

CONGRES CEOCOR (L)

30.05-02.06.2006

Protection cathodique de structures semi-enfouies par anodes de sol

Mur Moselle - Machtum (L)

Protection cathodique par anodes de sol



Introduction

- But :

- ➔ Evaluer comment protéger de la corrosion un grand linéaire de mur à coûts réduits

- ?➔ *Utilisation des anodes de sol ?*

En première approche, il apparaît surprenant de pouvoir polariser les armatures d'une structure semi-enterrée au travers de différents milieux hétérogènes (sol – drainage - coaltrage – béton).

Quelques données

Hauteur du mur : 2 m à 6 m

Epaisseur en partie basse : 0,90 m

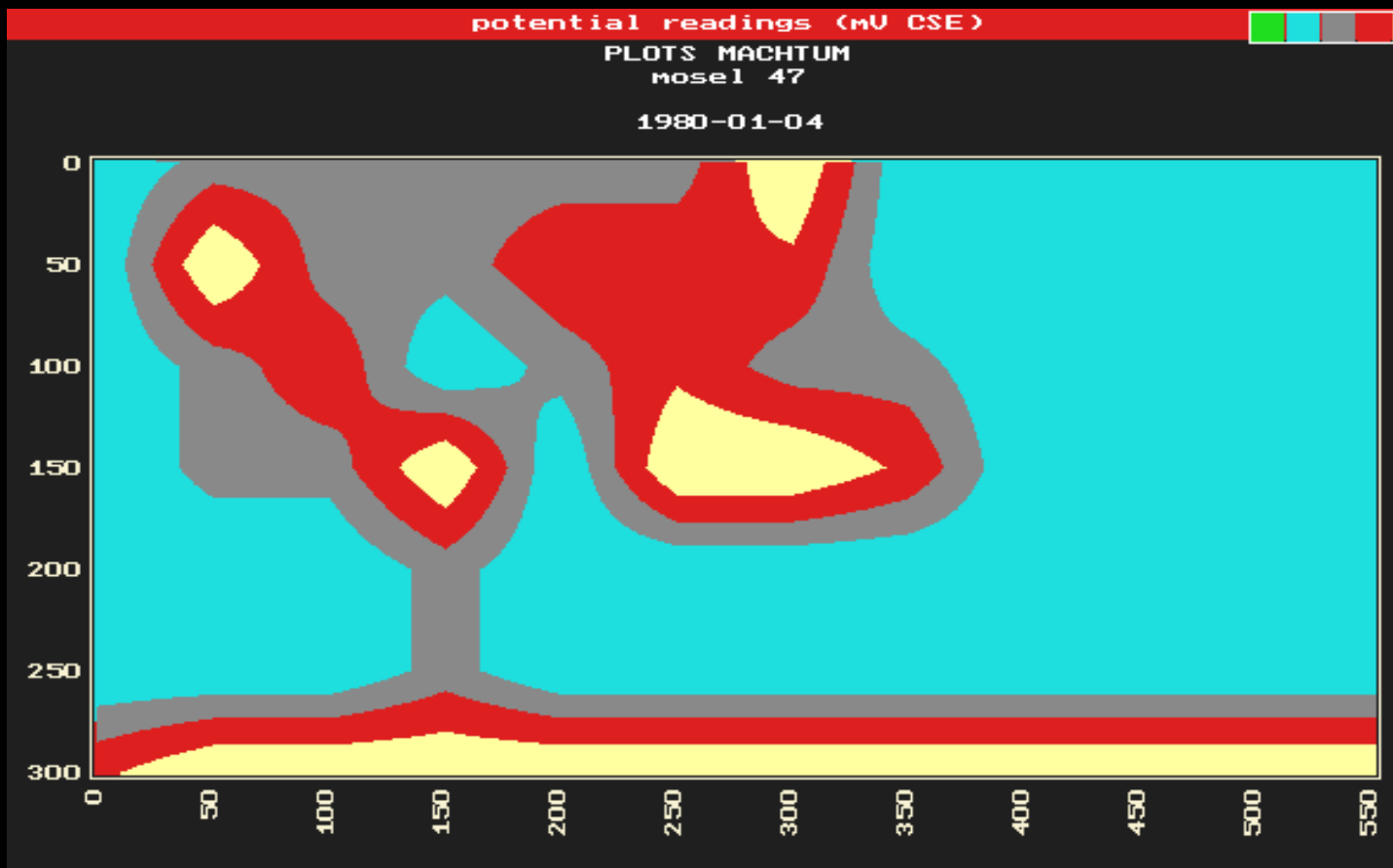
Epaisseur en partie haute : 0,25 m

Fruit : 1/10

Densité d'armature : 0,71 m² par
lit /1m² de béton



Diagnostic préalable (1)



