

Journée Technique GFEE –CFGI –CFMR

Maîtrise des vibrations sur des chantiers
de terrassement à l'air libre et en
souterrain :
Retour d'expérience d'EDF de deux
chantiers à fortes contraintes

Valérie Sellier



15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l' | E
GFEE | nergie
Explosive

Sommaire

- ▶ Présentation chantiers récents
- ▶ Zoom sur deux chantiers :
 - Chooz : construction laboratoire souterrain
 - Flamanville 3 : construction EPR



15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l'Énergie Explosive
GFEE

Chantiers récents ou à venir

Ouvrages Hydrauliques

Gréoux les bains, Sarrans, Gage, Bage, Gavet

Ouvrages Nucléaires

Cadarache , Flamanville , Chooz, Hinkley Point

Ouvrages de transports :

Pylônes RTE



15 mars 2012 - Séance Technique



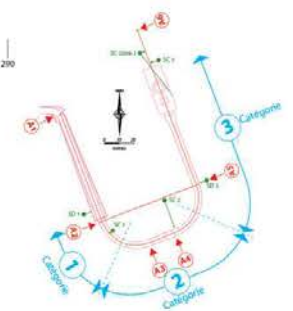
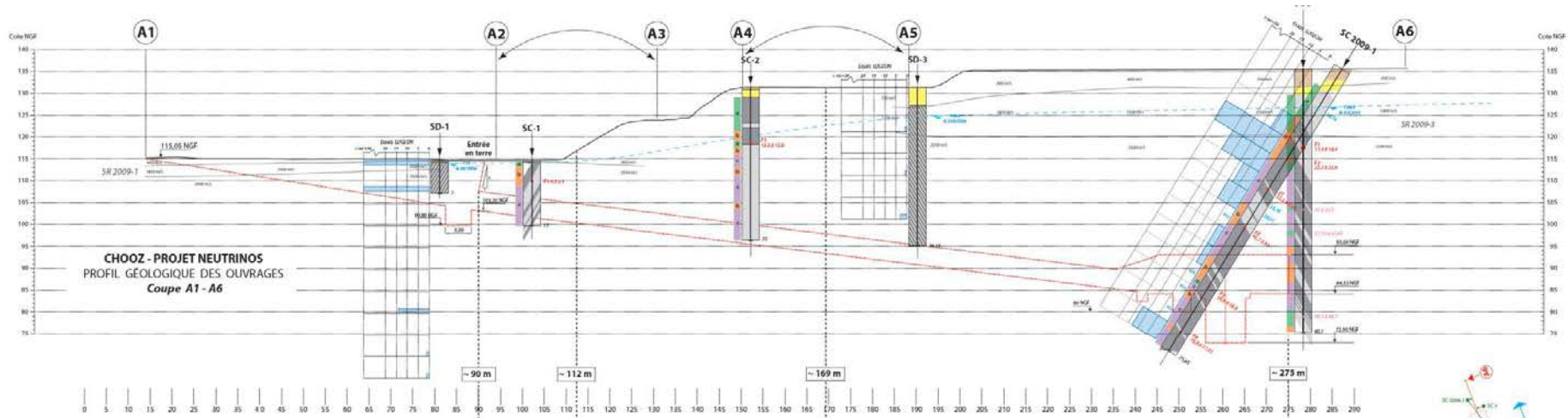
Groupe Français de l' | E nergie
GFEE | xplosive

Chooz

- ▶ Construction d'un laboratoire souterrain d'observation des Neutrinos (CNRS)
- ▶ Nécessité d'avoir une couverture rocheuse importante
- ▶ => choix du site de Chooz



Contexte géologique



LÉGENDE

Remblai	Joint ouvert
Alluvions	Faille
Remblai et alluvions non différenciés	Faille avec orientation non définie
Schistes gréseux	a, b, c Classes de fracturation
Schistes micacés	Déclivité
Schistes non différenciés	Mouvement tectonique
	Mont

PM	90 à 112,4	112,4 à 169,35	169,35 à 275
Catégorie de terrain	①	②	③
Définition	Schistes siliceux majoritaires, dans la classe de fracturation b avec excavation en tranchée banchée (et dans le sens du pendage) par rapport à la schistosité.	Schistes siliceux majoritaires, dans la classe de fracturation c , avec excavation en direction par rapport à la schistosité.	Schistes siliceux majoritaires, dans la classe de fracturation c , avec excavation en travers banché (et dans le sens du pendage) par rapport à la schistosité.
RMR₉₃	39	51	63

DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE
 G. E. I. D. R. E. - T. E. G. G.
 Annexe n° PVE 10 261

Service Géologie Géotechnique
 851, Av. du Camp de Manneville - 13007 Aix en Provence Cedex 2
 au rapport n° 10-0365

