Application de l'équation d'onde ajustée à l'optimisation des critères d'acceptation de pieux battus

Dr An-Ninh TA
Cathie Associates, France

Martin Hammann
G-Octopus, France

Plan

Introduction

Critère d'acceptation de pieux

Long projet linéaire: La jetée d'Arzew en Algérie

Méthodologie: Ajuster les paramètres dynamiques de sols

Evolution de la capacité de pieu avec le temps

Conclusions

Procédure de dimensionnement des Pieux

Au bureau
Avant opération

Capacité requise du pieu

Dimensionnement des pieux / paramètres de sols

Fiche de pieu (m)

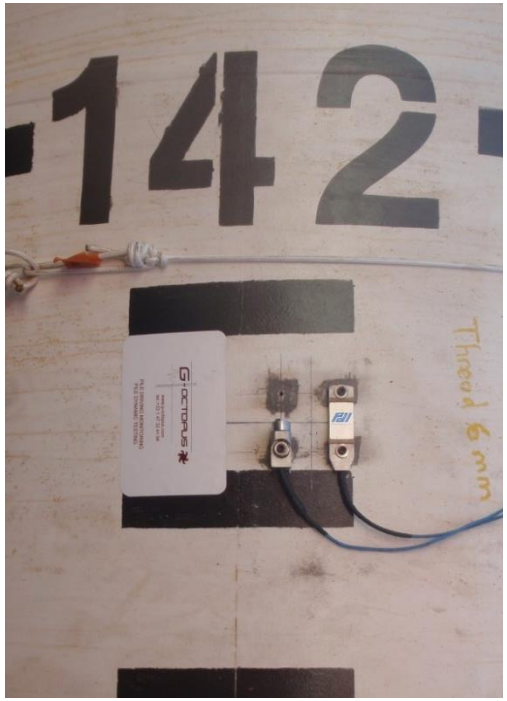
Sur site
Pendant opération

Etablir la capacité du pieu

Analyse Ajustée

Parametères de Battage (énergie /N° de coups)

Acquisition des données de battage - PDA

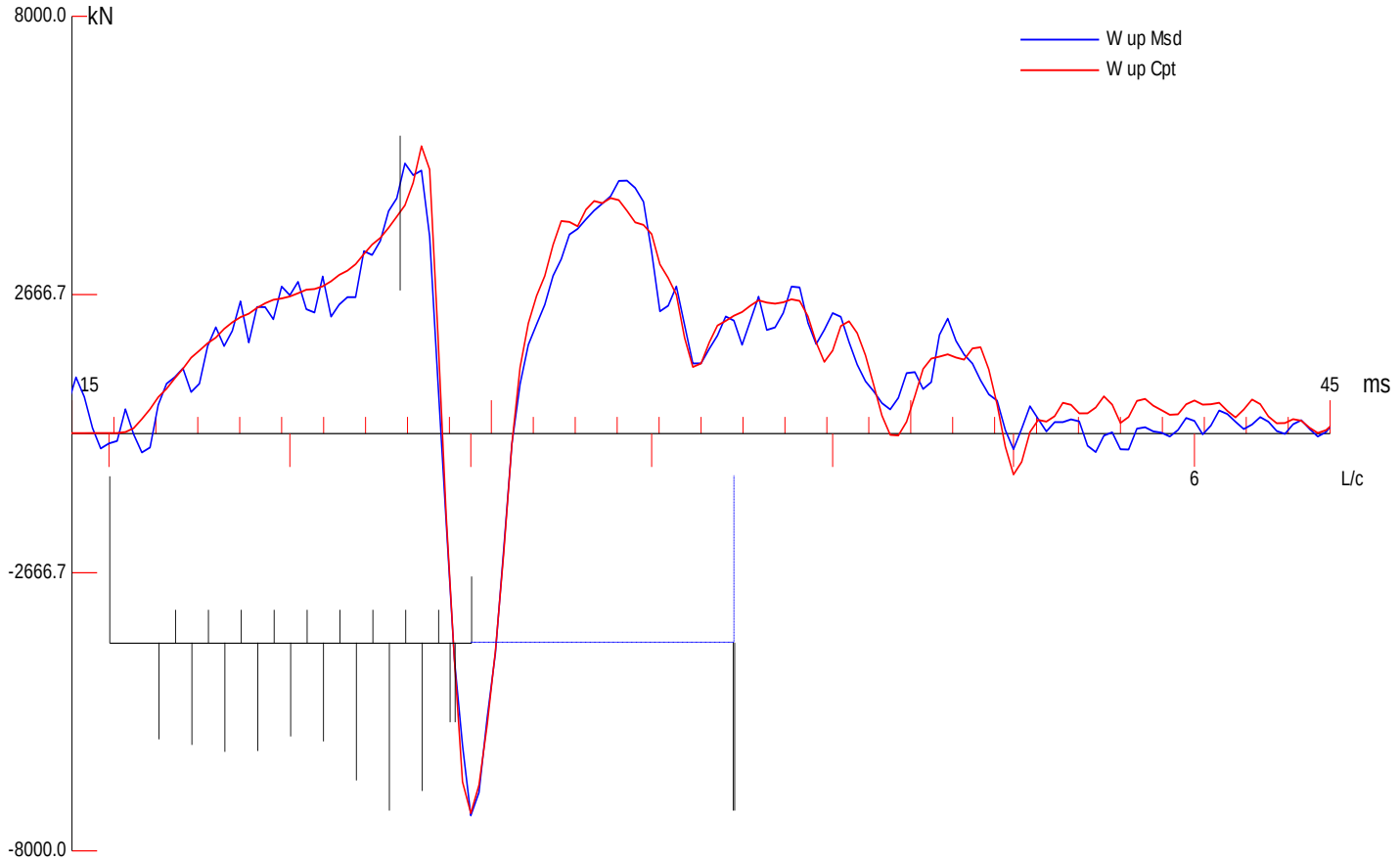


- Vélocité & Force
- Contrainte
- Fonctionnement du marteau
- Energie transmise
- Capacité du pieu

