

Expertise complémentaire CNDP  
Impact Acoustique des Projets Eoliens Offshore

Débat public  
Parc Eolien Yeu - Noirmoutier

29 Juillet 2015

SYNTHESE DES CONNAISSANCES DE LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE SUR L'IMPACT  
ACOUSTIQUE DES PROJETS EOLIENS OFFSHORE SUR LA FAUNE MARINE

A.Jolivet\*<sup>o</sup>, B. Kinda\*, D. Mathias\*

Sous la direction de C. Gervaise<sup>+</sup> ; L. Chauvaud<sup>o</sup>,

20 Juillet 2015

\* : société SOMME, Pépinière d'entreprises Créatic - Bureau 30, 1<sup>er</sup> étage, 115 Rue Claude Chappe, 29280 Plouzané, mathias.somme@orange.fr, kinda.somme@orange.fr, jolivet.somme@orange.fr

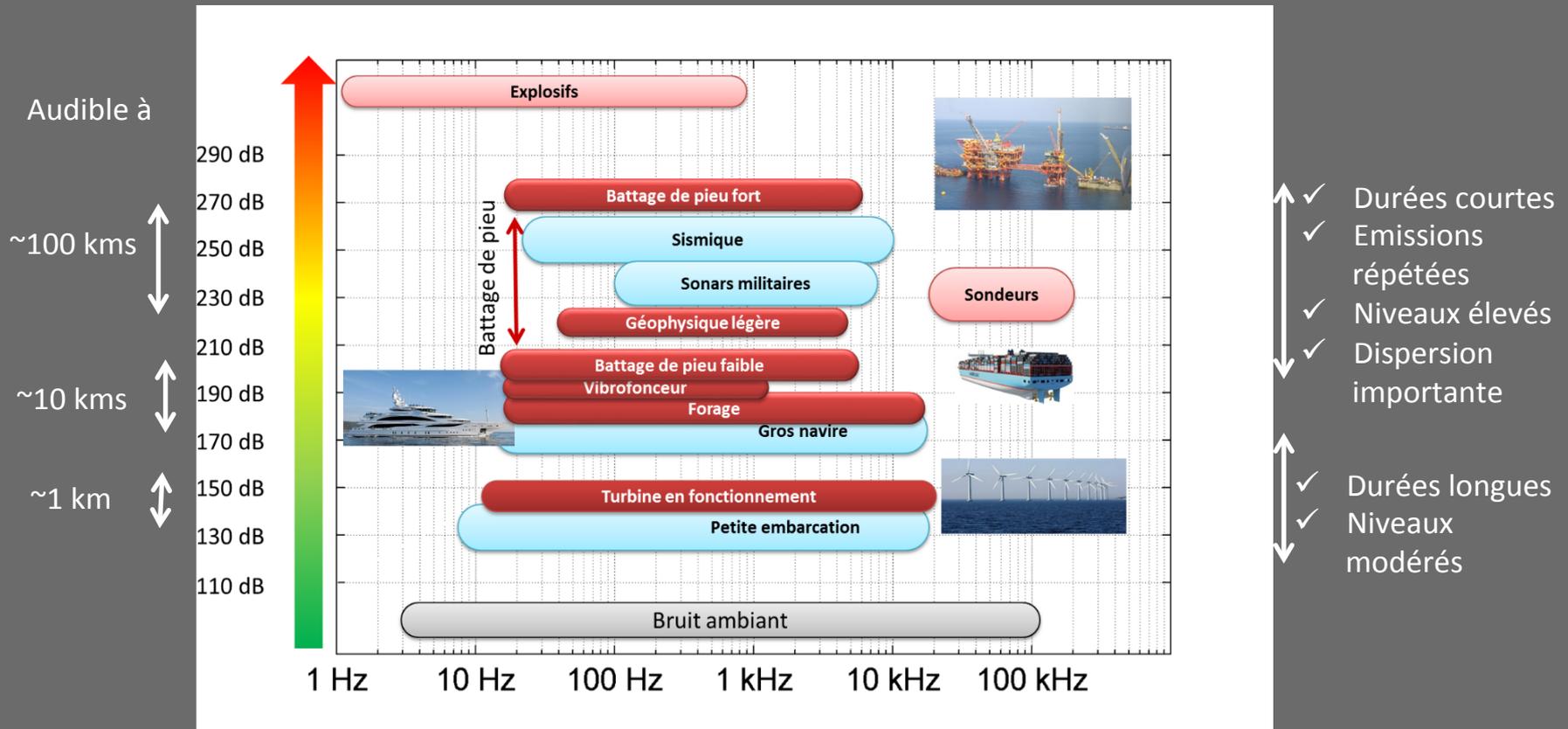
<sup>+</sup> : chaire CHORUS, GIPSA LAB, 11 rue des mathématiques Domaine Universitaire, BP 46 38402 Saint Martin d'Hères cedex France, cedric.gervaise@chorusacoustics.com