PL 2
 Dess. : JBA
 Vise : FVE

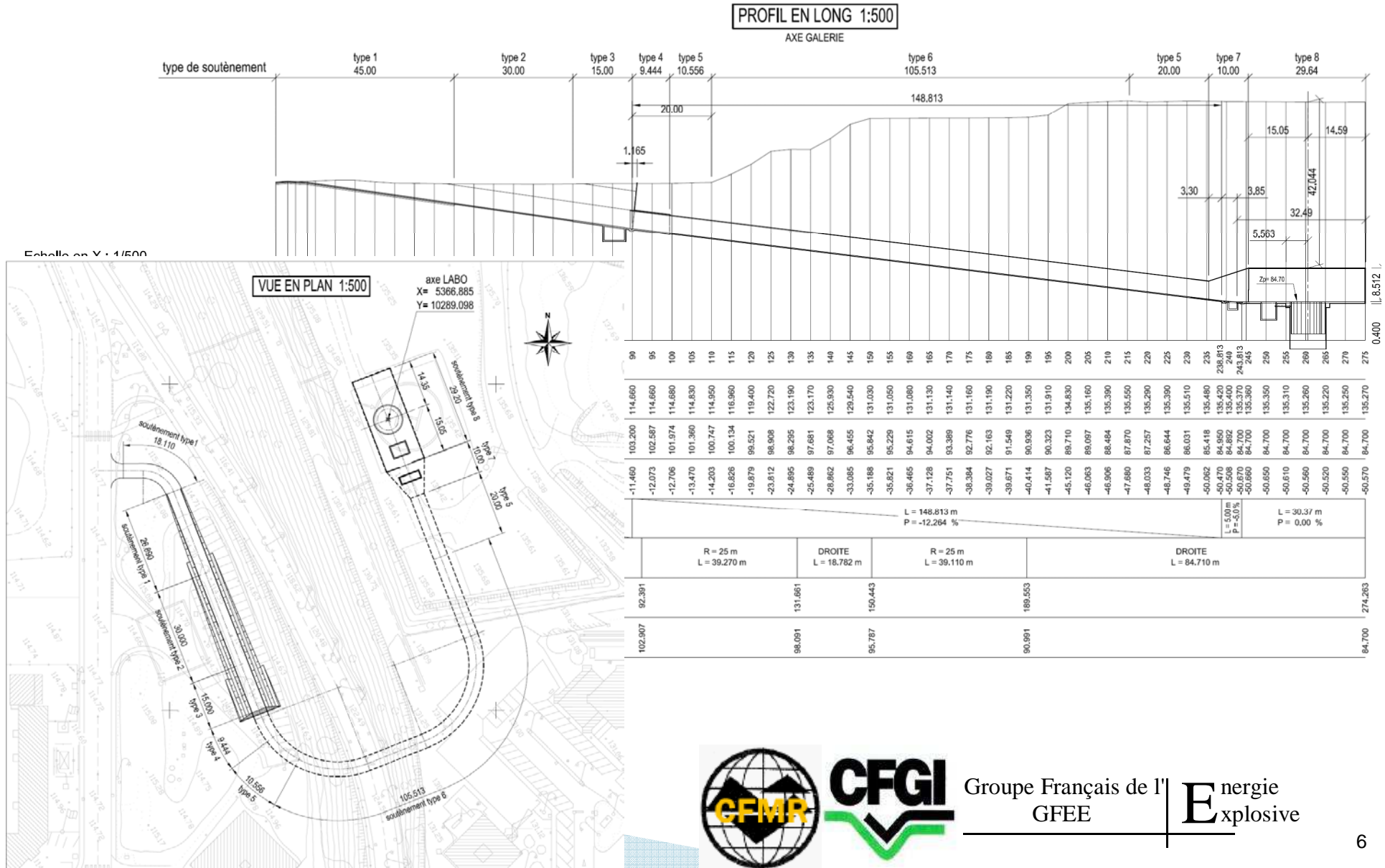


15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l'Énergie
GFEE Explosive

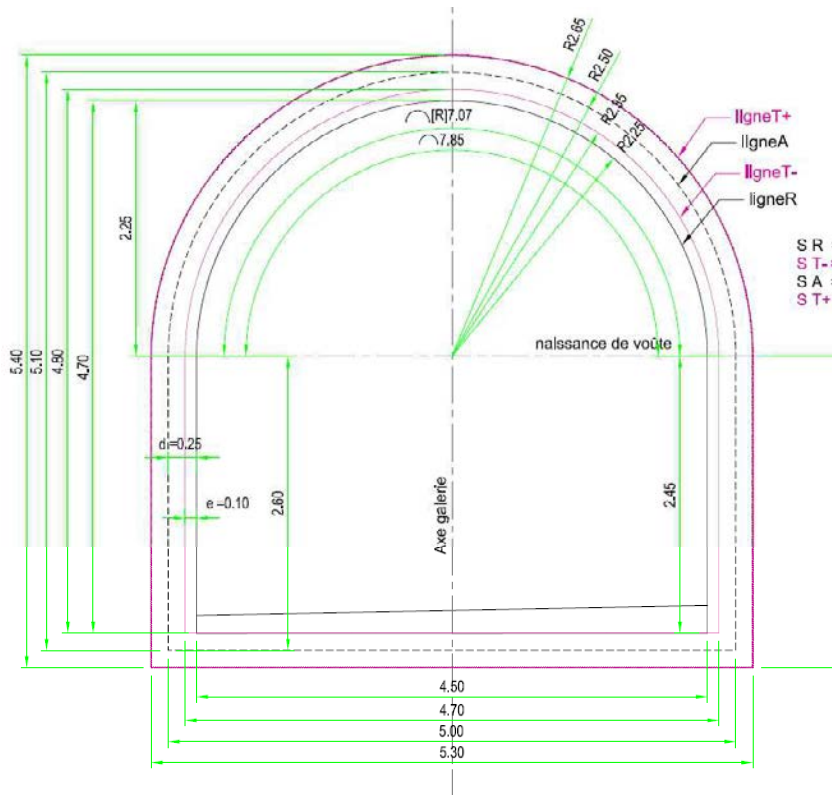
Dimensions des ouvrages



Groupe Français de l'Énergie
GFEE

Explosive

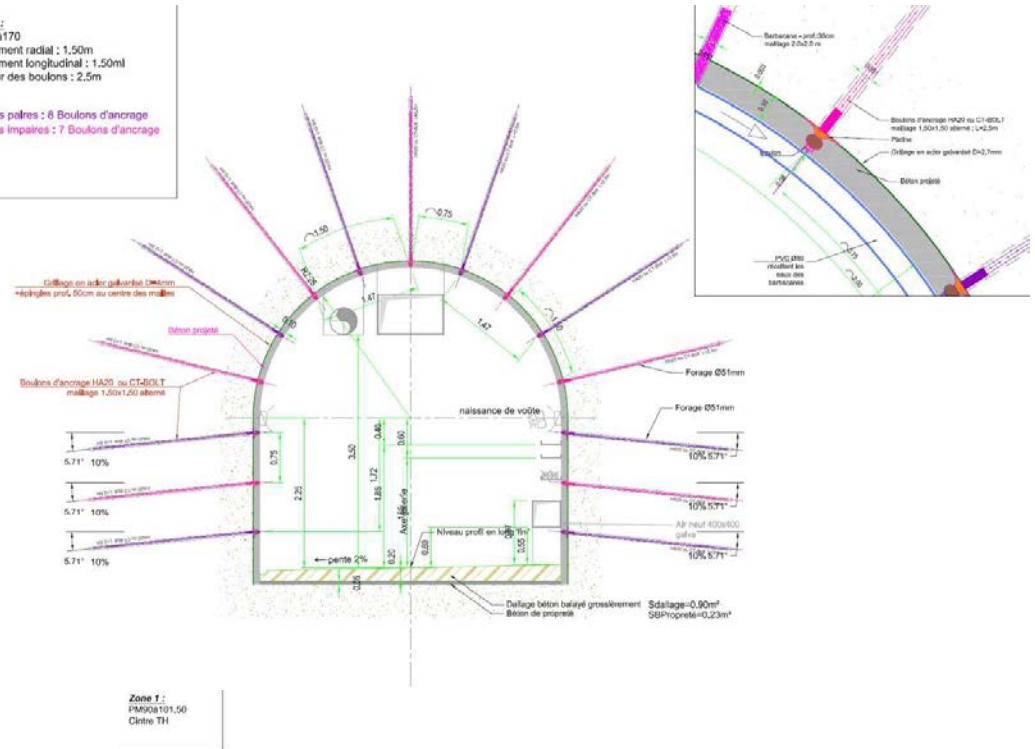
Dimensions de la galerie



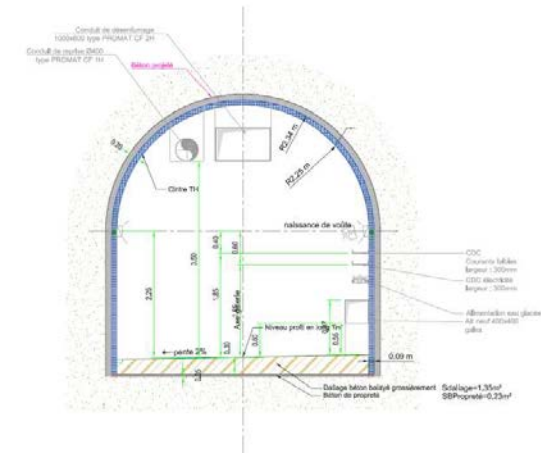
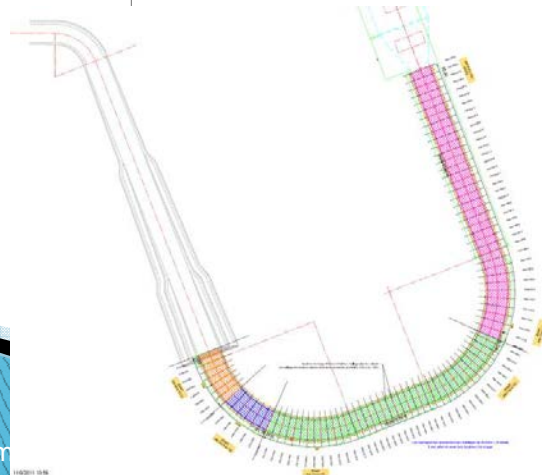
Zone 3 :
PM112a170
Espacement radial : 1,50m
Espacement longitudinal : 1,50ml
longueur des boulons : 2,5m

Aurècles pâtres : 8 Boulons d'ancrage
Aurècles impâtres : 7 Boulons d'ancrage

S R =
S T =
S A =
S T+ =



Zone 1 :
PM101101.50
Clône T11





Déroulement des tirs

- ▶ Galerie : pleine section
 - Cui : 1 à 2 kg, Dynaroc 6A
 - Volées : 1,25 à 2,5 m
 - Consommation # 1,5 kg/m³
 - Détonateurs électriques HI
- ▶ Caverne : ½ section alternées droite/gauche puis haut/bas
 - Cui : 1 à 2 kg, Dynaroc 6A
 - Volées : 1,25 à 2,0 m
 - Détonateurs électriques HI



Adaptation permanente du plan de tir aux conditions géologiques



Protection des tranches en exploitation par suivi des vibrations

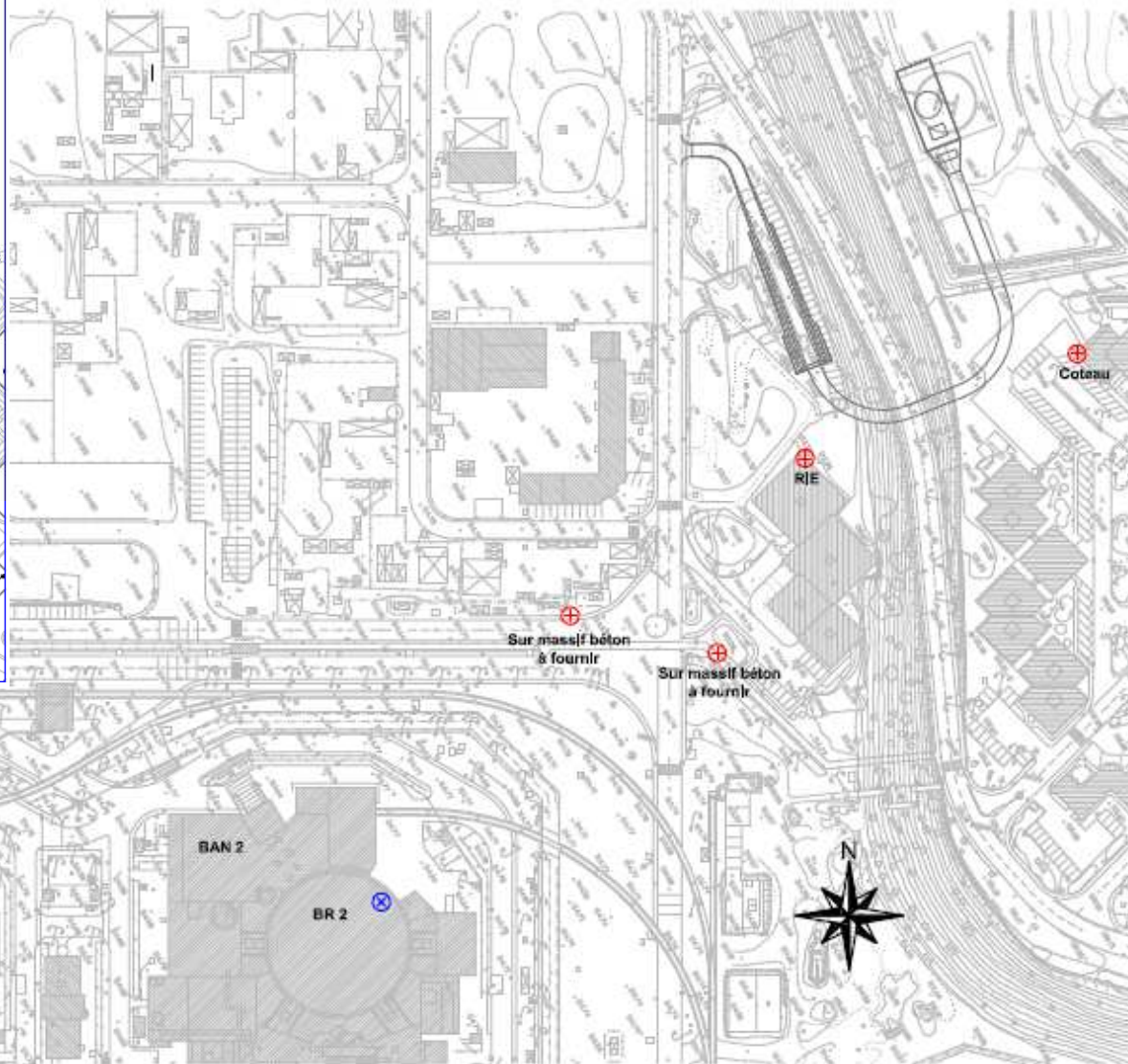
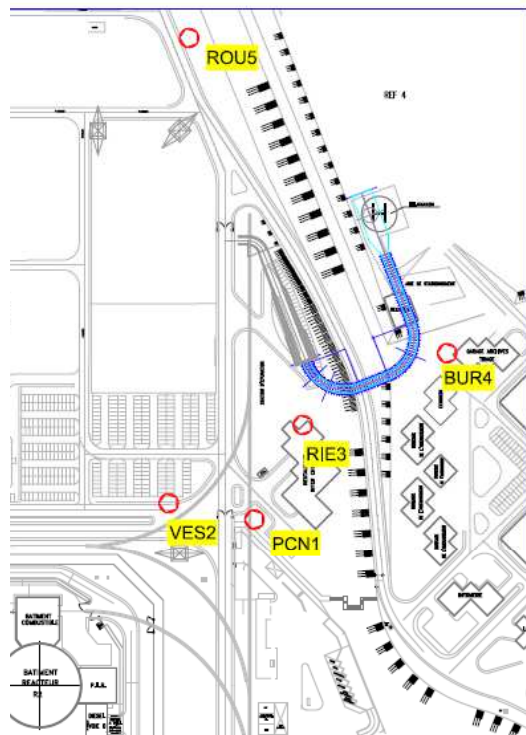


15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l' | E nergie
GFEE | x plosive

Implantation capteurs



Légende :

- ⊕ Capteurs de vibration à prévoir
- ⊗ Capteurs de vibration existant



0 30m 60m



15 mars 2012 - Séance Technique

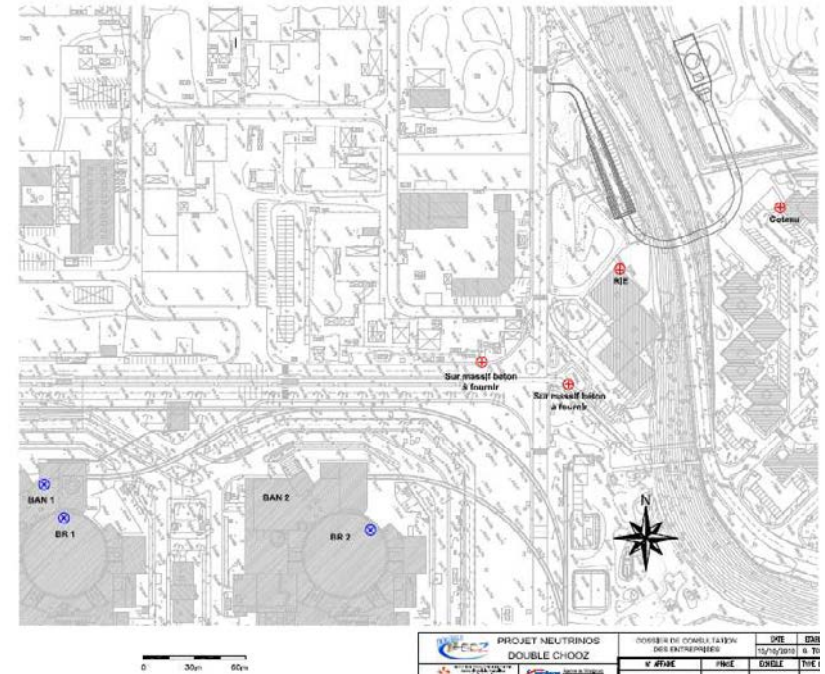
	PROJET NEUTRINOS DOUBLE CHOIZ		DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES	DATE 15/10/2010	ETABLI PAR G. TOURMER	VERIFIE PAR S. WYTTENBACH	APPROUVE PAR Ph. ZINK
	N° AFFAIRE	PHASE	ECHELLE	TYPE DE DOCUMENT	NUMERO	REV	11