Battage de pieux en mer

CATHIE ASSOCIATES

“Calage de signal” – logiciel CAPWAP

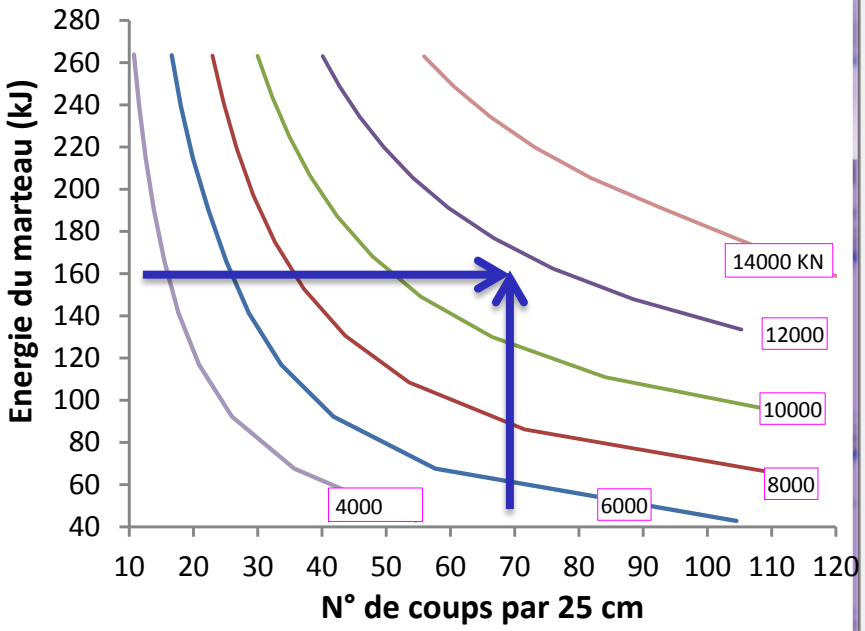


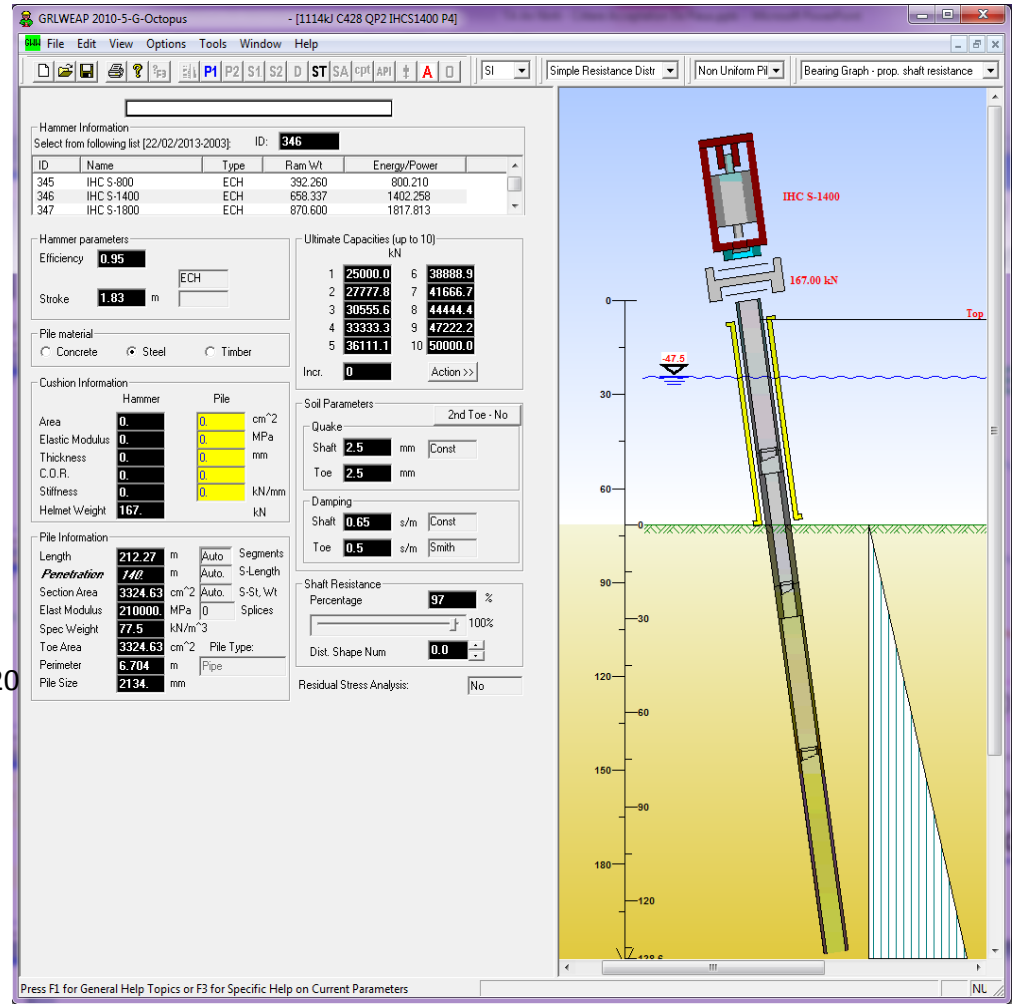
+ Méthode recommandée par Eurocode 7
+ Méthode la plus fiable: Essais de chargement dynamique de pieu
- 1ingénieur confirmé / jour / analyse

Jetée et plateforme d'Arzew

Projet linéaire: 260m plateforme & 1180m jetée
300 pieux 1.5m OD x 1in WT, Menck MHU 270T – 300kJ
Temps & Coût - Critère d'arrêt: pénétration ou blow count/énergie?

Critère d'acceptation de pieux en assumant les paramètres dynamiques de sols - GRLWEAP



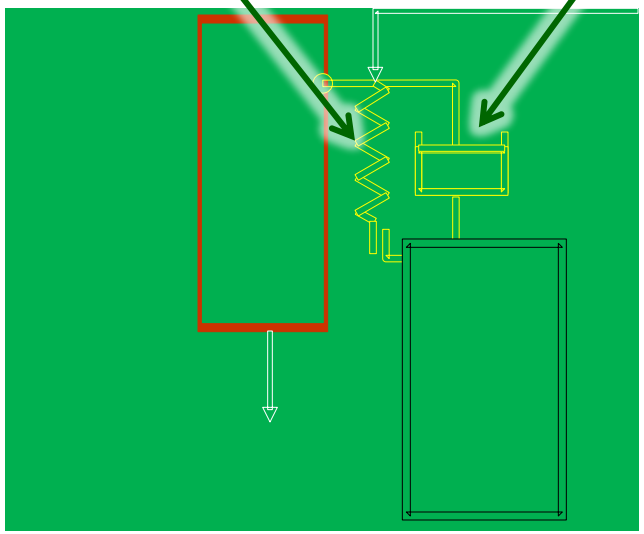


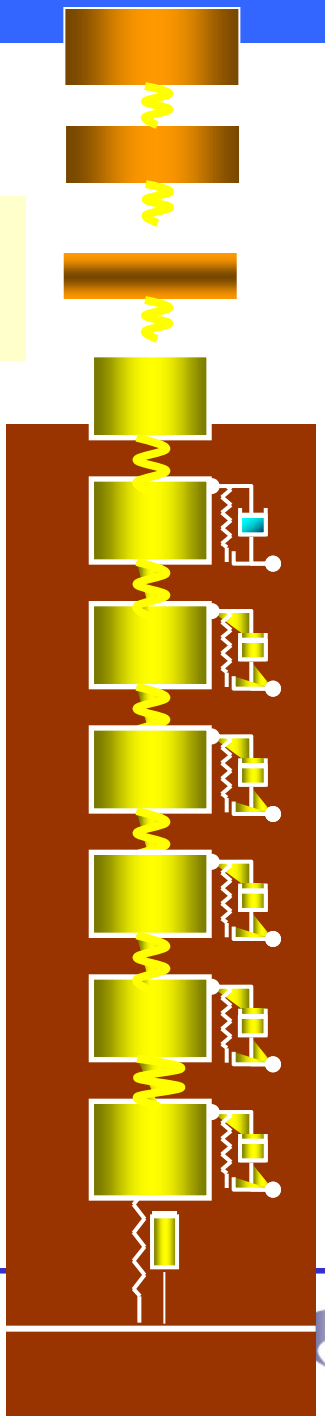
CATHIE ASSOCIATES

Modélisation des Equations d'Onde

Résistance statique

Résistance dynamique (amortissement)





