,7
315	33,7	32,5	1,2
400	34,3	34,1	0,2
500	35,5	37,6	-2,2
630	36,0	37,4	-1,5
800	36,4	36,7	-0,3
1000	39,1	38,2	0,8
1250	40,2	39,1	1,1
1600	38,4	36,2	2,2
2000	34,7	30,6	4,1
2500	32,8	24,6	8,2
3150	31,7	0,0	0,0
4000	28,0	0,0	0,0
5000	23,3	0,0	0,0
Global	48,0	46,9	1,1
Vent m/s	-3,1	-2,2	

Point N° 7

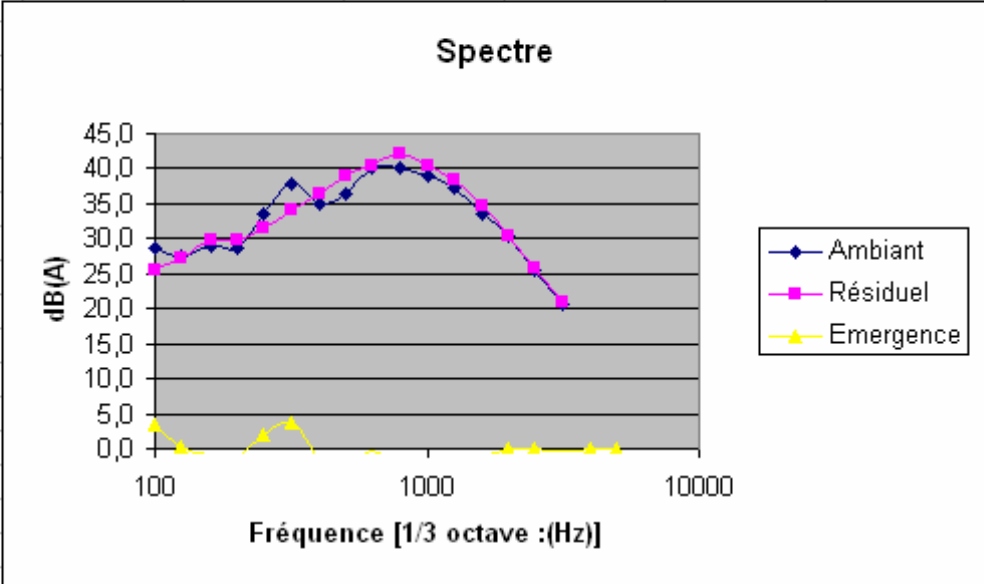


Date :	13/02/2007	Campagne	2
---------------	------------	-----------------	---



1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	26,1	18,8	7,3
125	23,8	20,5	3,3
160	25,3	23,2	2,1
200	24,2	23,3	0,9
250	26,4	25,0	1,4
315	29,1	27,5	1,6
400	29,8	29,8	0,0
500	31,1	32,4	-1,3
630	30,1	33,9	-3,8
800	31,6	35,4	-3,9
1000	32,5	33,9	-1,4
1250	32,8	31,8	1,0
1600	30,3	28,0	2,3
2000	28,5	23,7	4,8
2500	27,7	19,1	8,6
3150	24,0	14,3	9,7
4000	30,8	0,0	0,0
5000	33,2	0,0	0,0
Global	42,2	41,8	0,4
Vent m/s	3,8	4,7	

Date :	13/02/2007	Campagne	3
---------------	------------	-----------------	---



1/3 Octave	Ambiant	Résiduel	Emergence
100	28,8	25,4	3,4
125	27,4	27,1	0,3
160	29,0	29,8	-0,8
200	28,7	29,9	-1,2
250	33,6	31,6	2,0
315	37,8	34,1	3,7
400	35,1	36,4	-1,3
500	36,4	39,0	-2,6
630	40,2	40,5	-0,3
800	40,1	42,0	-1,9
1000	39,0	40,5	-1,5
1250	37,3	38,4	-1,1
1600	33,5	34,6	-1,1
2000	30,4	30,3	0,1
2500	25,6	25,7	-0,1
3150	20,7	20,9	-0,2
4000	0,0	0,0	0,0
5000	0,0	0,0	0,0
Global	47,5	48,4	-0,9
Vent m/s	-3	-4,3	

9 Mesures de qualité de fourniture

- Données générales

L'impédance du réseau électrique au point d'injection est de (à déterminer).

Les mesures réalisées correspondent à la norme EN 50160 (Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution). L'objet de cette norme est de fournir et de décrire les valeurs caractérisant la tension d'alimentation fournie telles que :

- la fréquence,
- l'amplitude,
- la forme de l'onde,
- la symétrie des tensions triphasées.

- [mesures non applicables en charge batterie](#)