Seuils de vibrations

- ▶ Accélération : champ libre
 - VES2 < 8 mg sur [0,1 ; 33 Hz]

- ▶ Vitesse :

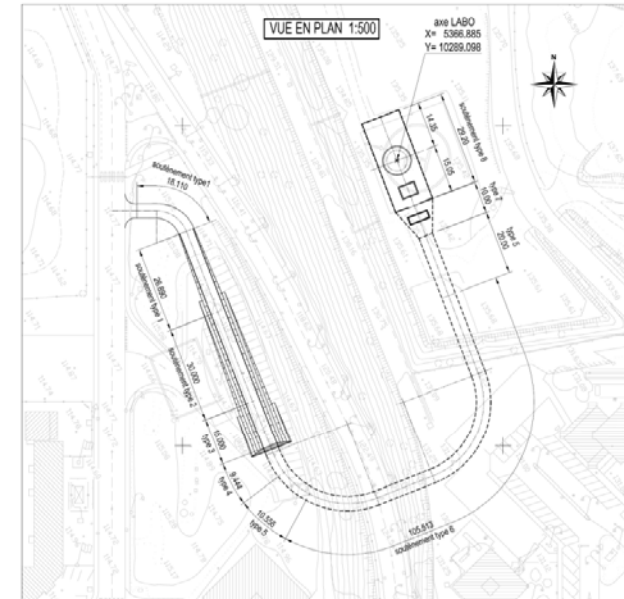
- PCN1 : Champ libre
 - H : 3 mm/s sur [33;50Hz], V : 2 mm/s sur [33;50Hz]
- RIE3, BUR4 : bureaux
 - Seuils arrêté 94



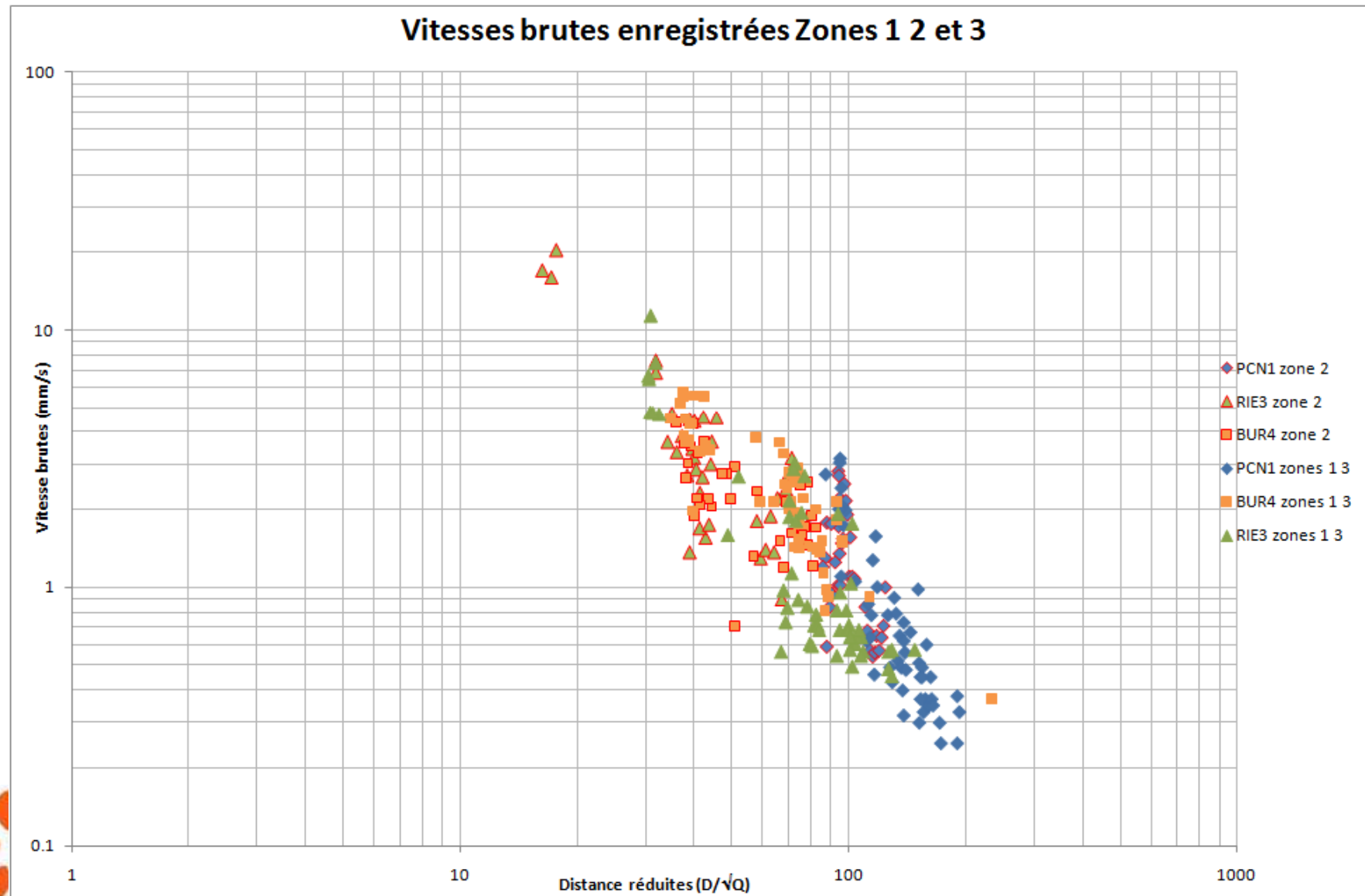
Analyse des mesures

Influence des discontinuités ?

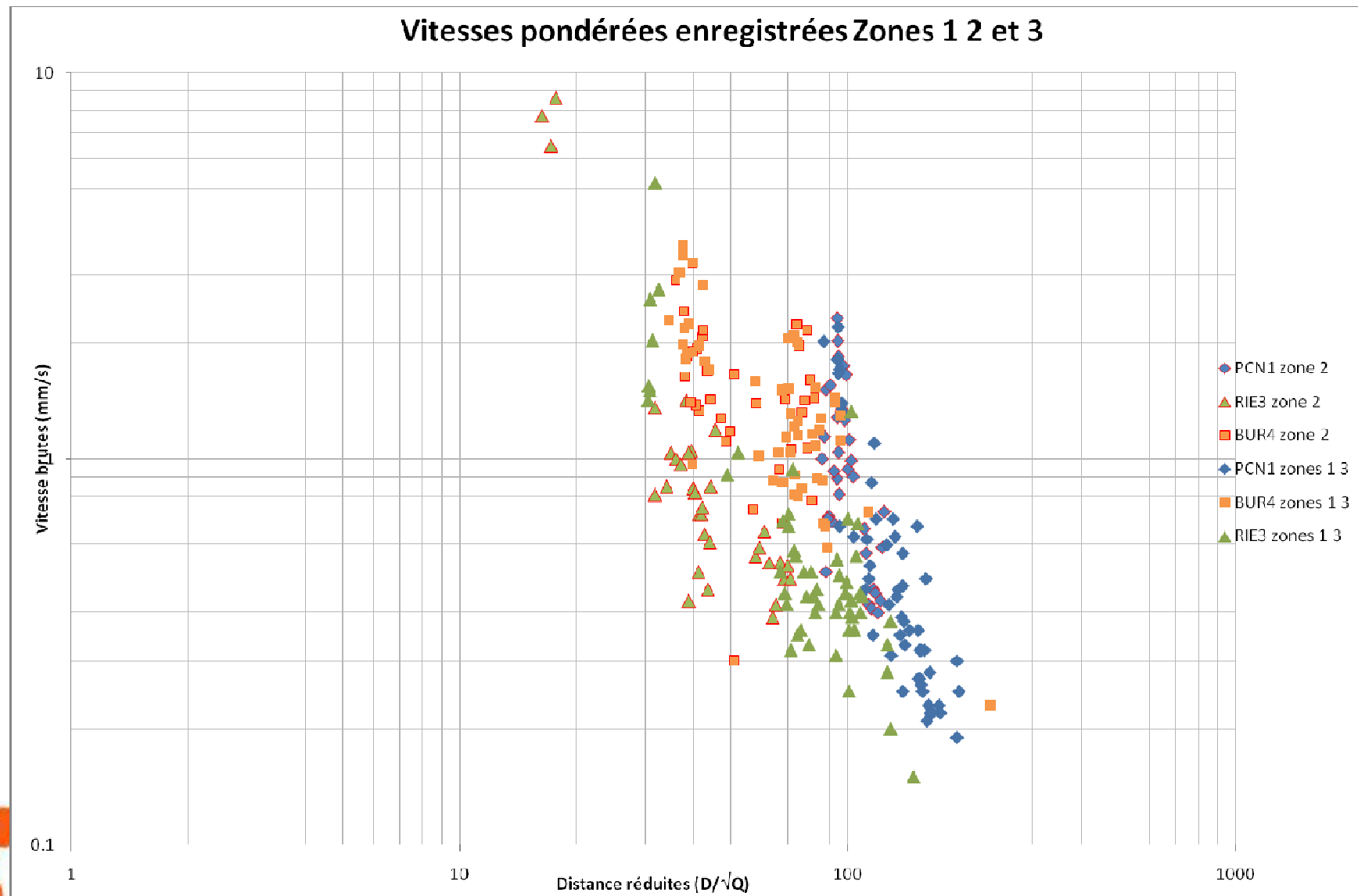
- ▶ 4 capteurs
- ▶ 3 zones définies
 - 2 en travers bancs (zones 1 et 3),
 - 1 en direction (Zone 2)
- ▶ Analyse données brutes par zones (89 tirs)
 - Niveaux maximums
 - Amortissement du signal
 - Contenu fréquentiel
 - Surpression aérienne