Marteau

Système de battage

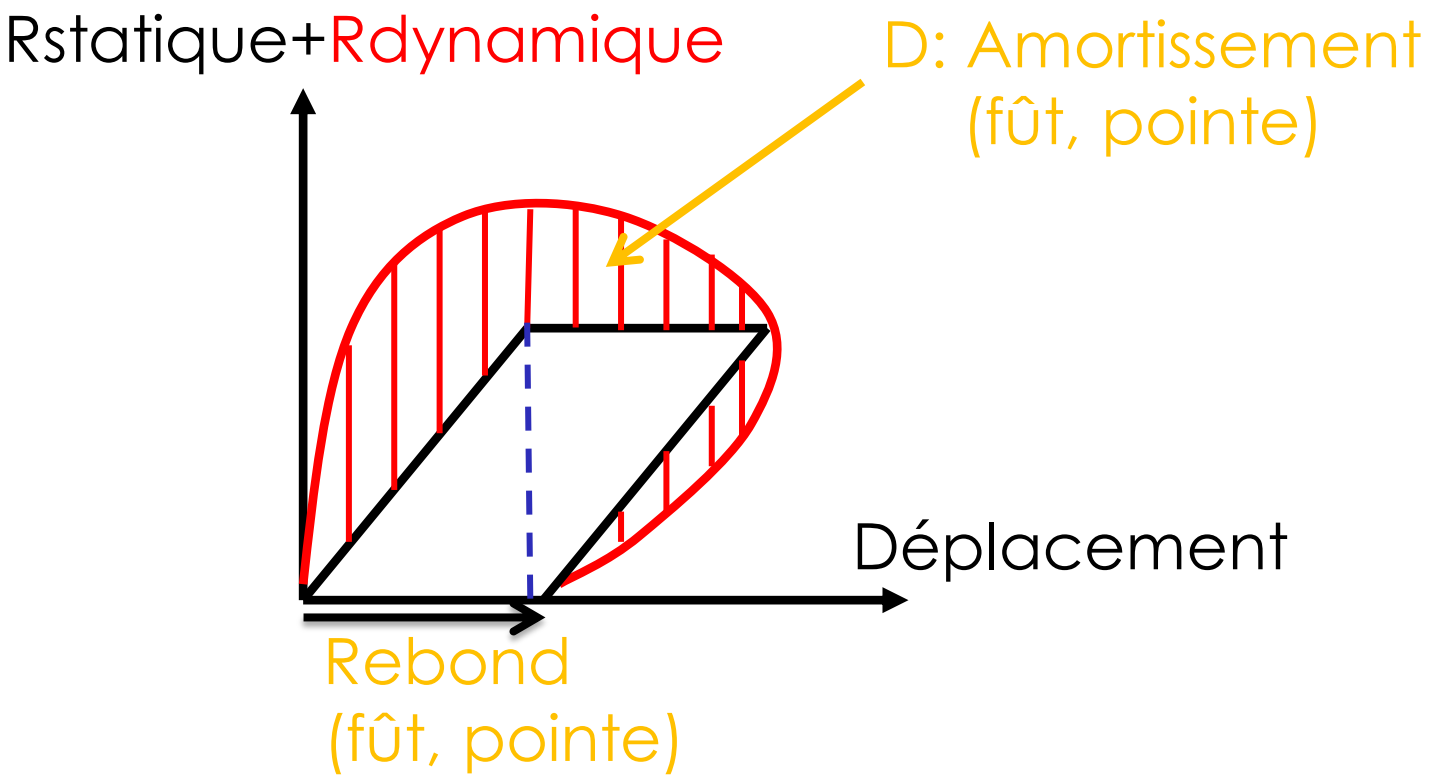
Pieu

Interface sol-pieu

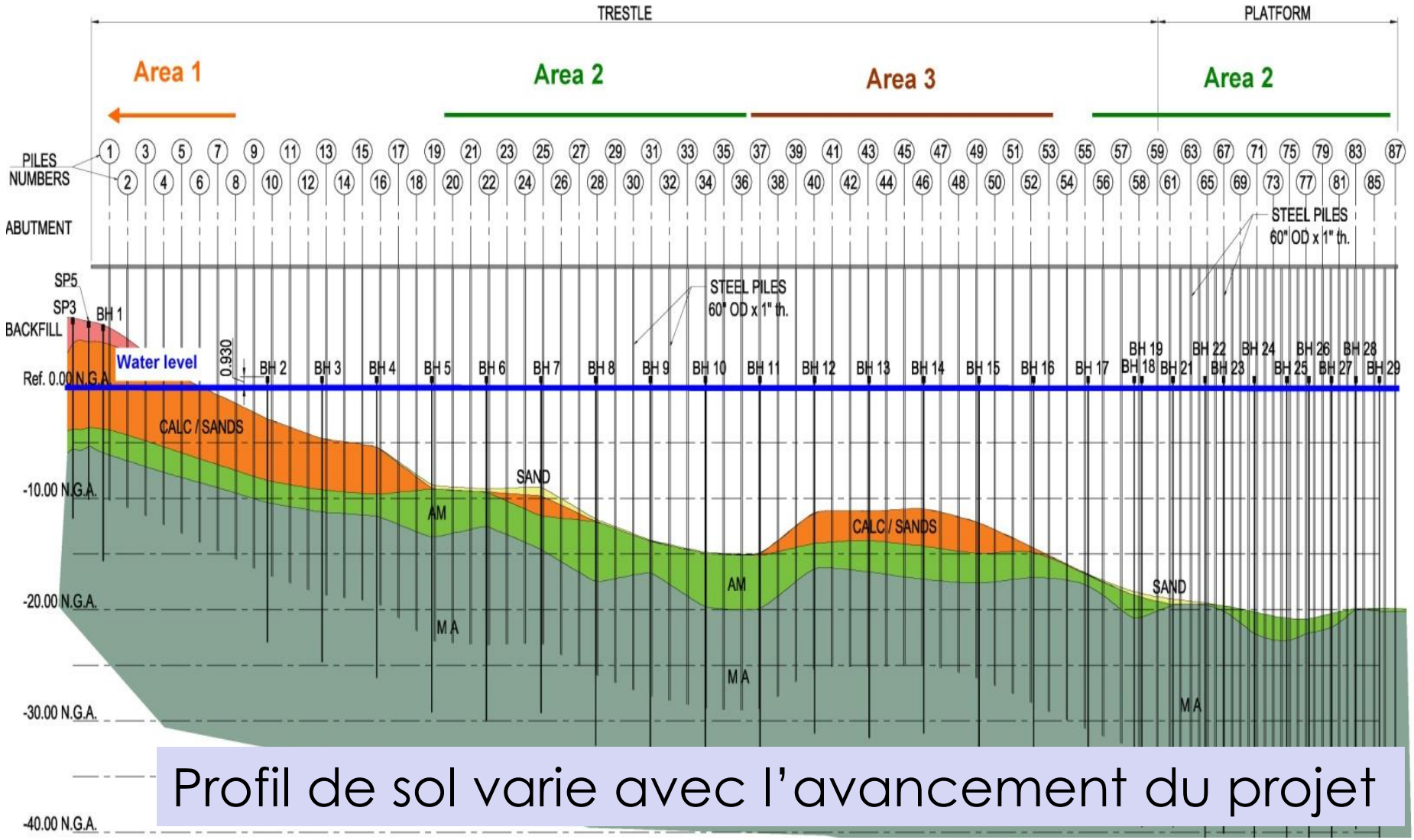
Résistance du Sol au Battage (RSB – SRD)

Smith:

$$R_{totale} = R_{statique} + D_s.v.R_s$$



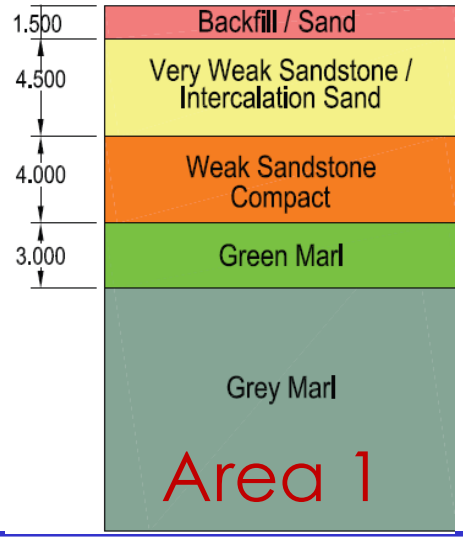
Projet linéaire: Jetée d'Arzew en Algérie