*Cartographie des potentiels électrochimiques sur une section de mur
Jaune-Rouge : corrosion active - Gris : corrosion latente
Bleu : hors corrosion*

Diagnostic préalable (2)

Surfaces éclatées	:	de 2 à 5 % des surfaces courantes.
Surfaces corrodées	:	env. 50 à 60 % des surfaces
Corrosion active	:	25 à 30 % .

L'origine de la corrosion est mixte avec un front de carbonatation variant de 15 à 30 mm et des teneurs en chlorures* au niveau d'enrobage des armatures proches de 0,07 %.

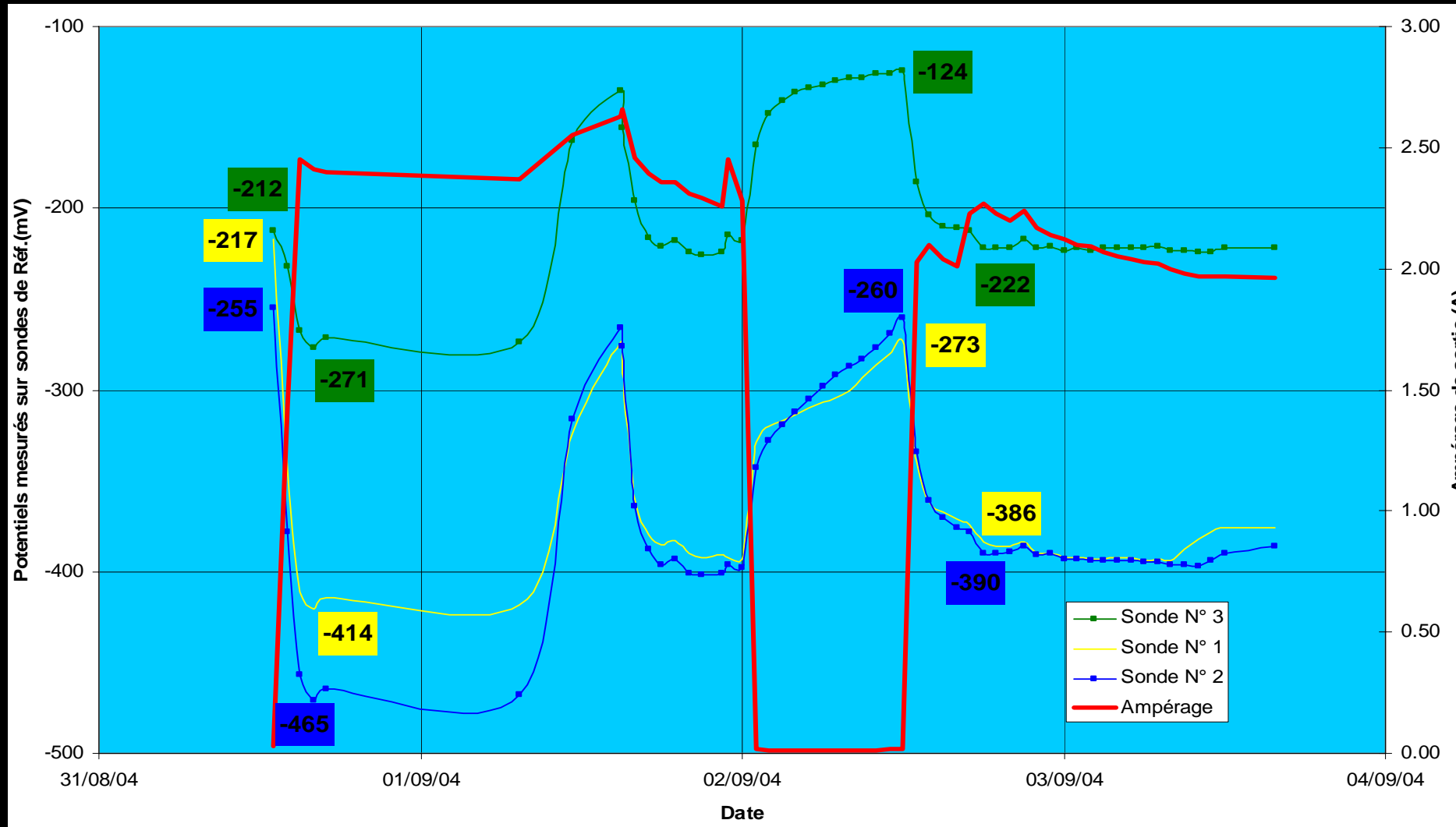
*Valeurs en masse béton sec

Pré-étude



Mise en place “d’anodes” de sol sur une section de mur de 12,5m.

Résultats pré-étude



Conclusions de la pré-étude

Des résultats encourageants.

→ Chantier pilote sur un linéaire de 300 m env.