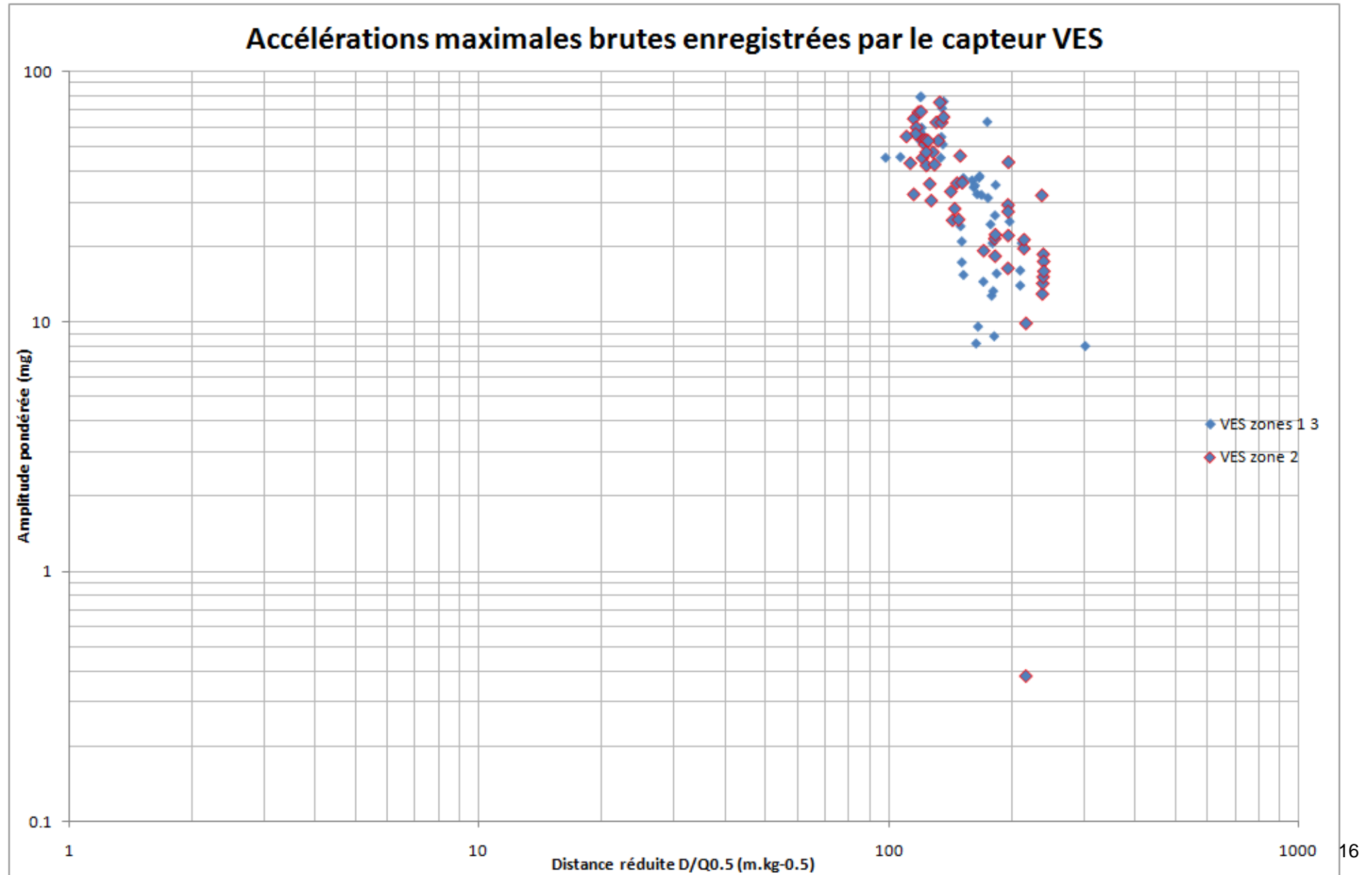
Vitesses brutes



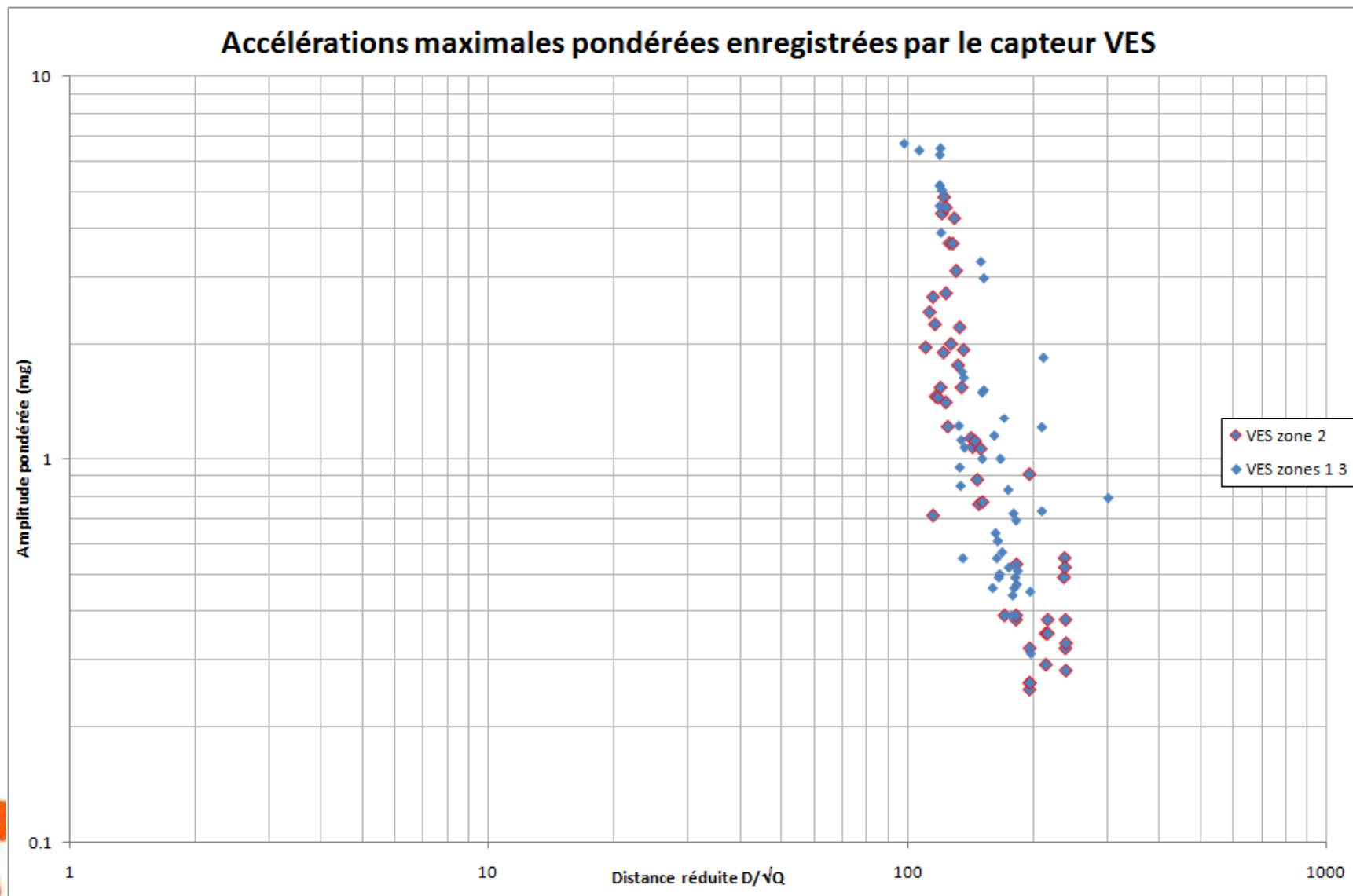
Vitesses pondérées



Accélérations brutes



Accélérations pondérées



Analyse par capteurs

PCN1 géophone	Niveau Brut	Niveau max pondéré (3 mm/s)	Amortissement brut (n)
Zones 1 & 3	3,1 mm/s	2,1 mm/s	2,8
Zone 2	2,8 mm/s	2,3 mm/s	2,4

VES2 accéléromètre	Niveau Brut	Niveau max pondéré (8 mg)	Amortissement brut (n)
Zones 1 & 3	78 mg	6,7 mg	2,18
Zone 2	75 mg	4,8 mg	2,1

RIE3 géophone	Niveau Brut	Niveau max pondéré (10 mm/s)	Amortissement brut (n)
Zones 1 & 3	11,8 mm/s	5,2 mm/s	1,8
Zone 2	9,4 mm/s	1,87 mm/s	1,4