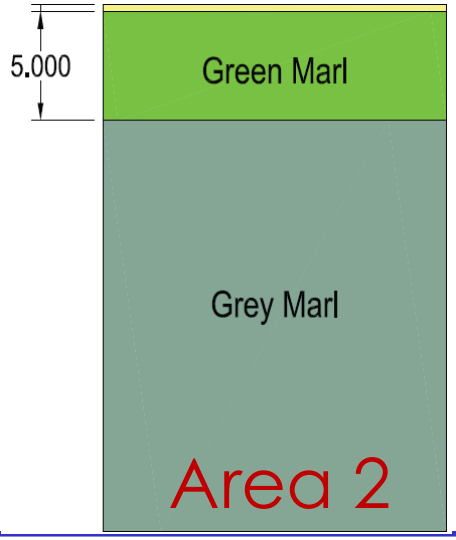


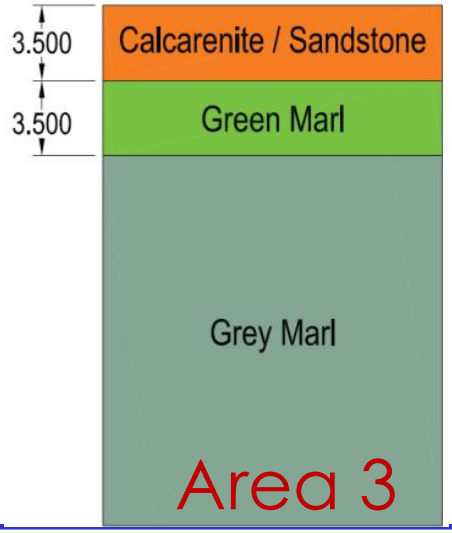
Profil de sol varie avec l'avancement du projet

Arzew: Jetée & Plateforme – 3 profils de sol

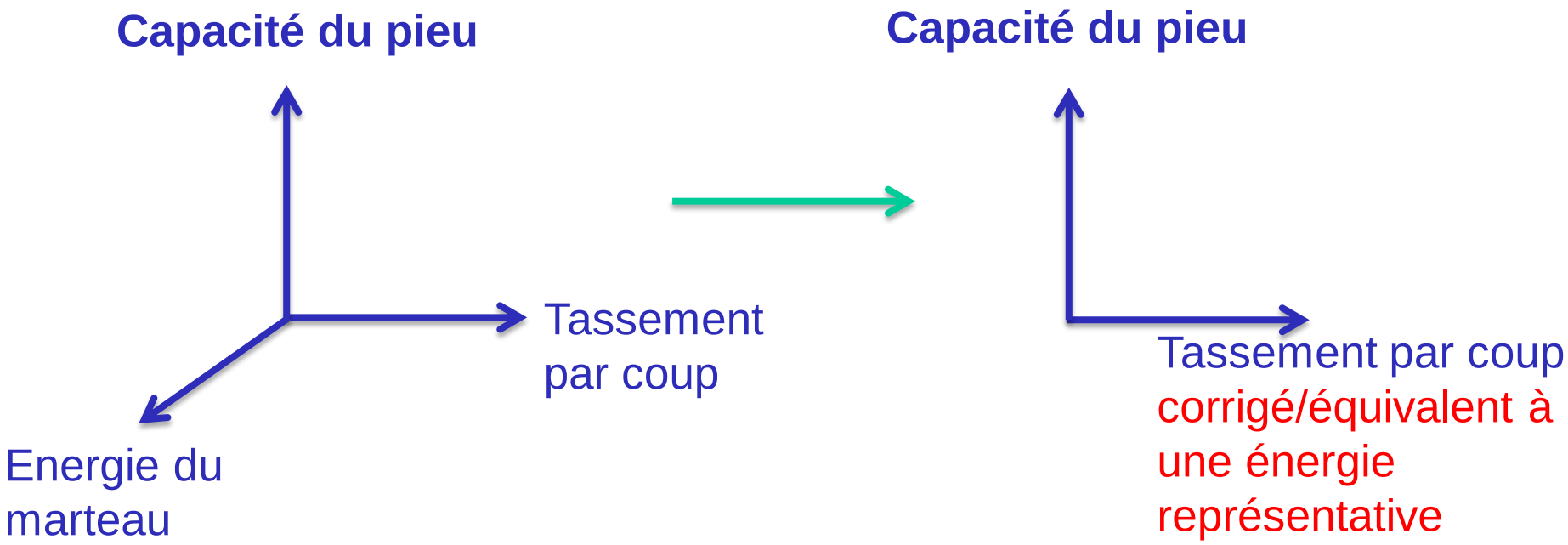
N°	Sol	γ'	C_u	ϕ'	R_c	
		kN/m^3	kPa	°	MPa	
1	Sand	8.0	-	20	-	
2	Sandstone/ Calcarenite	11-12	-	25-30	2.5 - 6.0	
3.1	Green Marl	9.5	100 - 220	-	-	
3.2	Grey Marl	10-11.5	220- 525	-	-	