<sup>o</sup> : CNRS, IUEM Technopôle Brest-Iroise - rue Dumont d'Urville - 29280 Plouzané – France, laurent.chauvaud@univ-brest.fr, aurelie.jolivet@univ-brest.fr

- ✓ Commande de la CNDP le 24 Juin 2015, remise de la synthèse le 20 Juillet 2015
- ✓ 76 pages, 167 références citées
- ✓ Téléchargeable : <http://eolienmer-pyn.debatpublic.fr/autres-documents-etudes>

- ✓ Les projets de fermes Eoliennes Offshores produisent des sons sous-marins durant leurs différentes phases (pré-construction, construction, production, maintenance, démantèlement)

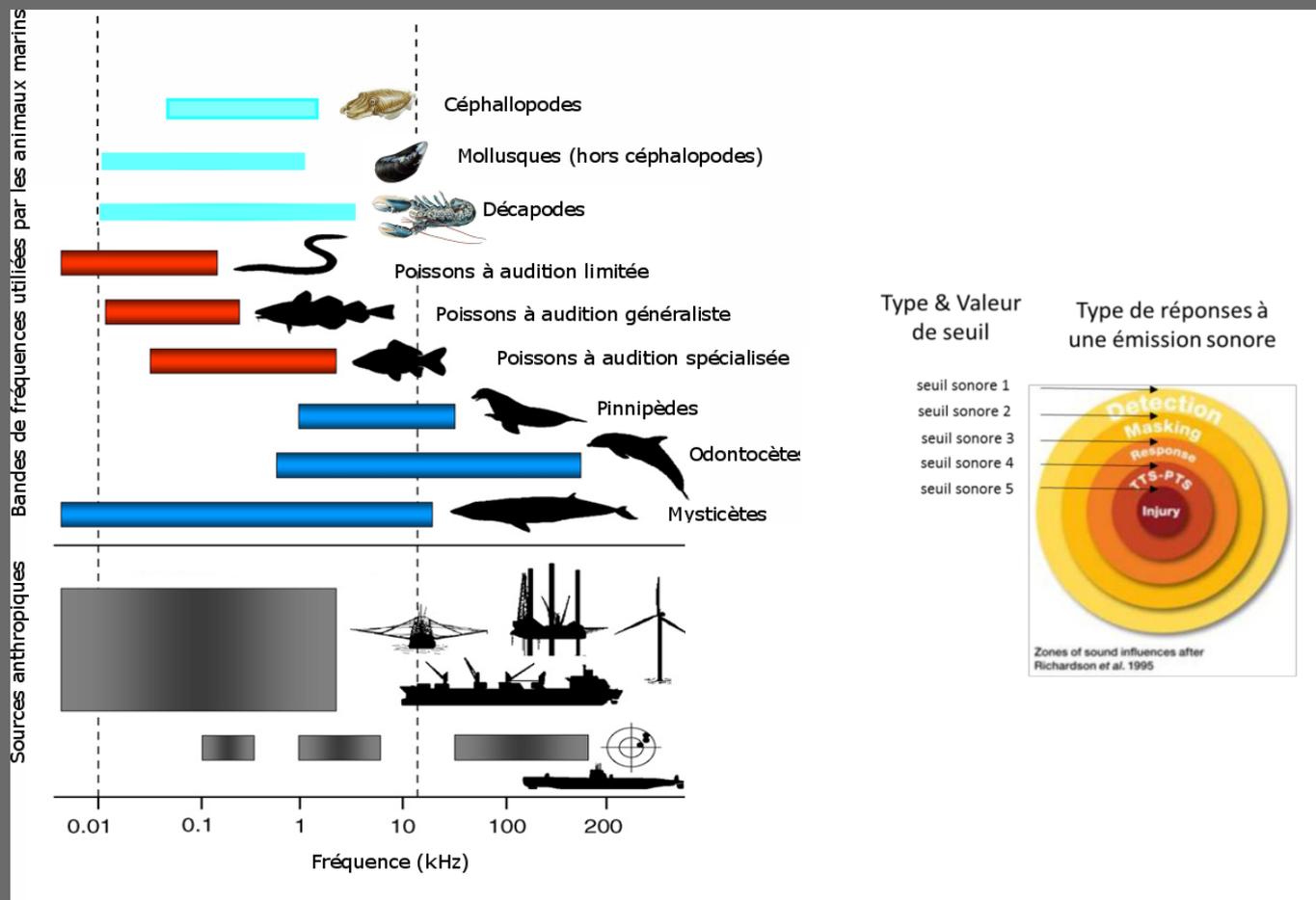
dB re.  $1\mu\text{Pa}@1\text{m}$



- ✓ La production sonore des projets de fermes éoliennes offshore comparées aux émissions sonores aériennes

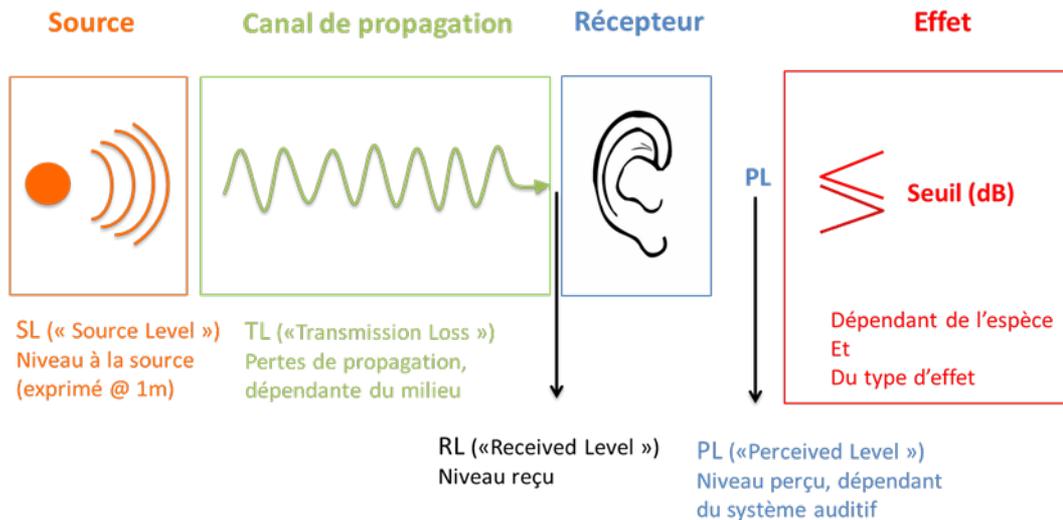
Activités sous-marines	SPL <sub>SM</sub>	I (W/m <sup>2</sup> )	SPL <sub>Eq,aérien</sub> (dB re 20 µPa)	Activités aériennes
	(dB re 1 µPa @ 1 m)			
TNT	272 - 305	1,05x10 <sup>6</sup> - 2,11x10 <sup>9</sup>	210-243	
Sismic	240 - 260	6,67x10 <sup>2</sup> - 6,67x10 <sup>4</sup>	178 - 198	