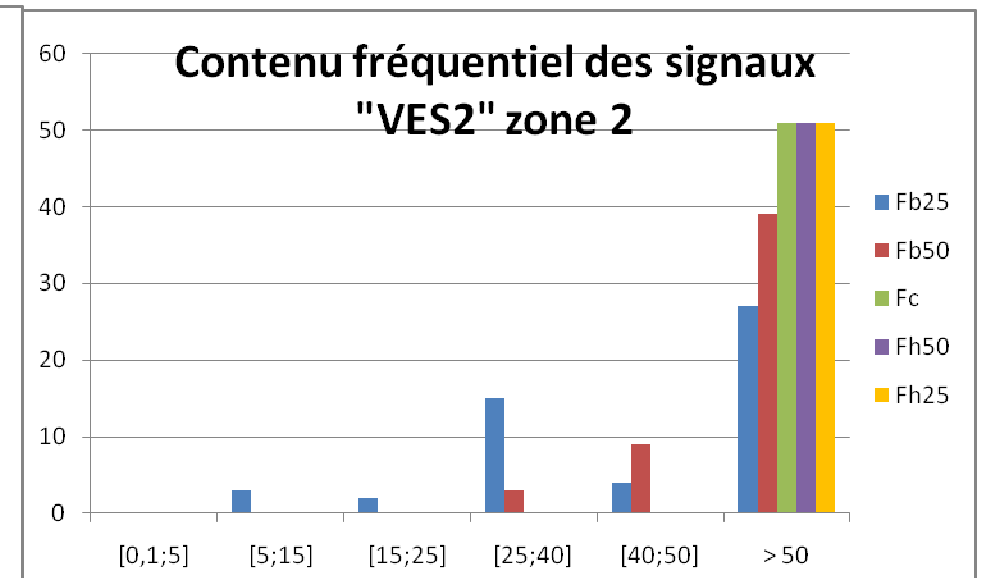
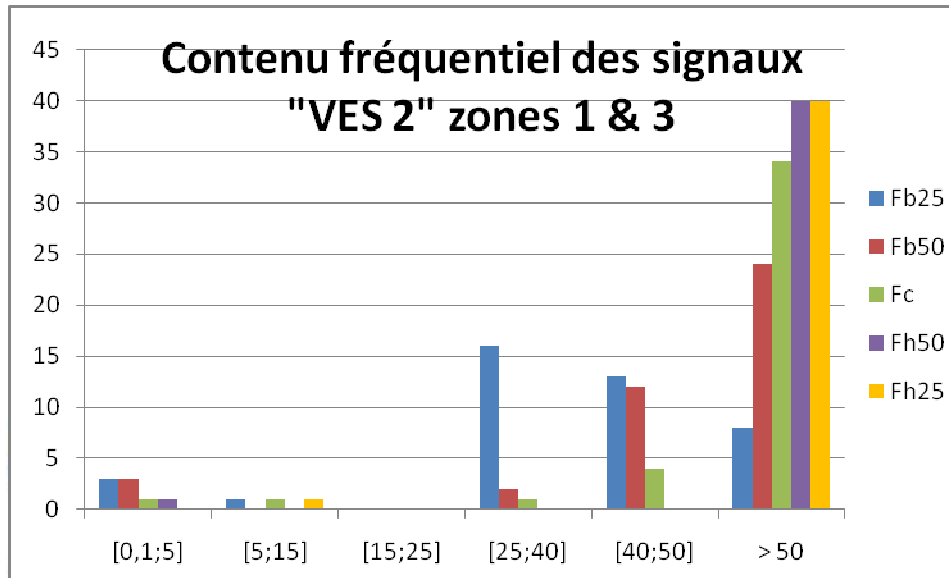
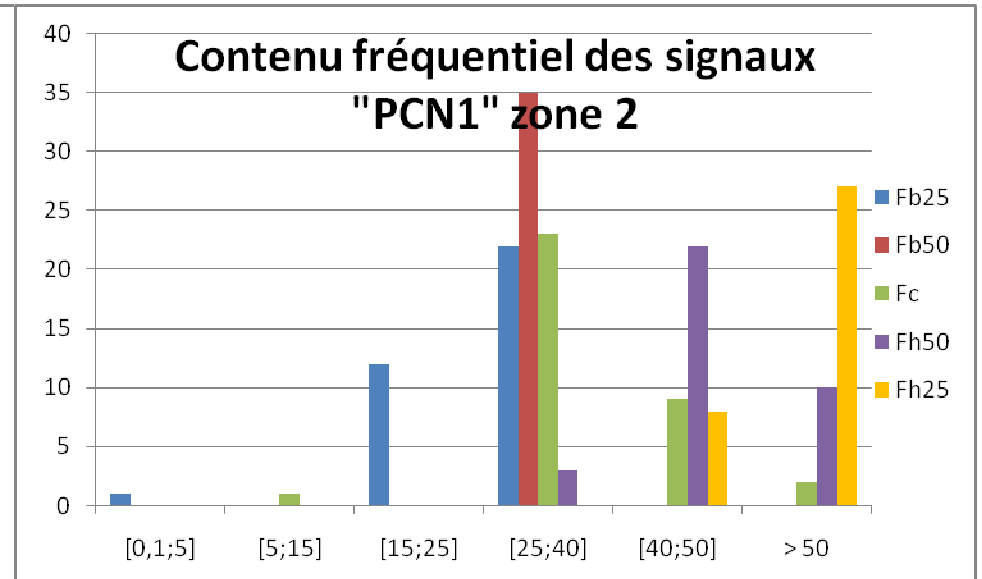
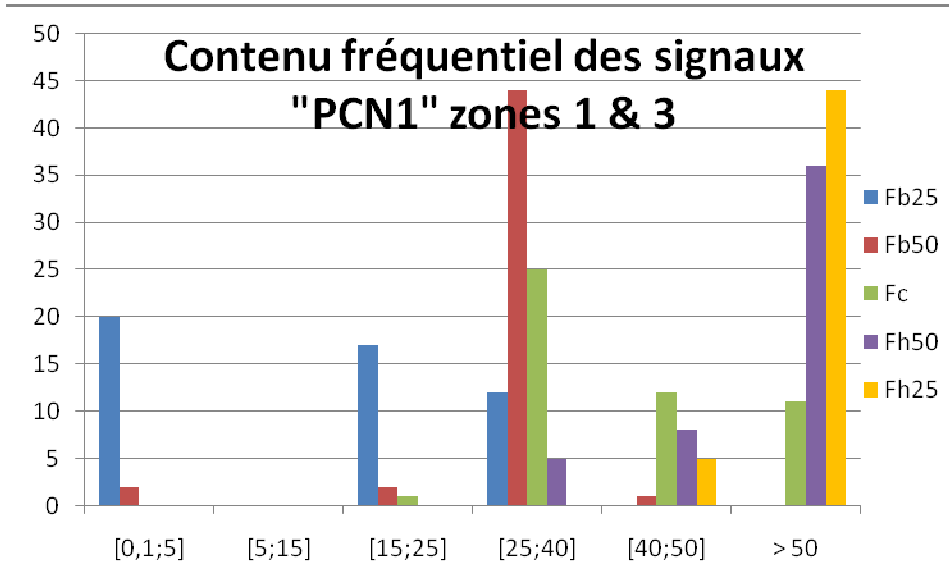
BUR4 géophone	Niveau Brut	Niveau max pondéré (10 mm/s)	Amortissement brut (n)
Zones 1 & 3	5,75 mm/s	3,6 mm/s	1,3
Zone 2	4,3 mm/s	3,2 mm/s	0,75

Conclusion

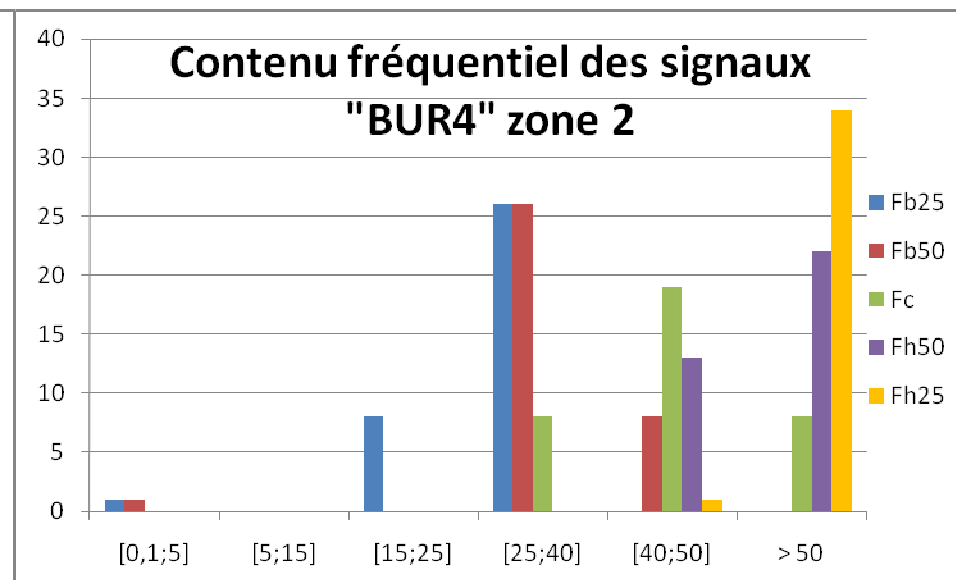
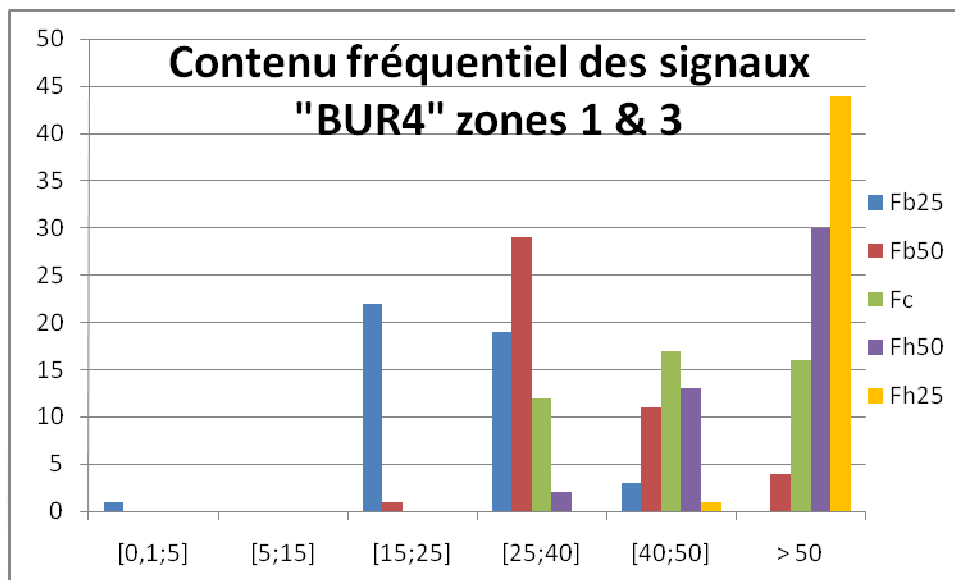
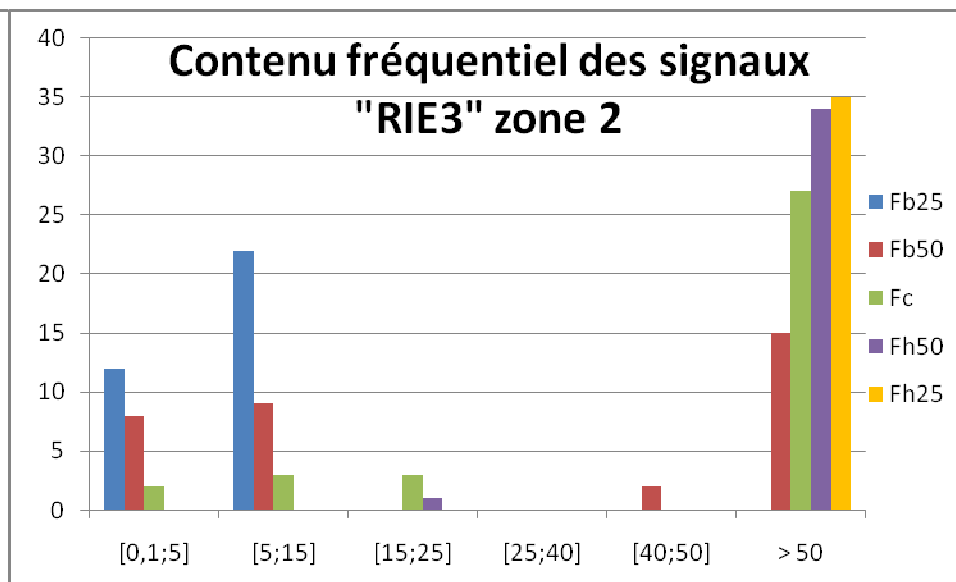
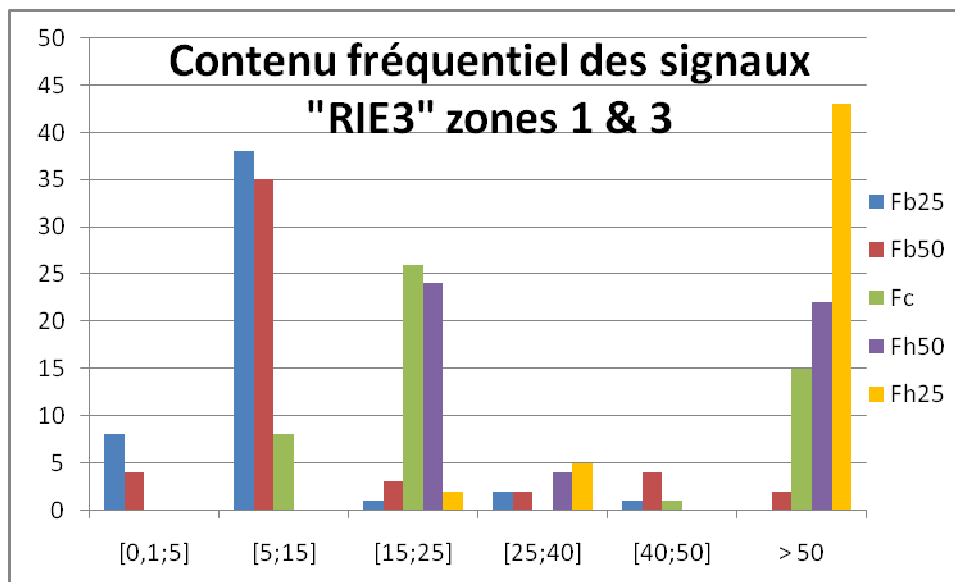
- ▶ Niveaux maximums < seuils limites
- ▶ Niveau maximum indépendant de la zone
- ▶ Amortissement
 - Plus faible et sensibles aux discontinuités « à faible distance » (< 80 m)
 - D'autant plus élevé loin de la zone de tir
 - Indépendant des discontinuités à distance plus élevée