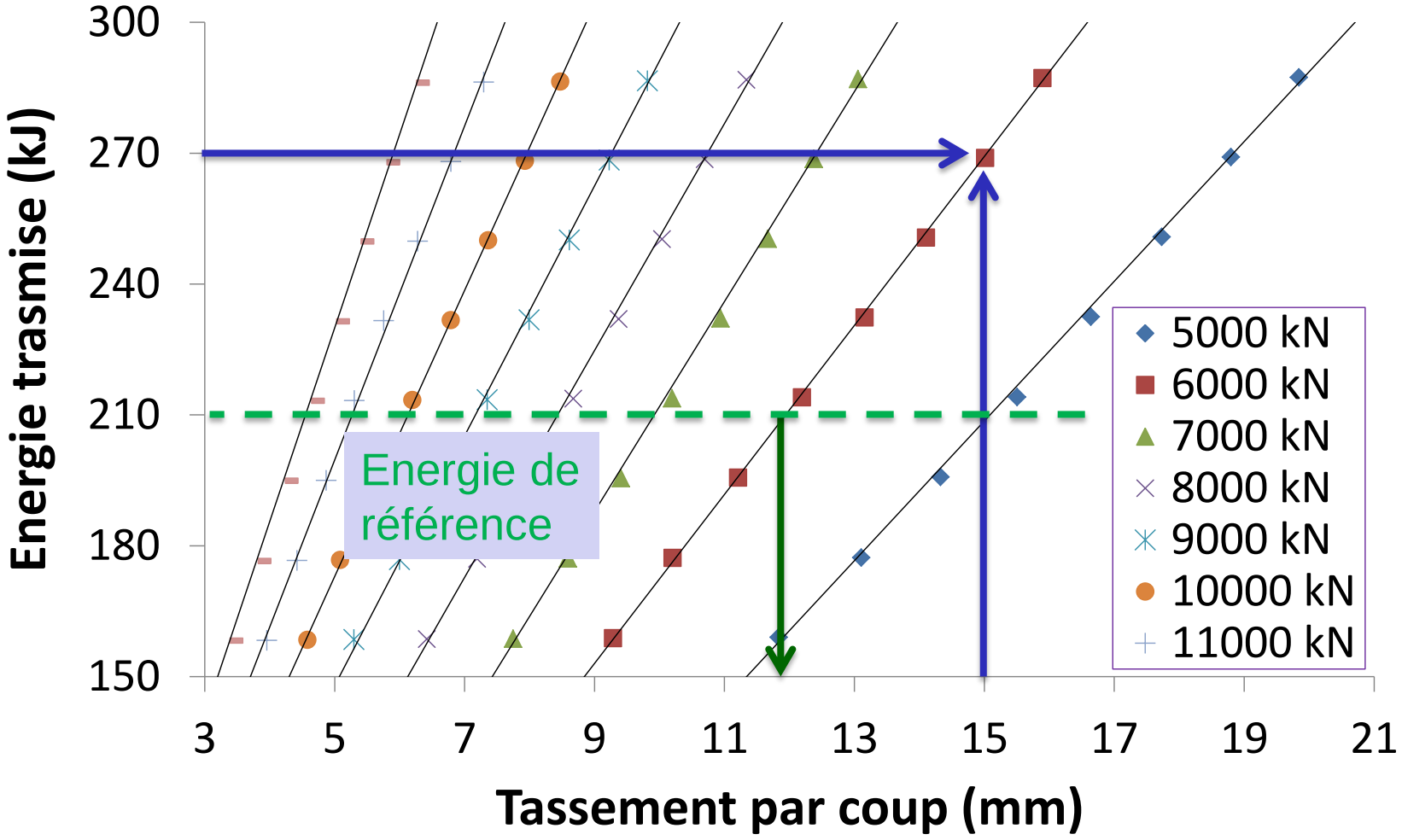




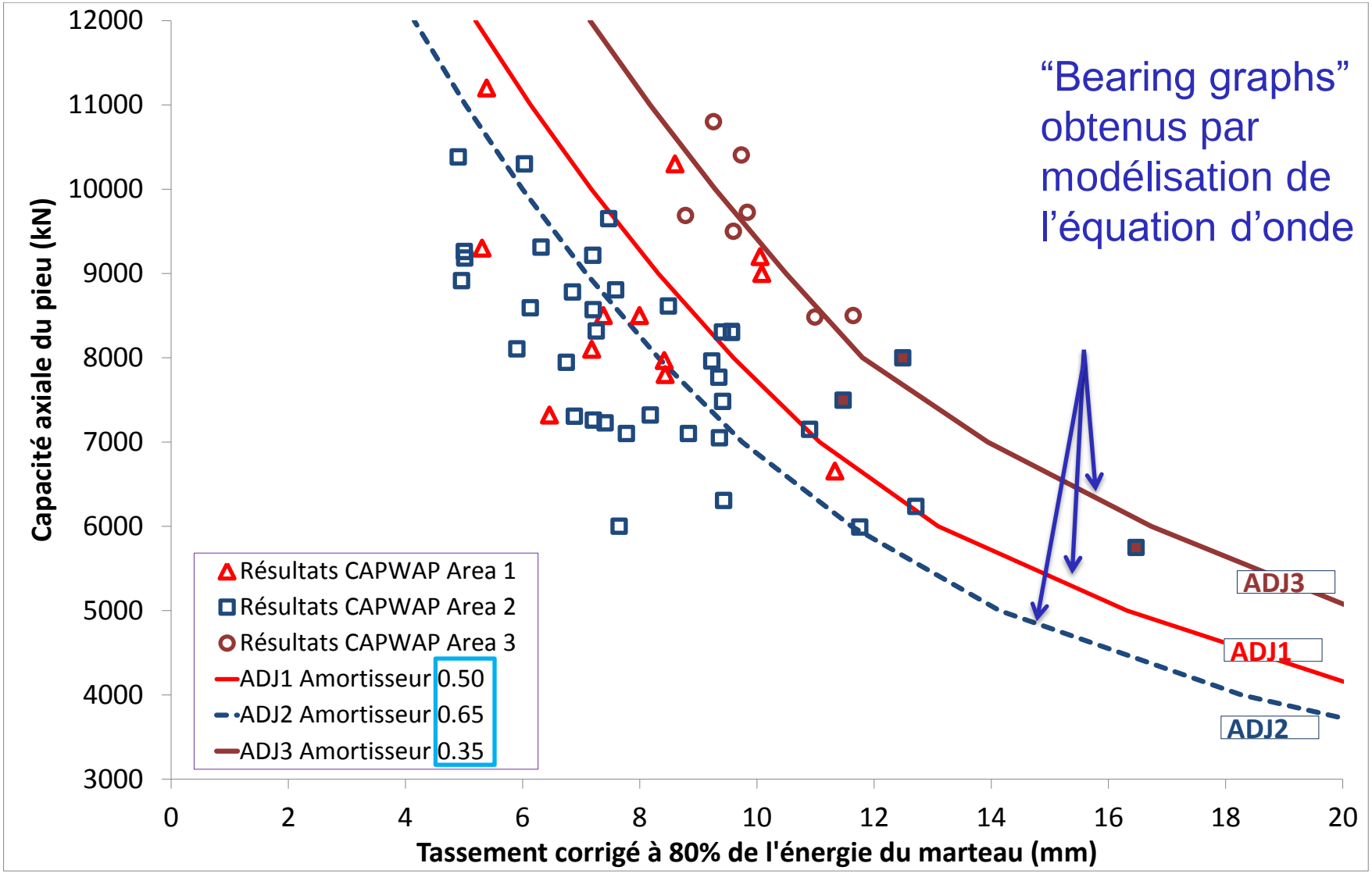
Energie représentative ou moyenne



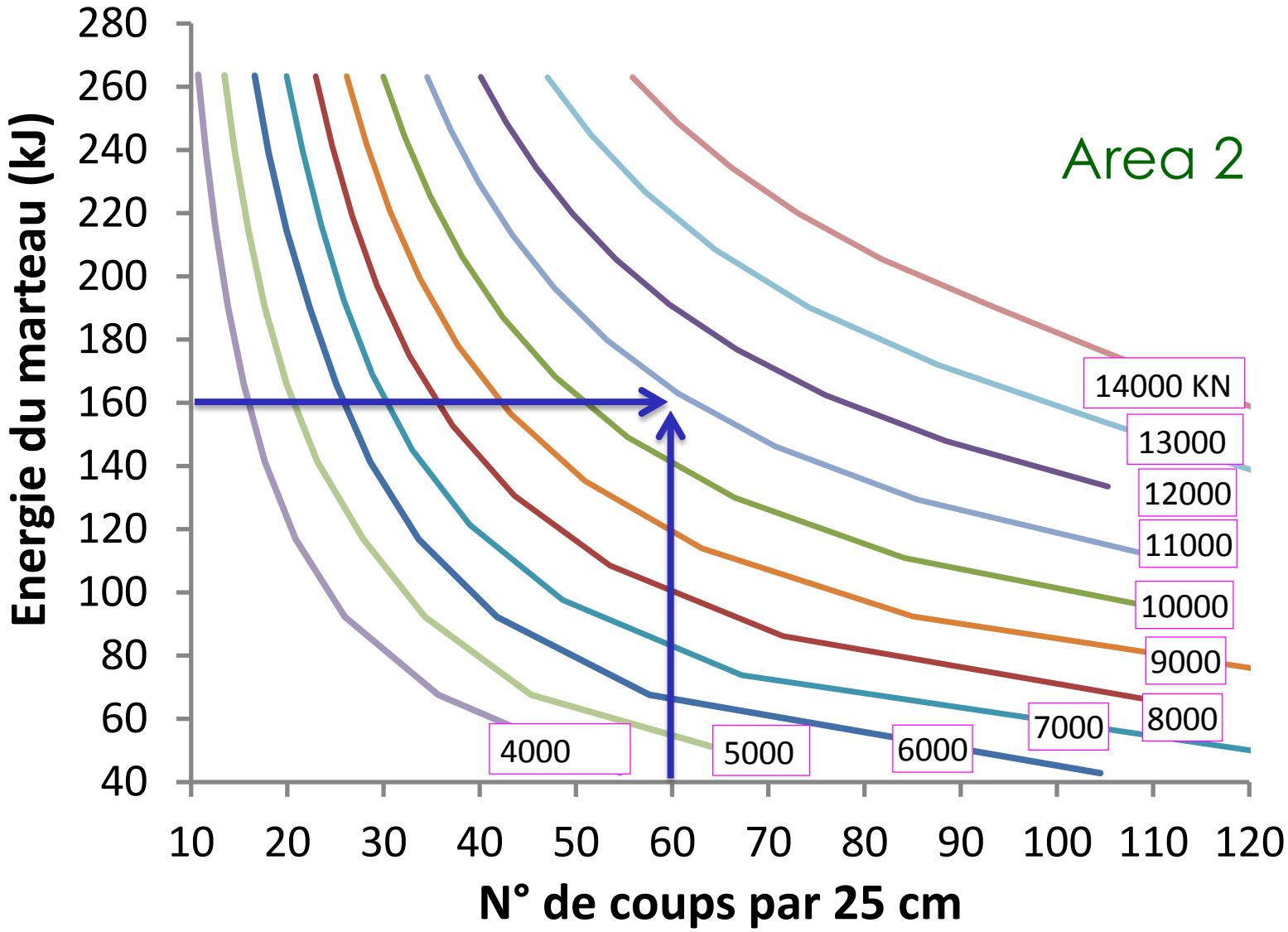
Linéarité entre énergie transmise et le SET obtenue par modélisation numérique (WEAP)