Battage de pieu	243 - 257	1,33x10 <sup>3</sup> - 3,34x10 <sup>4</sup>	181 - 195	
Echsondeur	225 - 245	21,08 - 2,11x10 <sup>3</sup>	163 - 183	
Sonar militaire BF	214 - 240	1,67 - 666,67	152 - 178	Explosion
Sonar Militaire MF	223 - 235	13,30 - 210,80	161-173	
Géophysique légère	204 - 227	0,17 - 33,41	142 - 165	Avion à réaction
Dispositifs d'éloignement	150 - 205	6,67x10 <sup>-7</sup> - 0,21	88 - 143	Formule 1
Gros navires	176 - 192	2,65x10 <sup>-4</sup> - 1,06x10 <sup>-2</sup>	114 - 130	Marteau piqueur
	181		120	
Forage sous-marin	145 - 190	2,11x10 <sup>-7</sup> - 6,7x10 <sup>-3</sup>	83 - 128	
Petites embarcations	169	6,67x10 <sup>-6</sup> - 2,11x10 <sup>-4</sup>	108	Route à 2 m
	160 - 175		98 - 113	
Eolienne en opération	142 - 151	1,06x10 <sup>-7</sup> - 8,40x10 <sup>-7</sup>	80 - 89	Orchestre symphonique

- ✓ Les fréquences des sons des projets de fermes éoliennes offshore sont audibles par la faune marine (invertébrés, poissons, mammifères marins) => pose la question de l'impact ?