Contenu fréquentiel



Contenu fréquentiel

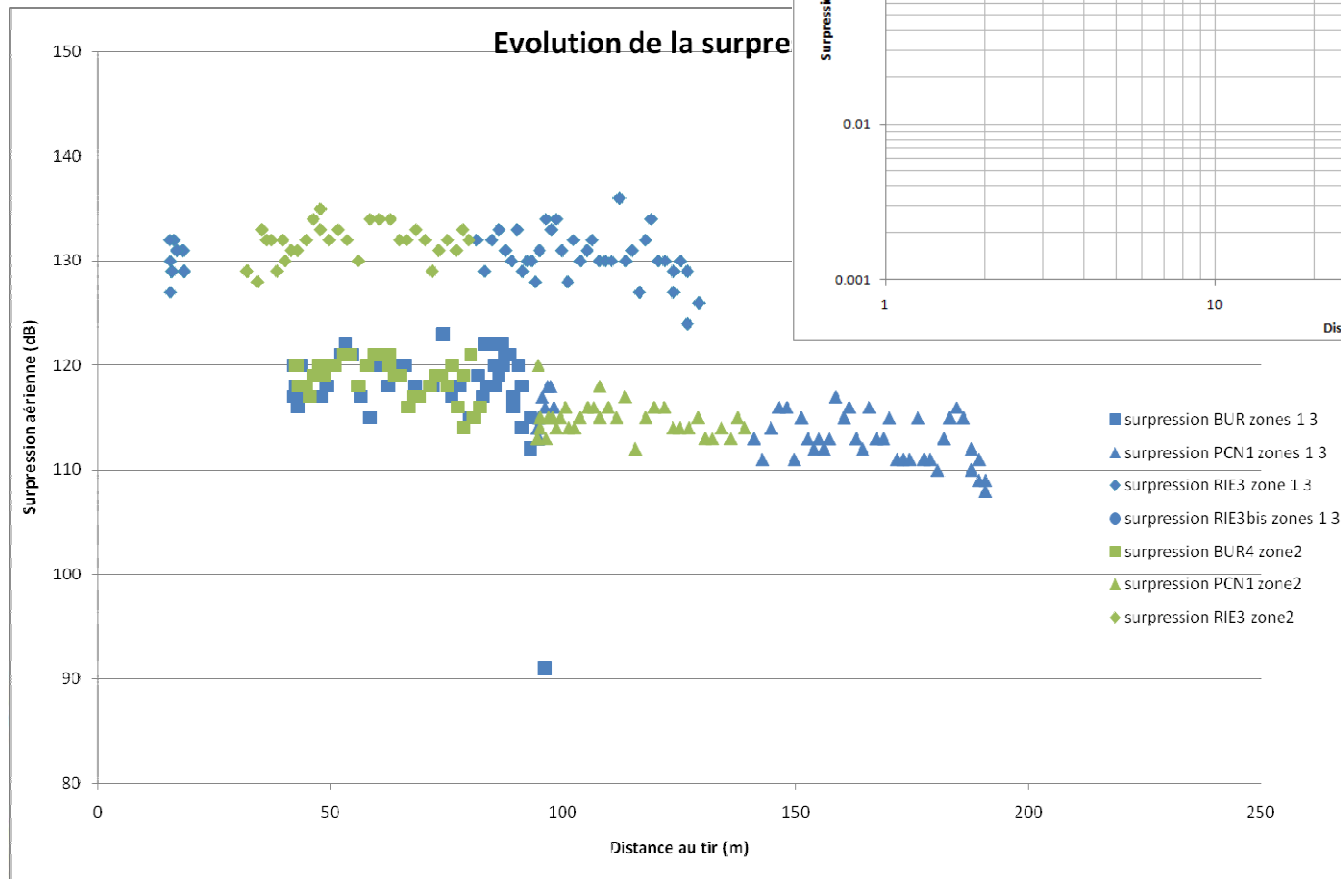
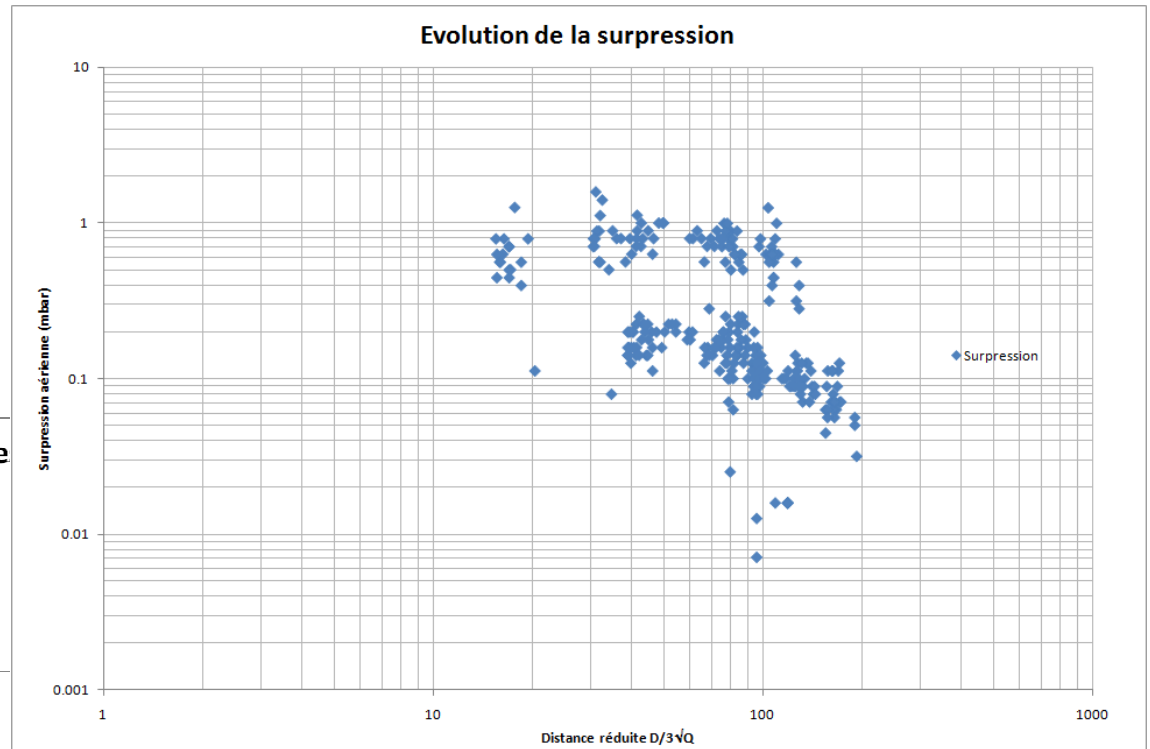


Contenu fréquentiel

- ▶ Spectre de fréquence large
- ▶ Pour 1 capteur à faible distance, existence de basses fréquences
- ▶ A forte distance, les signaux enregistrés sont de haute fréquence
- ▶ Pas de distinction du contenu fréquentiel en travers bancs et en direction.



Surpression aérienne



Surpression

- ▶ Niveau de surpression décroît avec la distance à la zone de tir
- ▶ Totalement indépendant de la fracturation (mais on pouvait s'y attendre !)



15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l'Énergie Explosive
GFEE

Difficultés rencontrées

- dépassement seuils vibrations => adaptation du plan de tir
- Seuil de vibrations : proposition de modification
- Éboulements aux PM 210 et PM 256 liés à combinaison discontinuités => renforcement du soutènement



15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l'Énergie Explosive
GFEE

Flamanville – Construction EPR

- ▶ 3 chantiers entre 2006 et 2009
 - Plate forme : 300 000 m³, 271 tirs
 - Puits : ϕ 5,50 m, 110 m de profondeur : 42 tirs
 - Galeries tunnelier :
7m de haut, 43 m : 15 tirs



Terrassements Plate forme

- ▶ 300 000 m³ entre octobre 2006 et septembre 2007
- ▶ 271 tirs
- ▶ Seuils très contraignants
- ▶ 22 capteurs sur tranche 2 en exploitation
+ capteur mobiles





Terrassements Plate forme



Puits à terre

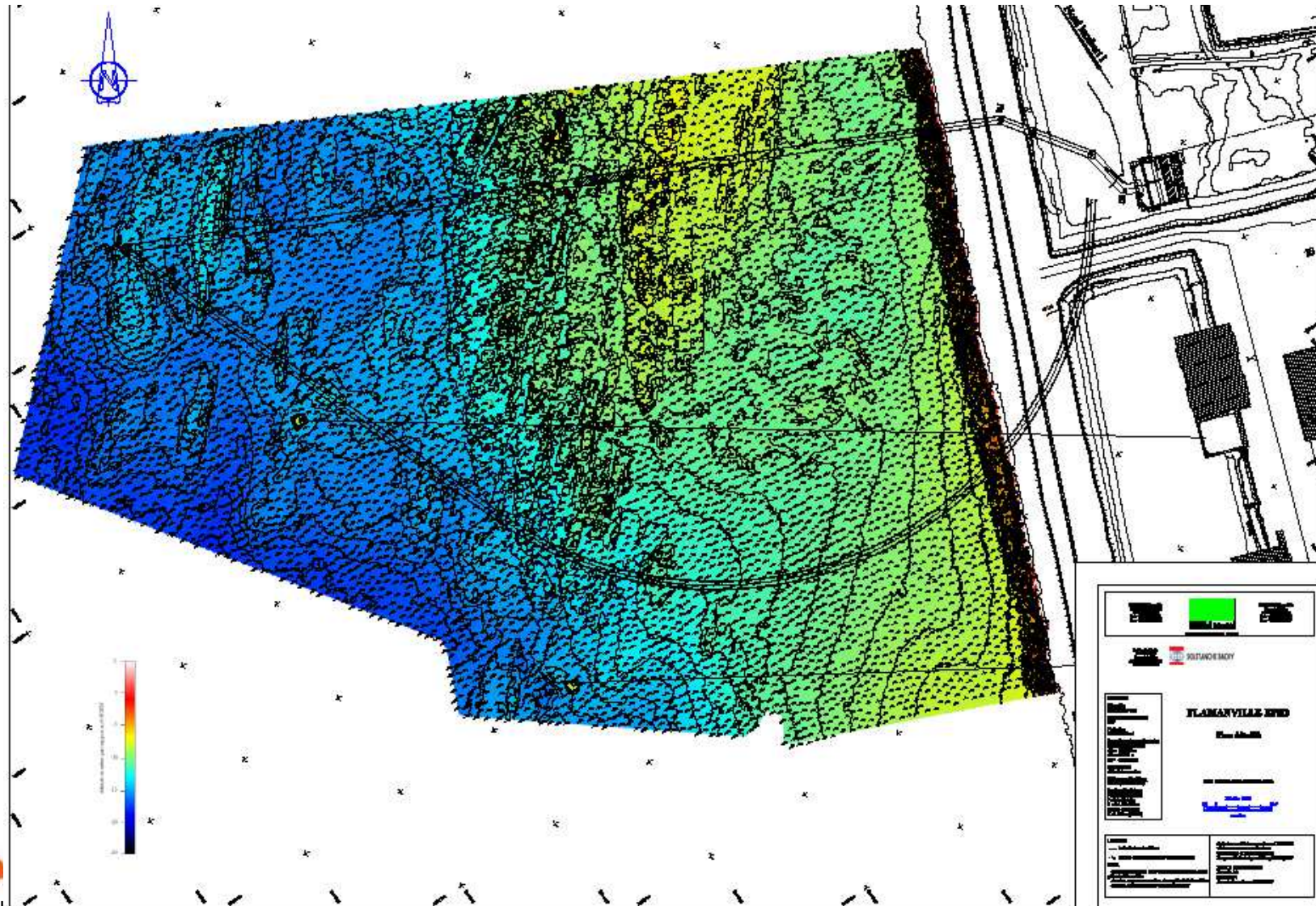
- ▶ Diamètre foration : 5,50 m
- ▶ Profondeur : 110 m
- ▶ Distance tranche 2 : 130 m