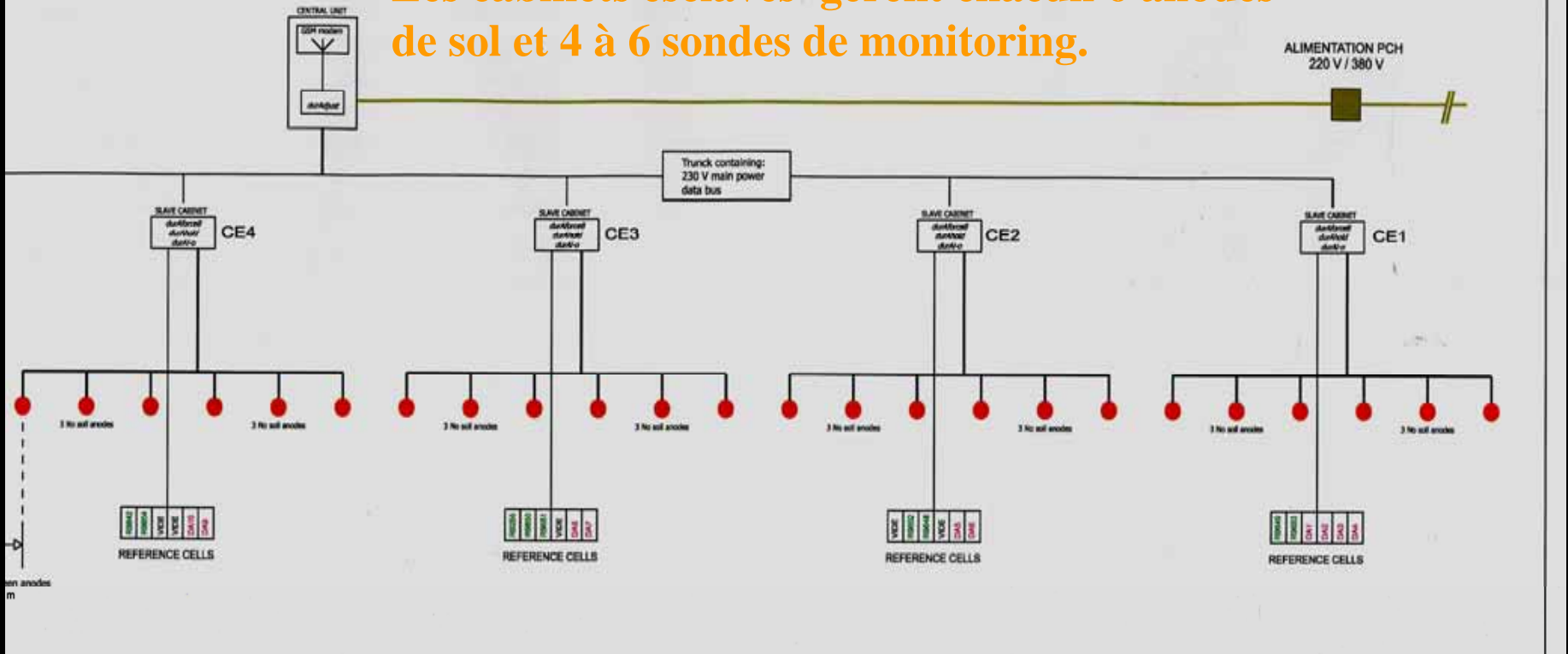
Chantier pilote



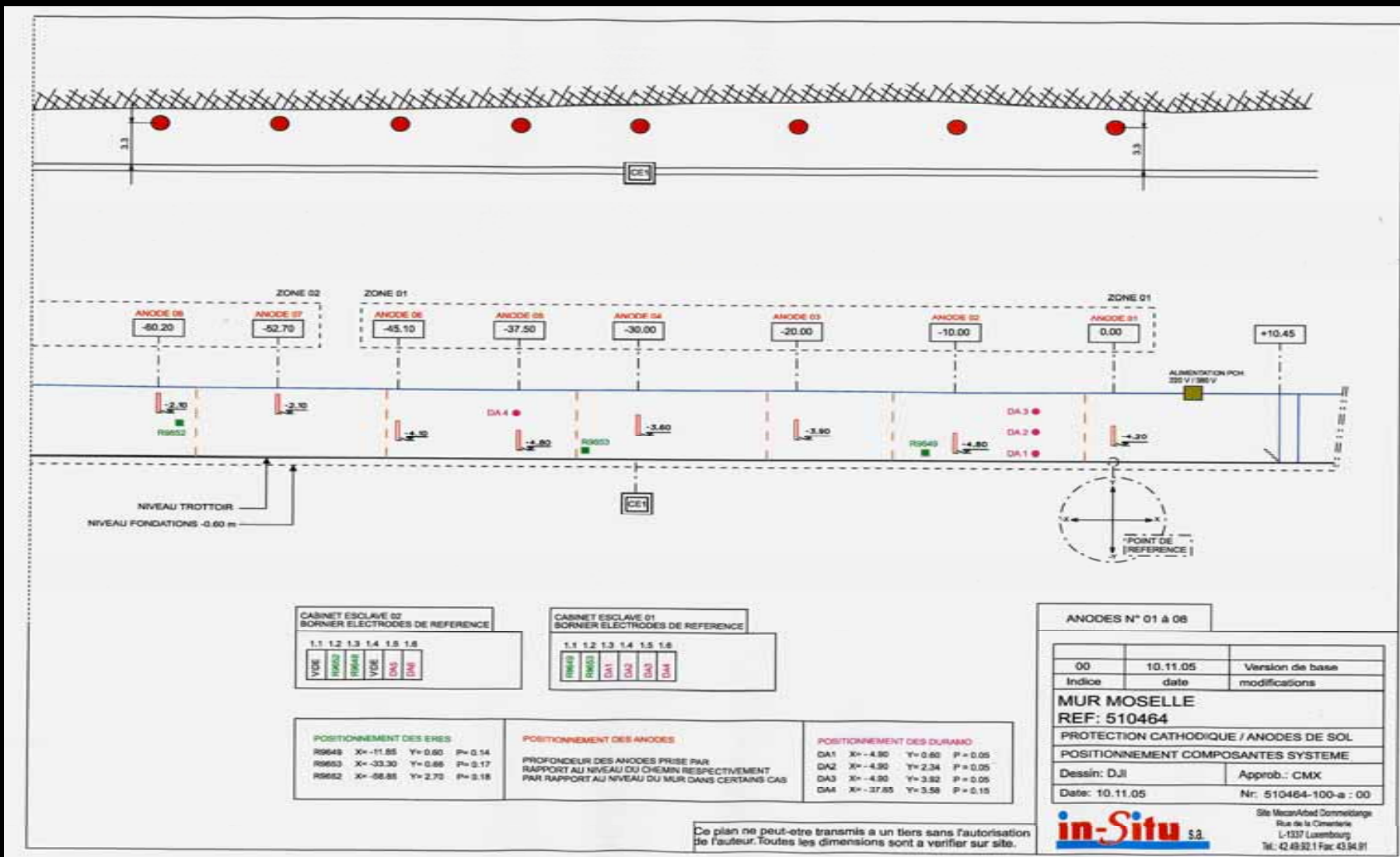
Principe d'installation

L'installation regroupe une unité centrale qui pilote 5 "cabinets esclaves".

Les cabinets esclaves gèrent chacun 6 anodes de sol et 4 à 6 sondes de monitoring.