# ✓ la question de l'impact ? Prédiction par simulation et constat *in situ* sur des projets

Groupe	Perte d'audition temporaire			Reactions comportementales		
	Impulsions simples	Impulsions multiples	Sons diffus	Impulsions simples	Impulsions multiples	Sons diffus
Cétacés Basses Fréquences	SPL : 230 SEL : 198	SPL : 230 SEL : 198	SPL : 230 SEL : 215	SPL : 224 SEL : 183		
Cétacés Moyennes Fréquences	SPL : 230 SEL : 198	SPL : 230 SEL : 198	SPL : 230 SEL : 215	SPL : 224 SEL : 183		
Cétacés Hautes Fréquences	SPL : 230 SEL : 198	SPL : 230 SEL : 198	SPL : 230 SEL : 215	SPL : 224 SEL : 183		
Pinnipèdes	SPL : 218 SEL : 186	SPL : 218 SEL : 186	SPL : 218 SEL : 203	SPL : 212 SEL : 171		



Source	Groupe de poissons	Mortalité	Effets sur le système auditif	réponses physiologiques	réponses comportementales	Masquage
TNT	sans vessie natatoire	SPL <sub>max</sub> = 229-234	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible	(N) = fort (I) = faible (F) = faible	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible	NA
	avec vessie non connectée	SPL <sub>max</sub> = 229-234	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible	(N) = fort (I) = fort (F) = faible	(N) = fort (I) = fort (F) = faible	NA
	avec vessie connectée à l'oreille interne	SPL <sub>max</sub> = 229-234	(N) = fort (I) = fort (F) = faible	(N) = fort (I) = fort (F) = faible	(N) = fort (I) = fort (F) = faible	NA
SISMIC	sans vessie natatoire	SEL <sub>cum</sub> > 219 SPL <sub>max</sub> > 213	SEL <sub>cum</sub> >> 186	SEL <sub>cum</sub> > 216 SPL <sub>max</sub> > 213	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible
	avec vessie non connectée	SEL <sub>cum</sub> = 210 SPL <sub>max</sub> > 207	SEL <sub>cum</sub> >> 186	SEL <sub>cum</sub> = 203 SPL <sub>max</sub> > 207	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible
	avec vessie connectée à l'oreille interne	SEL <sub>cum</sub> = 207 SPL <sub>max</sub> > 207	SEL <sub>cum</sub> = 186	SEL <sub>cum</sub> = 203 SPL <sub>max</sub> > 207	(N) = fort (I) = fort (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = modéré
Battage de Pieu	sans vessie natatoire	SEL <sub>cum</sub> > 219 SPL <sub>max</sub> > 213	SEL <sub>cum</sub> >> 186	SEL <sub>cum</sub> > 216 SPL <sub>max</sub> > 213	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible	(N) = modéré (I) = faible (F) = faible
	avec vessie non connectée	SEL <sub>cum</sub> > 210 SPL <sub>max</sub> > 207	SEL <sub>cum</sub> > 186	SEL <sub>cum</sub> > 203 SPL <sub>max</sub> > 207	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible	(N) = modéré (I) = faible (F) = faible
	avec vessie connectée à l'oreille interne	SEL <sub>cum</sub> > 207 SPL <sub>max</sub> > 207	SEL <sub>cum</sub> = 186	SEL <sub>cum</sub> > 203 SPL <sub>max</sub> > 207	(N) = fort (I) = fort (F) = modéré	(N) = fort (I) = fort (F) = modéré
Sonar Basses Fréquences	sans vessie natatoire	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	SPL <sub>LRMS</sub> > 193	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible
	avec vessie non connectée	SPL <sub>LRMS</sub> > 193	SPL <sub>LRMS</sub> > 193	SPL <sub>LRMS</sub> > 193	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible
	avec vessie connectée à l'oreille interne	SPL <sub>LRMS</sub> > 193	SPL <sub>LRMS</sub> > 193	SPL <sub>LRMS</sub> > 193	SPL <sub>LRMS</sub> > 197	(N) = modéré (I) = faible (F) = faible
Navigation	sans vessie natatoire	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = modéré (I) = modéré (F) = faible	(N) = fort (I) = fort (F) = modéré
	avec vessie non connectée	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = faible (I) = faible (F) = faible	(N) = modéré (I) = modéré (F) = faible	(N) = fort (I) = fort (F) = modéré
	avec vessie connectée à l'oreille interne	SPL <sub>LRMS</sub> > 210	SPL <sub>LRMS</sub> > 158 pendant 12h	SPL <sub>LRMS</sub> > 170 pendant 48 h	(N) = modéré (I) = modéré (F) = faible	(N) = fort (I) = modéré (F) = faible