Puits – galerie



Changement de tracé



Galleries recul – démarrage

- ▶ 15 tirs
 - 3 réalésage du puits (10 m diamètre)
 - 12 galeries
 - 7 m de haut de large en fer à cheval
 - 13 m démarrage, 32 m recul



15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l'Énergie Explosive
GFEE

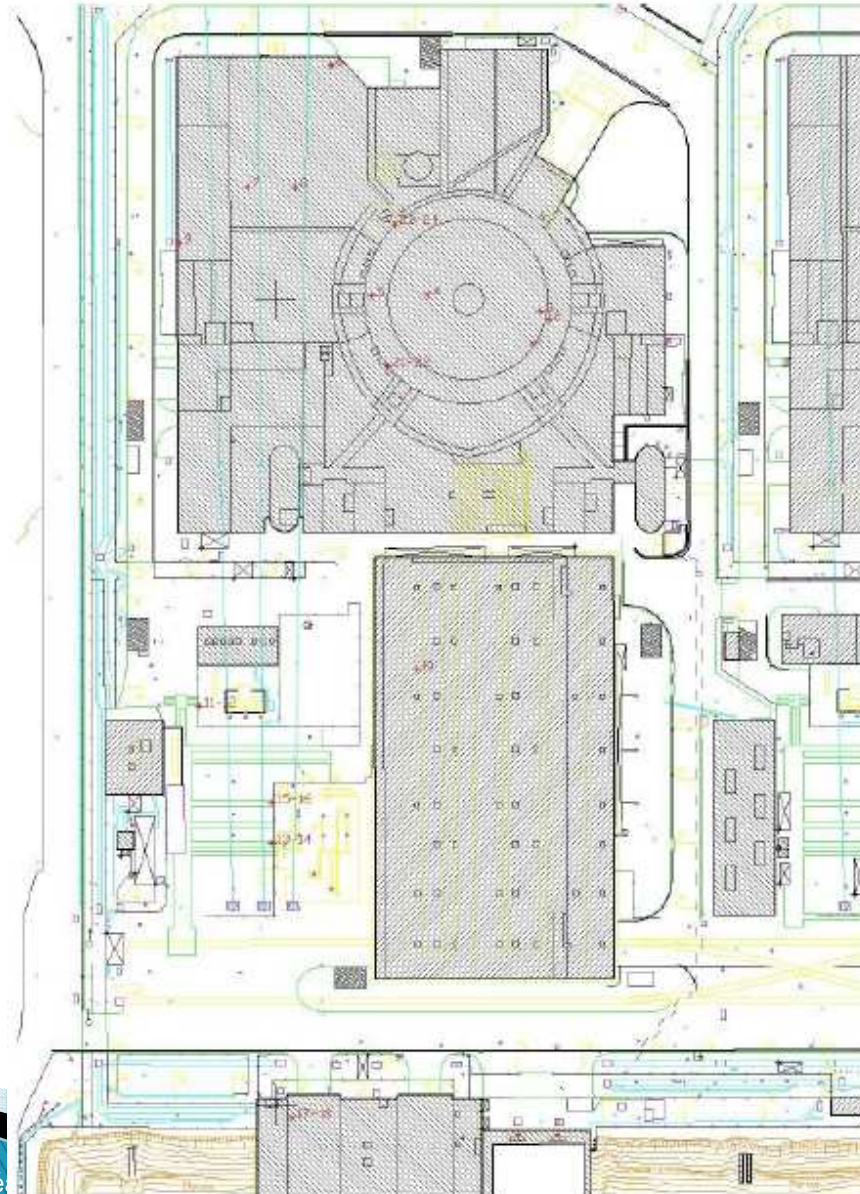


Plans de tir

- ▶ Plate forme
 - CUI : 0,64 à 20,40 kg
 - Distance capteurs : 32 à 370 m
 - Détonateurs électroniques
- ▶ Galeries
 - CUI : 0,75 à 3,75 kg
 - Distance capteurs : 14 à 346 m
 - Charge spécifique : 0,74 à 1,74 kg/m³
 - Détonateurs électroniques