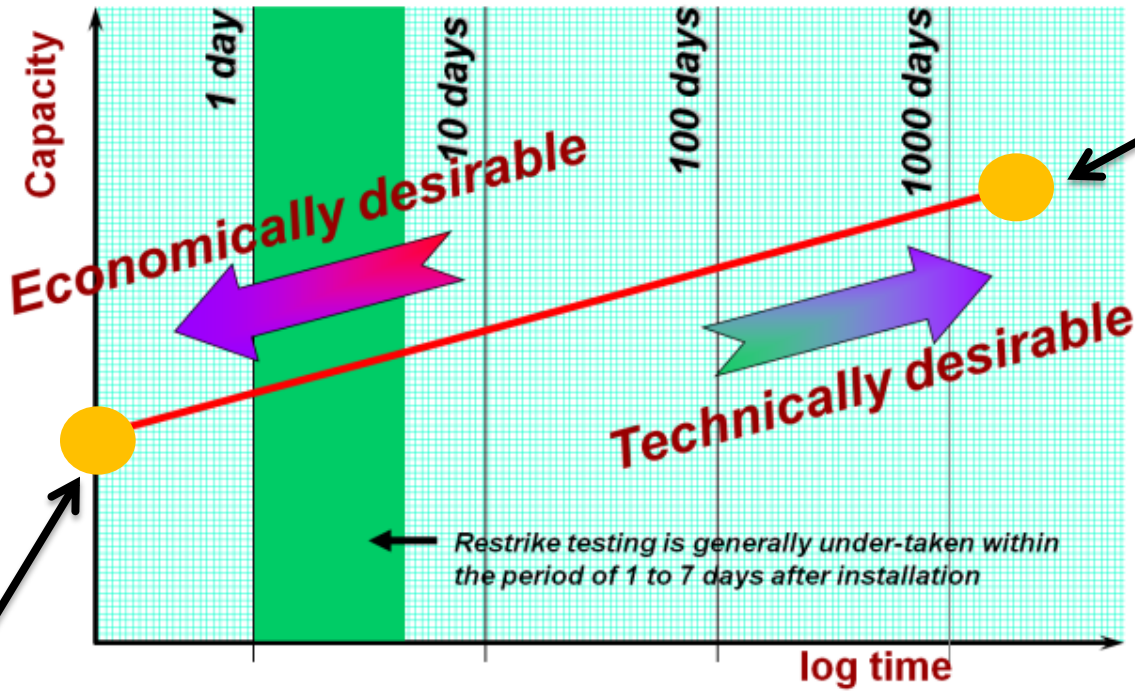
Résultats de CAPWAP Vs Modélisation numérique



Critère ajusté d'acceptation de pieux - Jetée d'Arzew



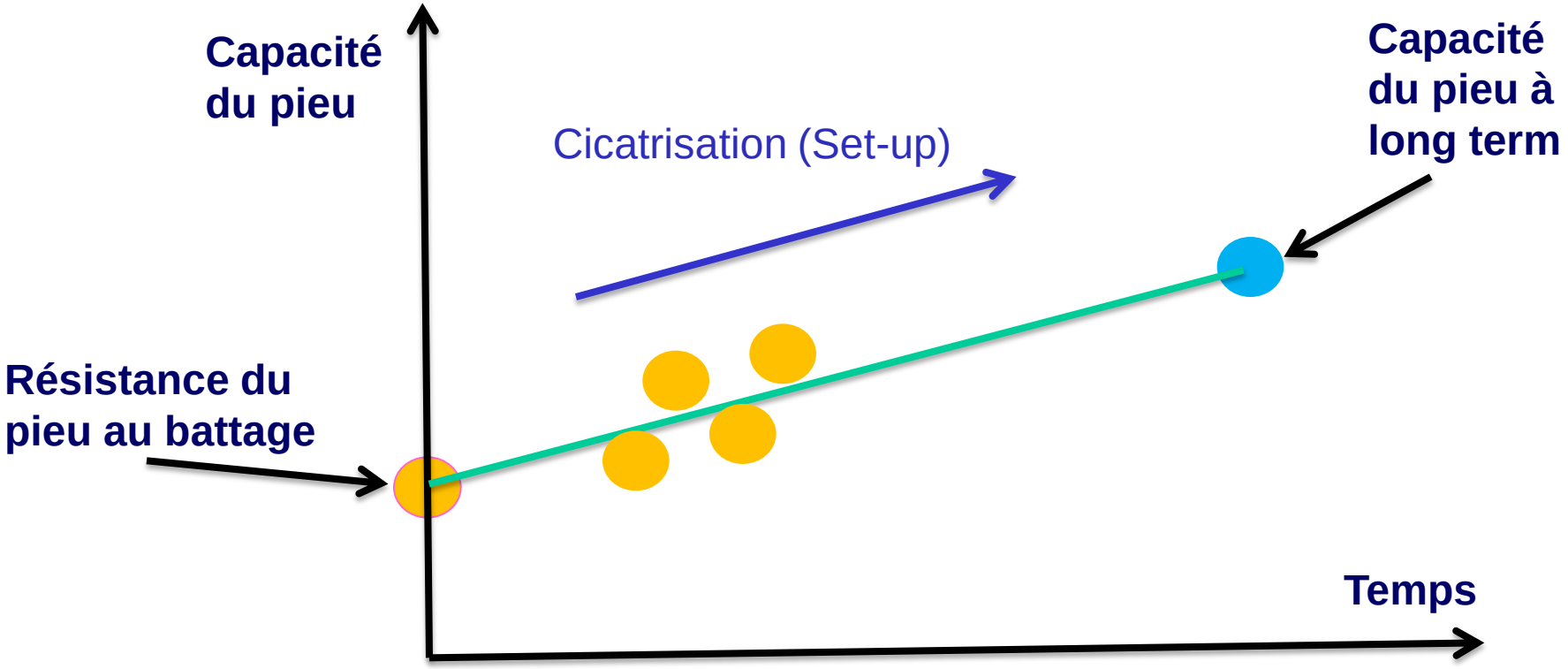
Evolution de la résistance du sol Vs le temps



Capacity du pieu à long term

Résistance du pieu au battage

Essai de Surbattage – Restrike Test
Essai de chargement dynamique



- **Dissipation de la pression d'eau**
- **Disparition de l'effet d'arc**
- **Effet de vieillissement des sols**
- **Liaisons chimiques**

Augmentation du frottement avec le temps

- **Argile:**

  ⇨ **Thixotropie et dissipation des surpressions interstitielles**

  ⇨ **Plus lente pour les pieux de grand diamètre car dissipation plus lente**

- **Sols granulaires: Augmentation confirmée par de nombreuses mesures**

  ⇨ **En partie due à un phénomène de fluage**

  ⇨ **Pour les sables denses, principalement du fait de la dilatance plus marquée durant le chargement, conséquence du processus de vieillissement ("ageing")**