- ✓ Retour d'expérience sur projets antérieurs (12 parcs en Europe)
  - principalement marsouins et phoques

## Durant la phase de travaux

	Mortalité	PTS	TTS	Comportements
Marsouin	[4m-65m] (simu)	[80m-530 m] (simu)	[720 m – 2 kms]	Audibilité ~ 50 kms (simu) Observations : fuite éloignement ~ 20 kms
Grand dauphin	[4m-65m] (simu)	[80m-530 m] (simu)	~ 1.5 kms (simu)	Dérangement comportemental jusqu'à 50 kms (simu) Fuite jusqu'à 20 kms (simu)
Phoque	[4m-65m] ( simu)	[80m-530 m] (simu)	[ 400m - 5 kms] (simu)	Observations : Eloignement des phoques et diminution des comptages sur les reposoirs proches des travaux
Poisson	12 à 15 mètres – mort directe 150 à1000 mètres – mort différée qq heures (simulateur de pieux grandeur réelle)	N.R	~100m à 2kms (simu)	Audibilité ~ 80 kms Changements comportementaux jusqu'à 50 kms (play back en bassin) Changements comportementaux – fuites entre 1.5 kms et 5 kms

- ✓ Retour d'expérience sur projets antérieurs (12 parcs en Europe)
  - principalement marsouins et phoques

## Après les travaux – pendant la phase de production

	Mortalité	PTS	TTS	Comportements
Marsouin	Non	Non	Non	<p>Audibilité ~ 100 m (simu)</p> <p>Observations : Certains sites : retour à l'état initial            Certains sites : augmentation du nombre de détection acoustique – effet récif et sanctuaire            Un site (Nysted) : pas de retour à l'état initial après 10 ans même si augmentation progressive (intérêt initial du site)</p>
Phoque	Non	Non	Non	<p>Audibilité ~ 100 m (simu)</p> <p>Eloignement des points de respirations en surface provoqué par un play back d'un bruit de turbine de 2 MW</p> <p>Observation : Retour à la normal des comptages sur les reposoirs/échoueries dans l'année après les travaux , parfois augmentation des comptages sur les reposoirs proches des fermes</p>
Poisson	Non	Non	Non	<p>Audibilité ~ entre 1 km à 5 kms (simu)</p> <p>Audibilité ~ 100 m (simu)</p> <p>Réaction comportementale négligeable</p>

- ✓ Il existe des solutions pour réduire les impacts acoustiques
  - ✓ Utilisation d'émissions sonores augmentant progressivement (Ramp-up) – retours d'expérience mitigés
  - ✓ Utilisation de systèmes acoustiques d'éloignement – efficacité des systèmes en question, génère de toute manière une réaction comportementale
  - ✓ Systèmes de réduction du bruit généré par le battage de pieux (modification des marteaux, rideaux de bulles, confinement du pieu)
    - ✓ Toujours une réduction
    - ✓ 5 dB, 13 dB, 25 dB suivant les systèmes et les retours d'expériences
    - ✓ Réduction d'un facteur 0.46 , 0.13 et 0.02 pour un modèle de perte mixte (-15log(r))
  - ✓ Bonne connaissance des états initiaux – répartitions, utilisations fonctionnelles et saisonnalité pour une planification des travaux incluant la problématique de l'impact acoustique

Merci pour votre attention !