Implantation des capteurs

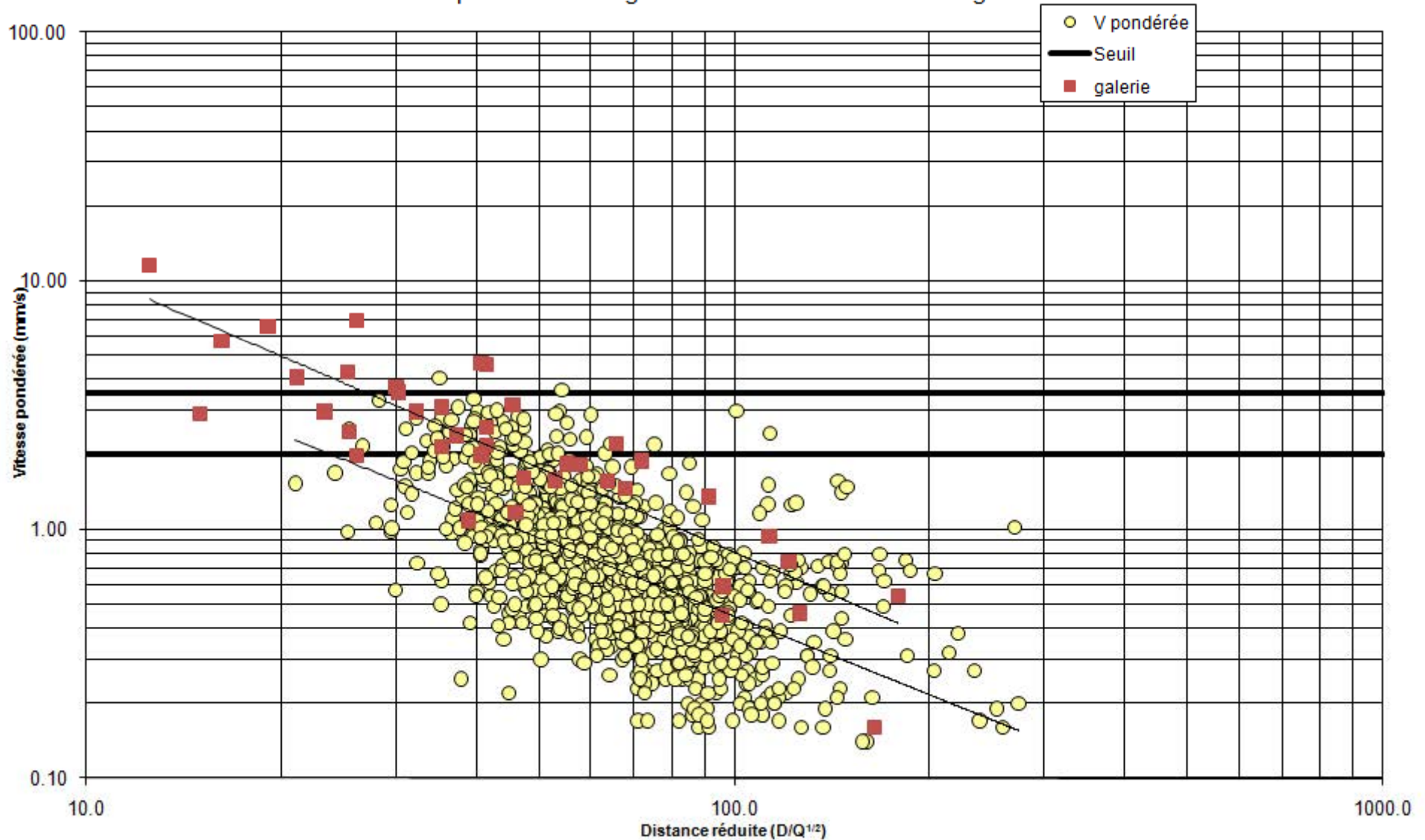


15 mars 2012 - Sé

roupe Français de l' | **E**nergie
GFEE | xplosive

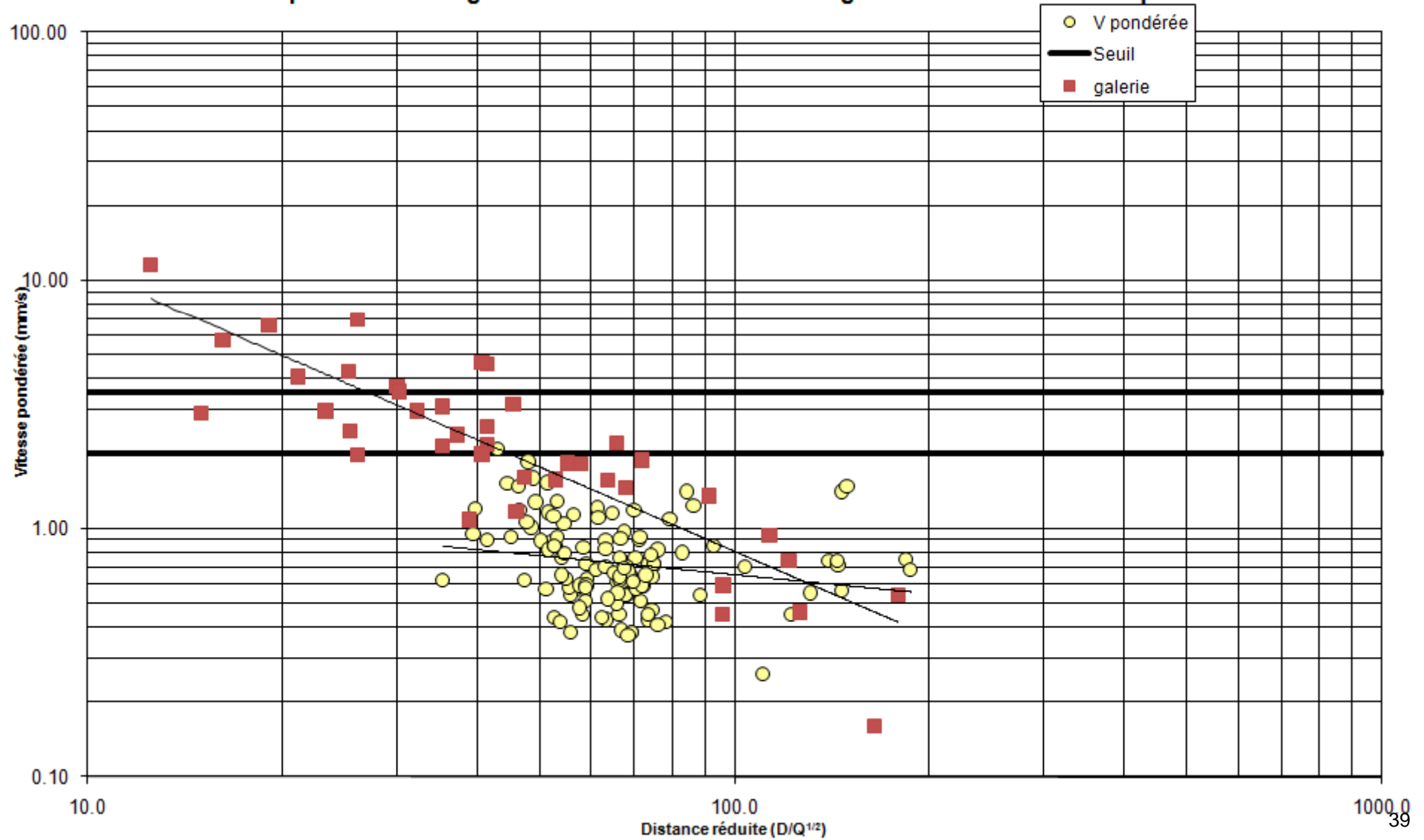
Tous les tirs

Vitesses pondérées enregistrées lors des tirs de PF et de galeries



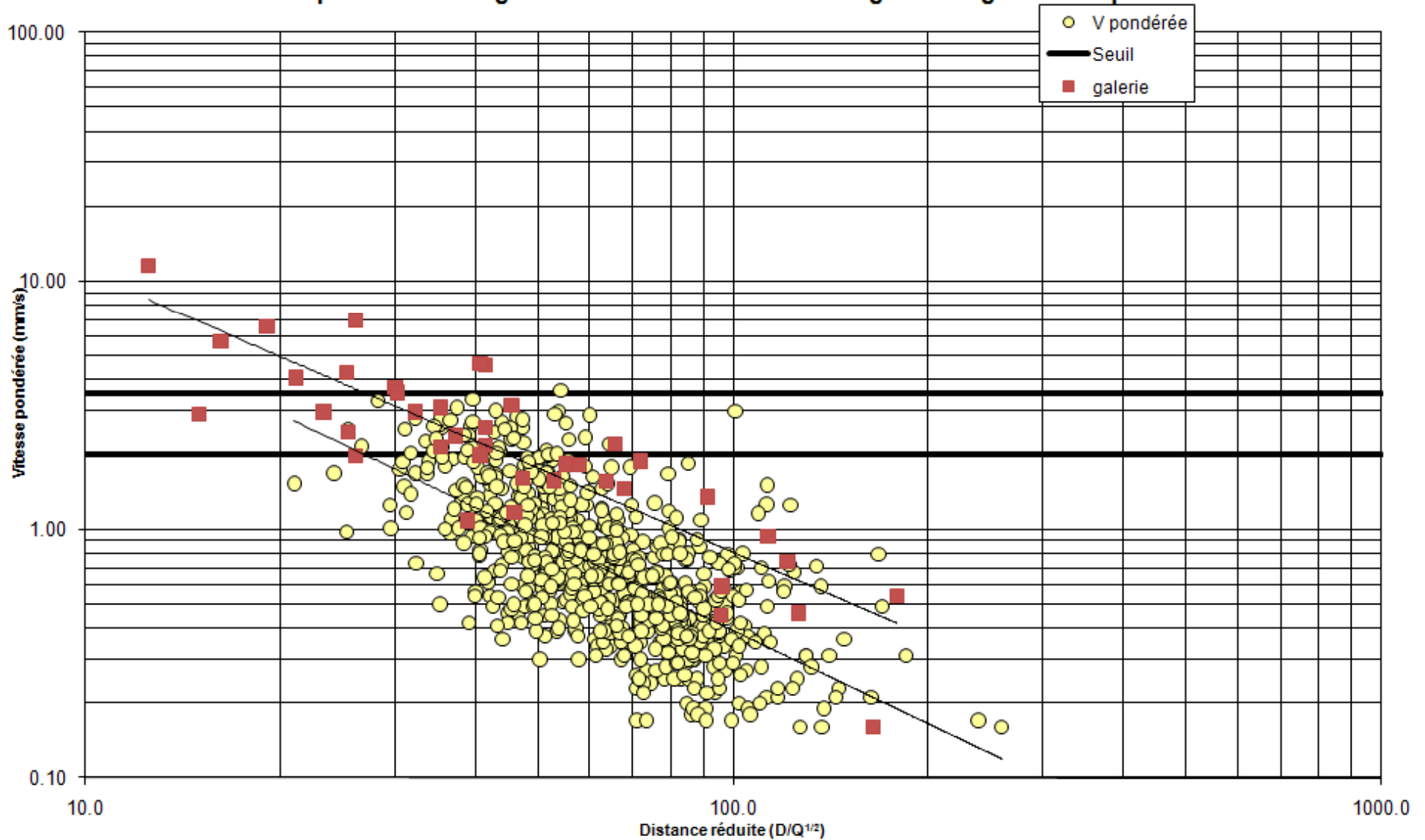
Cornéennes

Vitesses pondérées enregistrées lors des tirs de PF et de galeries - Cornéennes uniquement

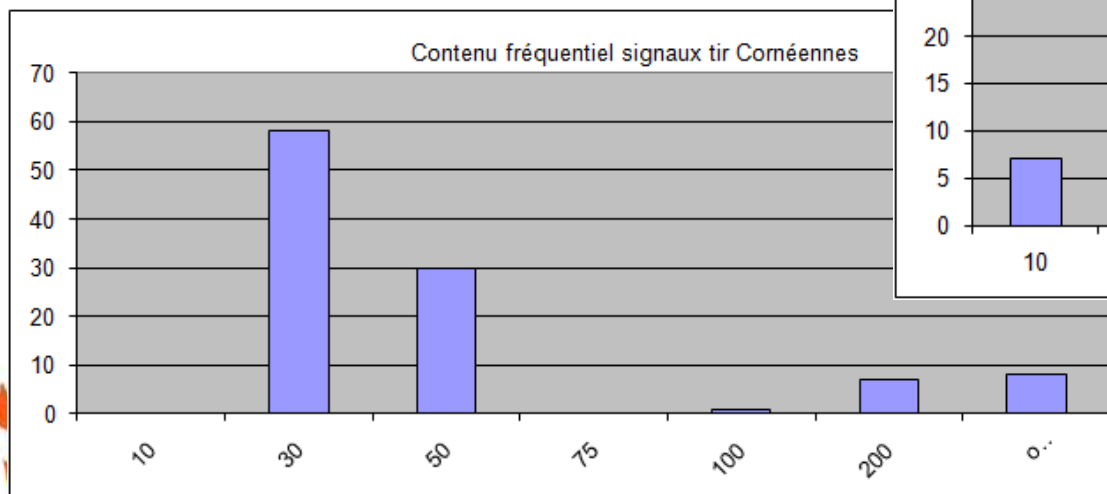
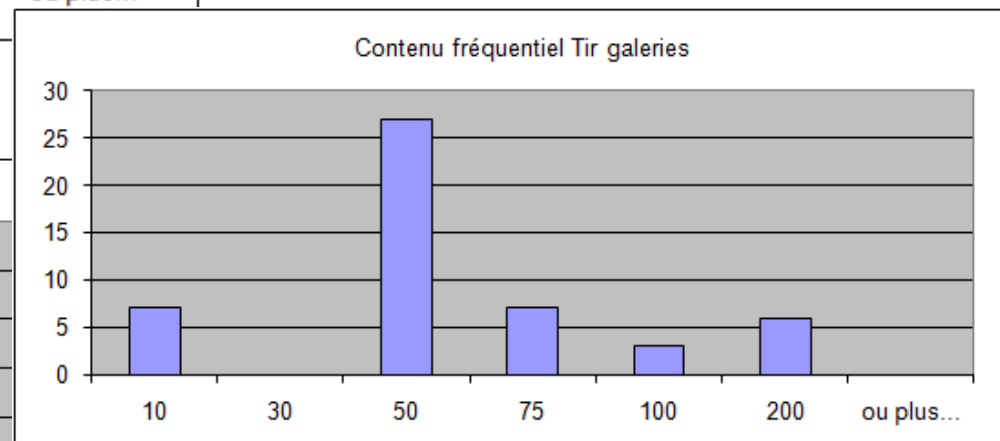
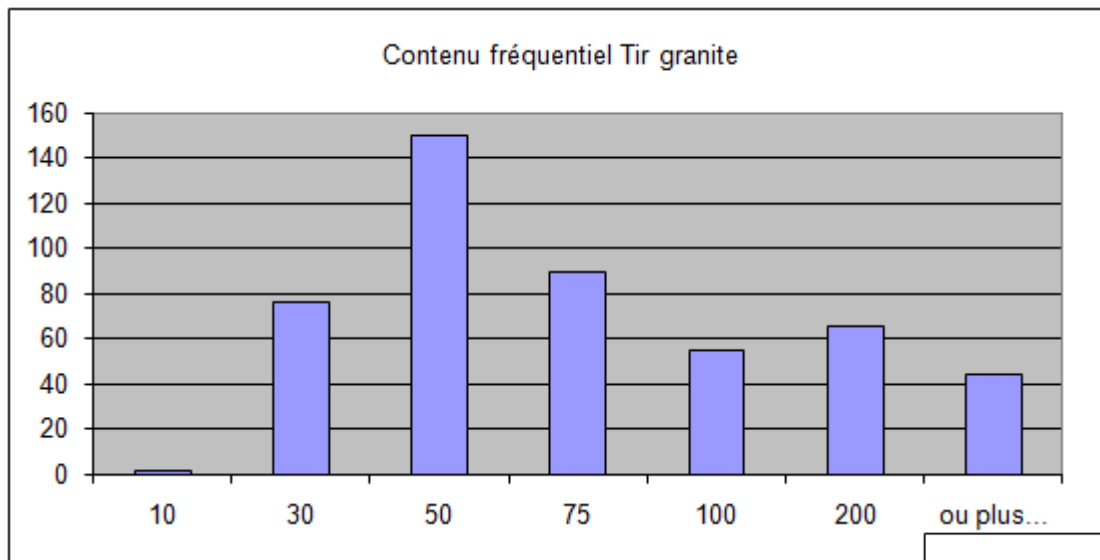


Granite

Vitesses pondérées enregistrées lors des tirs de PF et de galeries - granite uniquement



Fréquences dominantes



Conclusions

- ▶ Amortissement plus important en souterrain
- ▶ Contenu fréquentiel relativement identique



15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l' | E nergie
GFEE | x plosive

Merci.



15 mars 2012 - Séance Technique



Groupe Français de l' | **E**nergie
GFEE | xplosive