Plan de l'installation (zone 1)



Déroulement du chantier (1)



Déroulement du chantier (2)

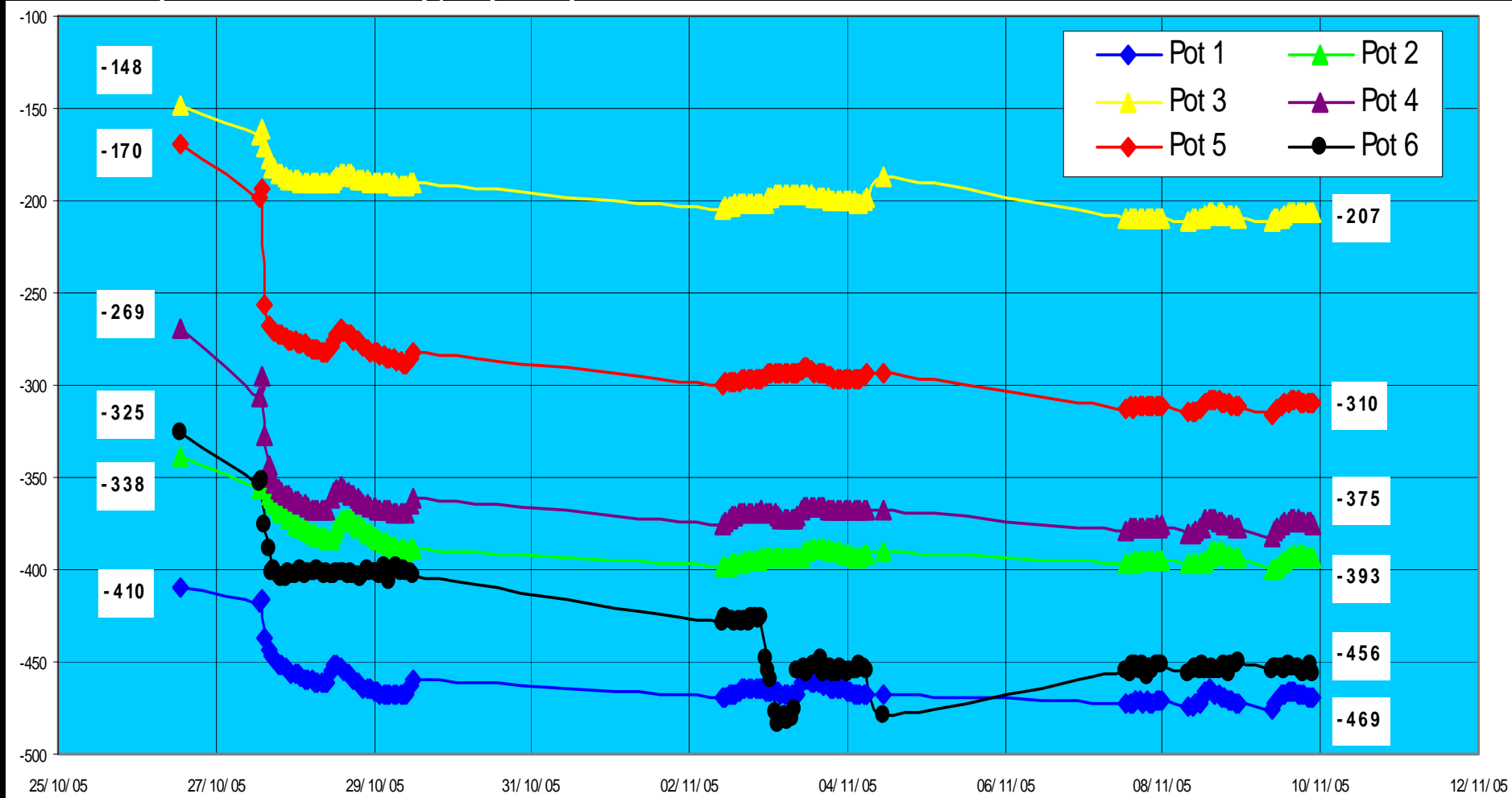


Unité centrale & cabinet esclave



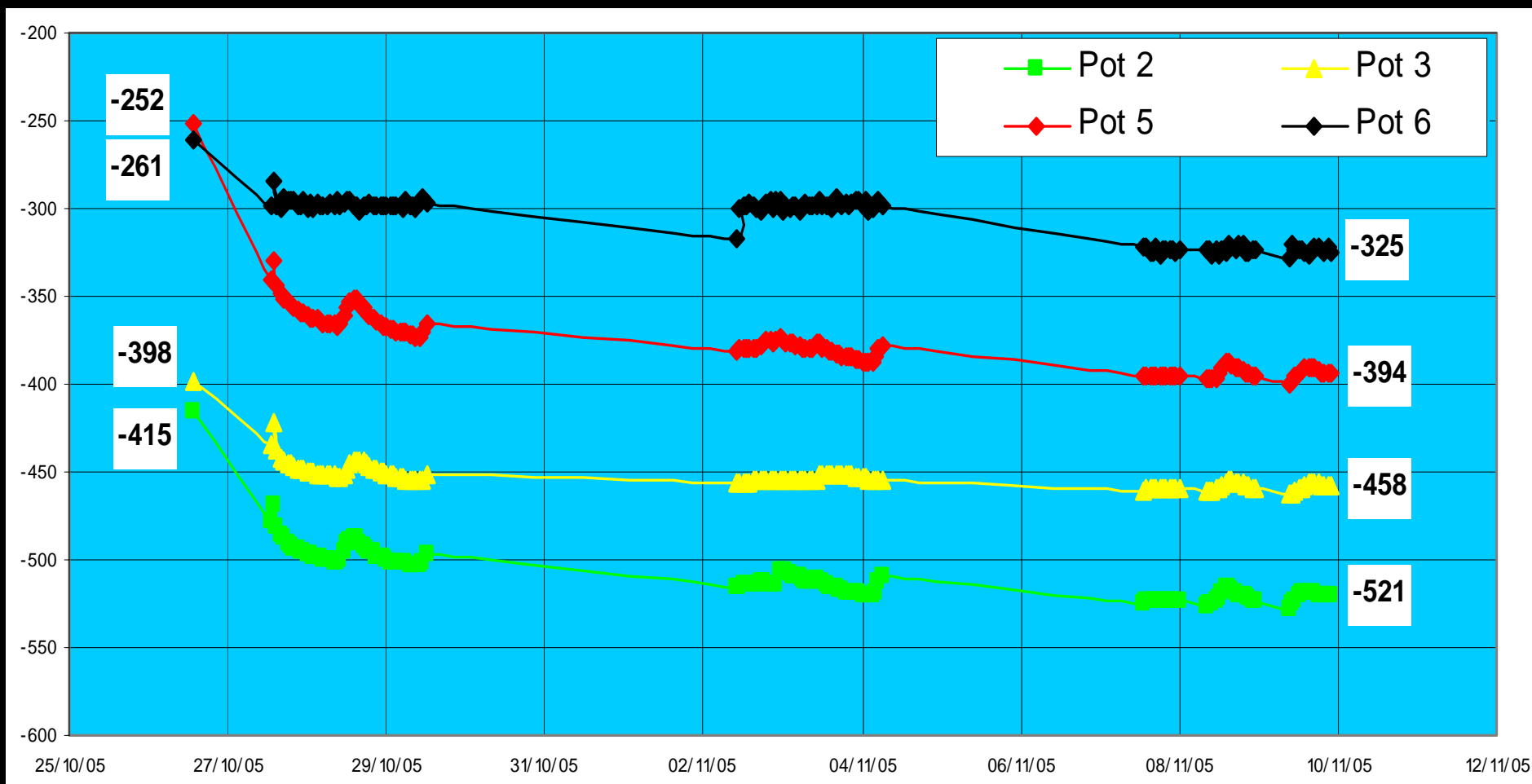
Résultats de l'étude

Représentation graphique des PECs du cabinet esclave 1



Résultats de l'étude

Représentation graphique des PECs du cabinet esclave 3



Premières remarques

- Un effet de polarisation certain
- Corrélation entre différences de potentiels (mV) et hauteur (m) de sondes pour cabinets esclaves 1 et 3.(épaisseur du mur)

PRINCIPES D'ÉVALUATION

Une absence de normalisation

Des réactions de protection très lentes

Critères proposés

Critère 1:

Le système est jugé performant si les mesures instant-off de polarisation décrivent des potentiels au minimum 150 mV plus négatifs que les potentiels naturels mesurés avant mise en service.