Augmentation de la résistance avec le temps

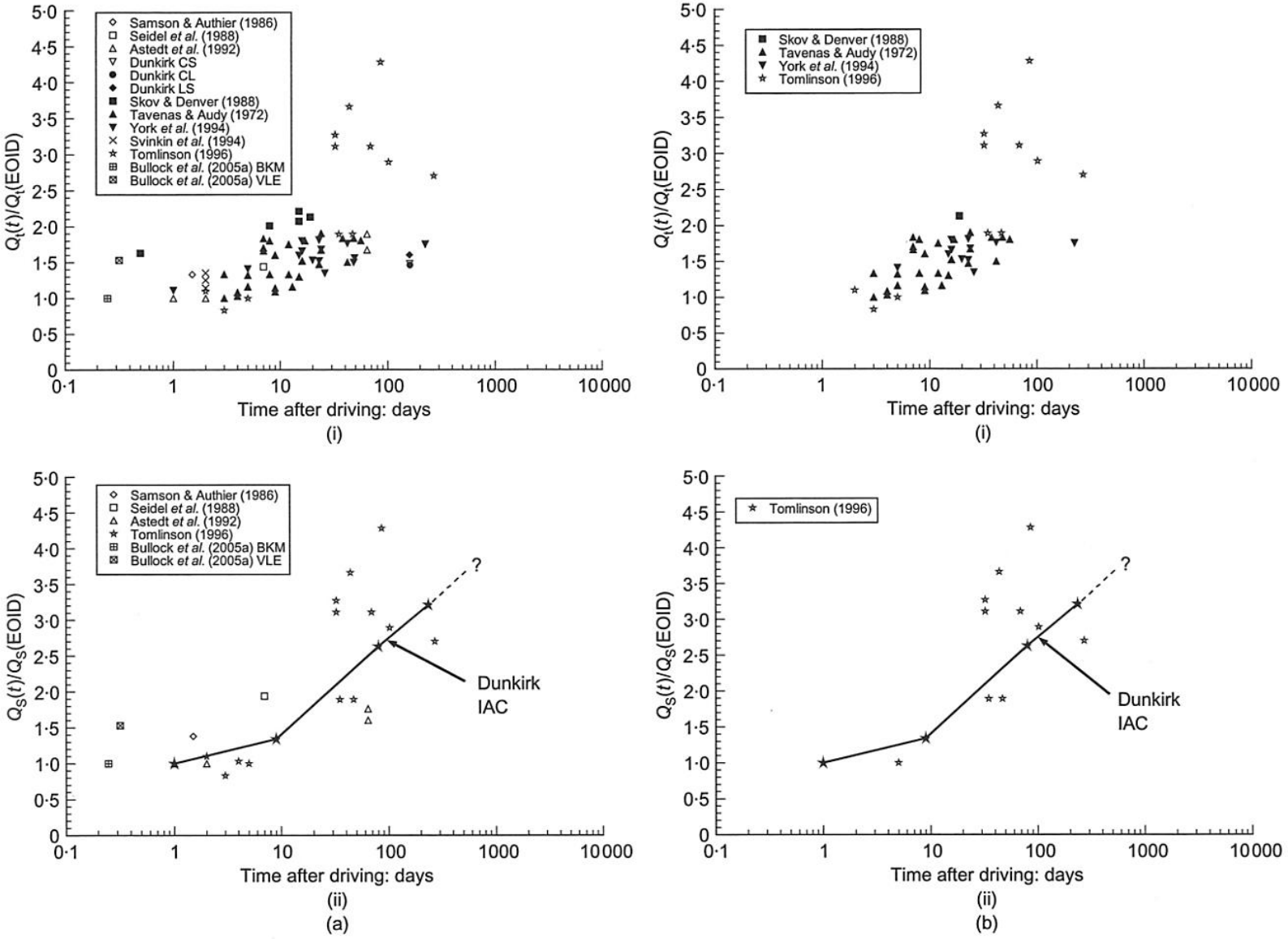


Fig. 15. Data relating to: (a) restrike tests or first-time static tests; (b) first-time static tests. Selected from original database; expressed in terms of: (i) total pile capacity and (ii) shaft resistance alone

Augmentation de la résistance avec le temps

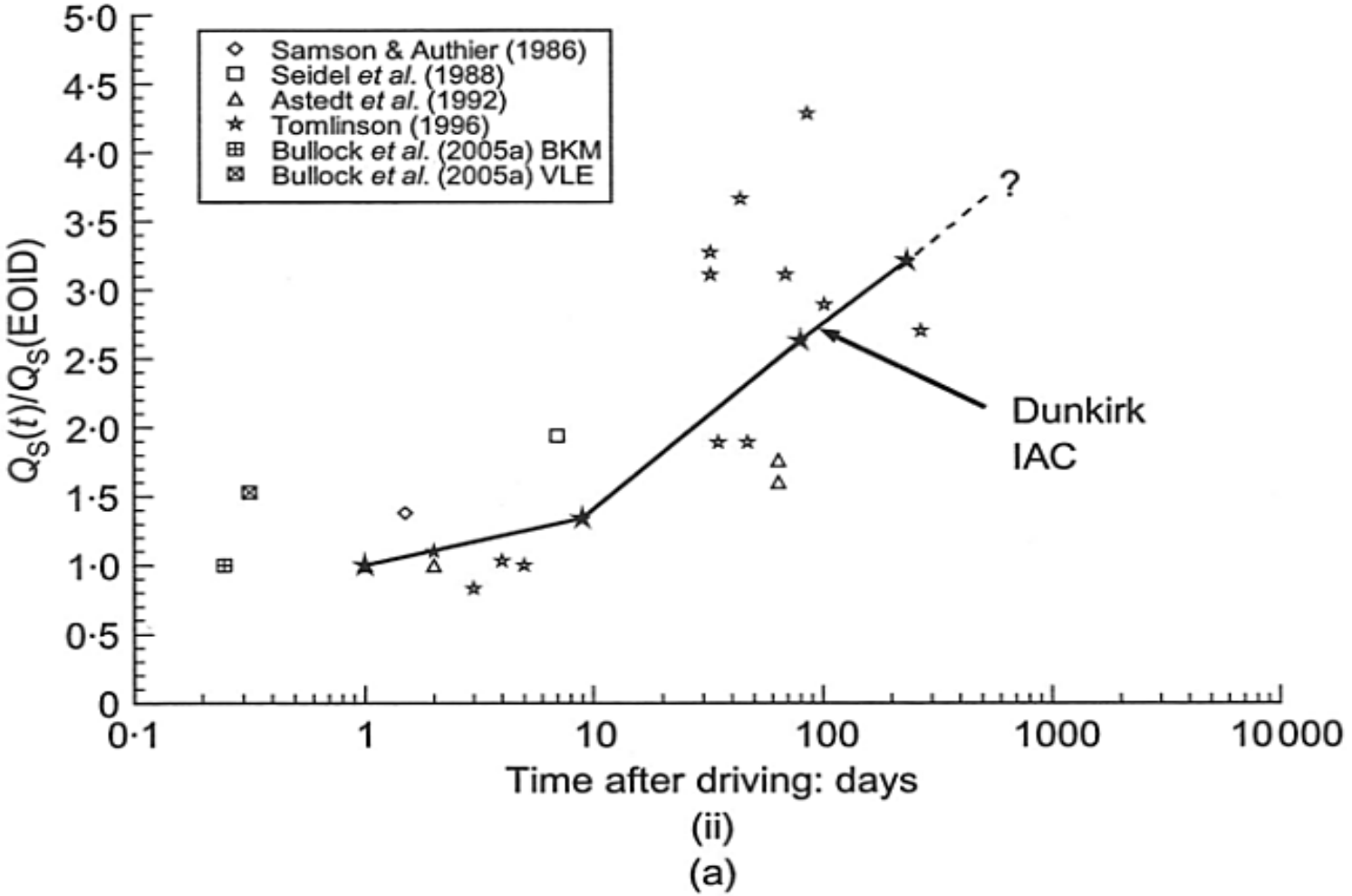
$$Q = Q_0 \left(1 + A \log_{10} \frac{t}{t_0}\right)$$

Où:

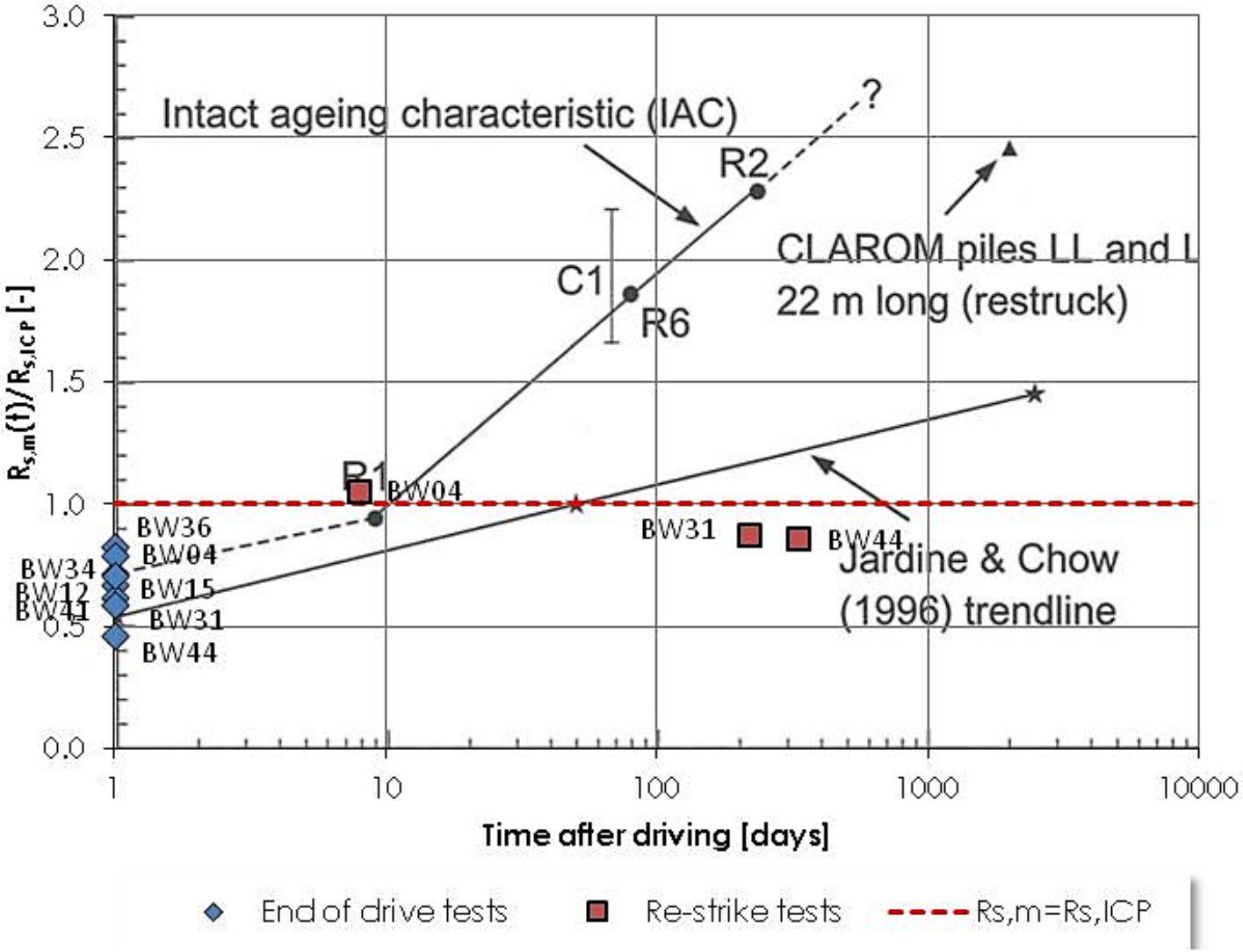
t	=	temps après le premier test
Q	=	capacité du pieu au temps *t*
t_0	=	temps de référence
Q_0	=	capacité au temps t_0
A	=	constante à calibrer (sols, conditions de battage)

L'augmentation de la résistance totale
≅L'augmentation du frottement latéral

Extrapolation ?

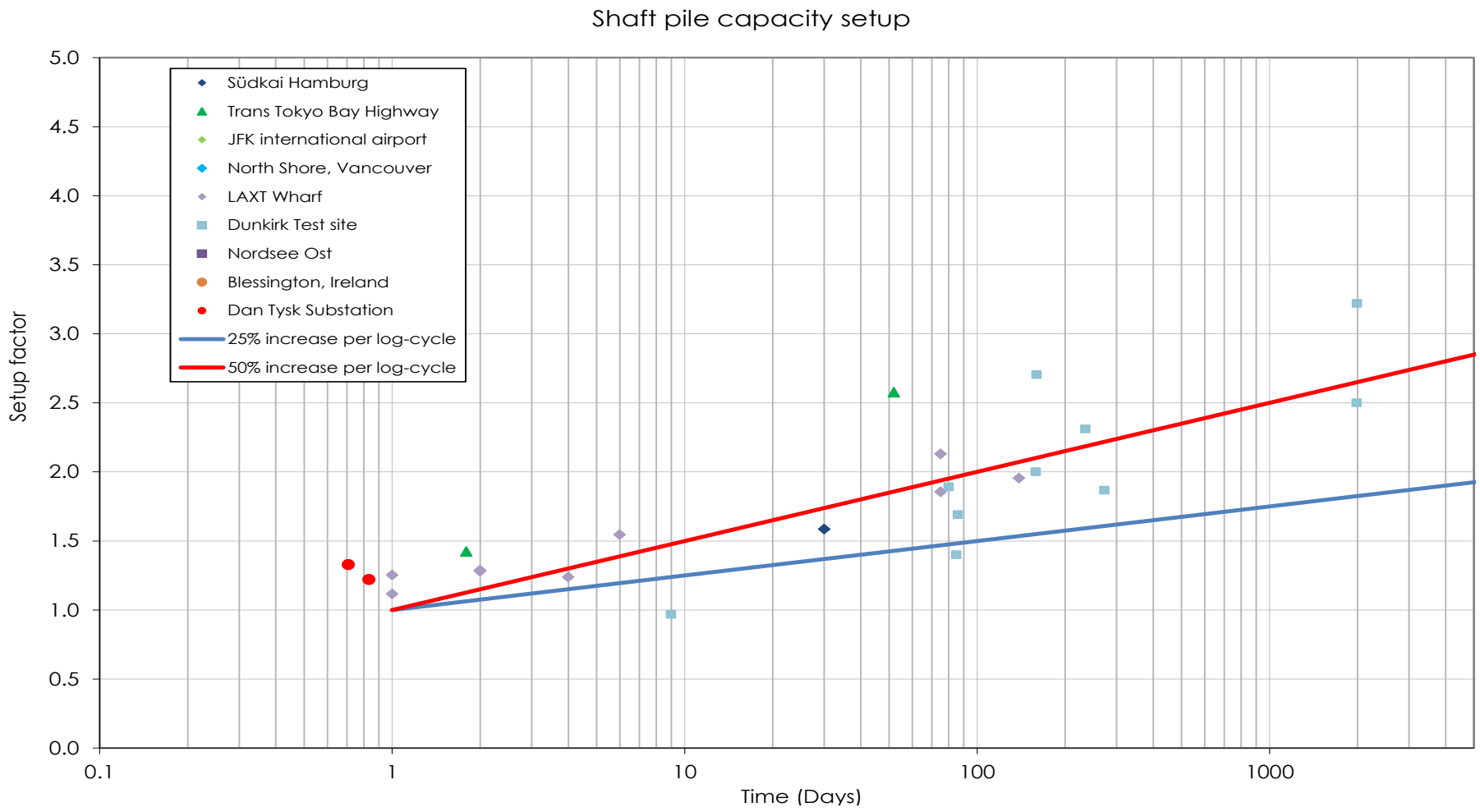


Extrapolation ?



CATHIE ASSOCIATES

Augmentation du frottement latéral



Conclusions

- Méthodologie : Ajuster le critère d'acceptation de pieu = Ajuster les paramètres dynamiques des sols
- Modélisation de l'équation d'onde (WEAP) Vs Essais de Chargement Dynamique (CAPWAP) / formation de sol
- Avantage : Un outil de décision en temps réel
- Effet de set-up : Augmentation de la capacité du pieu avec le temps
- Projets avec un nombre conséquent de pieux: jetée, port, digue, parc d'éolienne en mer, etc…