Critère 2

Le système est jugé quasi performant si les mesures instant-off de polarisation décrivent des potentiels au minimum 100 mV plus négatifs que les potentiels naturels mesurés avant mise en service.

Critère 3 - Application de l'EN 12696

1. Instant off : Après une coupure de 0,1 à 1 seconde, le potentiel acier/béton par rapport à une électrode Ag/AgCl/0,5 M KCl doit être compris entre -1100 mV et -720 mV.
2. Dépolarisation de min. 100mV sur une durée de 4/24 heures.
3. Dépolarisation d'au moins 150 mV sur 24 h ou plus.

Si au moins un de ces critères est satisfait le système est jugé performant/quasi performant (critère 2).

Premières évaluations (polarisation)

Début mai 2006

Toutes les valeurs données sont dites « Instant Off »

- Delta de polarisation ≥ 150 mV 12 sondes
- Delta de polarisation ≥ 100 mV 17 sondes
- Delta de polarisation < 100 mV 6 sondes

- Delta max. polarisation ≥ 150 mV 13 sondes
- Delta max. polarisation ≥ 100 mV 18 sondes
- Delta max. de polarisation < 100 mV 5 sondes

- Sondes sans réaction à la polarisation 0 sonde

Premières évaluations (Dépolarisation)

Dépolarisation des différentes sondes

- La plupart des sondes affichent des valeurs de dépolarisation entre 40 et 80 mV en 24 h.
- 4 sondes du cabinet d'esclave n°5 affichent des dépolarisations > 100 mV en 24 h (critère 2 de L'EN 12696).
- 2 sondes sur 23 satisfont au critère 3 de L'EN 12696.
- 2 sondes sur 23 satisfont au critère 1 de L'EN 12696.

Premières constats

Lenteur de la polarisation

- La polarisation des sondes de référence concernées par les anodes de sol est très lente. Un ordre de grandeur de 4 à 8 mois pour gagner env. 100 mV est très plausible. Ici, les réactions enregistrées sont donc encourageantes.
- Les valeurs de dépolarisation à courant coupé sont également très lentes (6 mois et plus). C'est notamment pour cette raison que le critère 2 de l'EN 12696 n'est pas toujours utilisable.
- Ceci s'explique probablement par le manque d'oxygène présent dans l'électrolyte (terres).

Premières constats

Facteurs d'influence

- Humidité

→ Un milieu humide est plus conducteur qu'un milieu sec. Il est donc normal d'observer des variations de polarisation en fonction de la pluviométrie. Les périodes de sécheresse sont donc particulièrement défavorables.

- Températures

→ Des températures froides, voire très froides, ralentissent les réactions chimiques en général. Les réactions de corrosion ou de protection cathodique sont donc particulièrement lentes en périodes froides. Depuis le 20 décembre 2005, le climat luxembourgeois est particulièrement froid et sec. Cette situation climatique est donc défavorable pour la distribution des courants de protection cathodique.

Premières Conclusions

- Env. 56% des sondes de référence ont une polarisation maximale > 150 mV. Elles répondent donc **au critère 1**.
- Env. 74% des sondes de référence ont une polarisation maximale > 100 mV. Elles répondent donc **au critère 2**.
- 4 sondes sur 23 remplissent le **critère 2** de l'EN 12696.

Compte tenu des conditions climatiques depuis la mise en service (froid et sec) et au regard de la procédure de mise en service (mise en service séquencée), les performances du système sont jugées encourageantes.

Polarisation et distance entre anodes

- Il est encore trop tôt pour émettre un avis arrêté sur l'espacement des anodes au regard des performances du système.
- Toutefois, sur base des données monitoring, il apparaît qu'une zone en fonctionnement a une influence d'environ 30 à 50 mV sur la zone voisine hors service.
- Il est donc vraisemblable que la distance entre anodes pourra être accrue sans nuire aux performances du système.

Actions conseillées

- Poursuivre le suivi monitoring tel que prévu, y compris son évaluation sur base des critères révisés.
- Compléter les mesures monitoring par un mapping des potentiels à la surface des bétons, système en service et hors service. Ce mapping aura lieu sur quelques zones représentatives.
- Vérifier, après installation de sondes à demeure, l'évolution des courants de corrosion.
- Redéfinir une procédure de suivi à court terme et à long terme.