

IMGC

LA DURABILITÉ DE LA PRÉCONTRAINTE EXTÉRIEURE

Journée Technique
Vendredi 27 septembre 2018
FNTP – 3 Rue de Berri, 75 008 PARIS

AFGC
Association Française de Génie Civil

Contrôle non destructif de précontrainte extérieure par méthode magnétique

Application aux viaducs de Sylans et des Glacières

Bastien VAURIGAUD,
Hélène CHEMINEAU
Cerema Sud Ouest

Equipe projet Sylans
Cerema Centre Est : GERMAIN Didier - GUYOT Fabien
Cerema Sud Ouest : CHEMINEAU Hélène - CHERRIER Jean-François - LANHER Alexandre - PAJAK David - PIEDNOIR Rémi - SCOUFLAIRE Jonathan - VAURIGAUD Bastien - YOU Youthy

Contexte

- 2015 : rupture « sous manchon » d'un câble de précontrainte sur le viaduc de Sylans

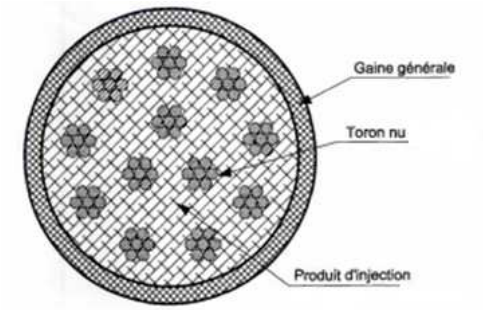




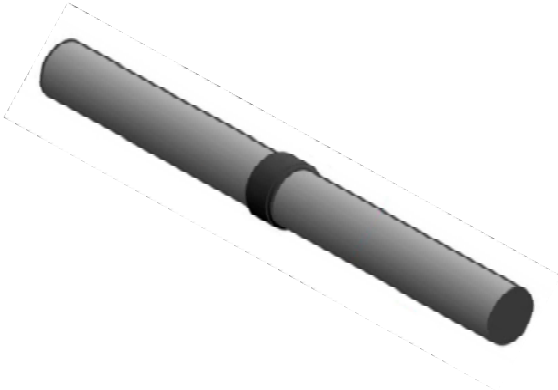




Contexte



- Caisson ouvert
- Précontrainte extérieure câbles fils clairs 12xT15S
- Gaines PEHD injectées au coulis de ciment
- Manchons électro-soudés







Contexte

- Mise en évidence d'une pathologie/endommagement potentiellement non détectable par simple inspection visuelle
- Besoin de contrôle non-destructif en partie courante des gaines de précontrainte extérieure :
  - **quantifier** et **localiser** des endommagements en partie courante et sous manchons
- Prévision des risques de rupture brutale
- Anticipation des opérations de maintenance sur les câbles

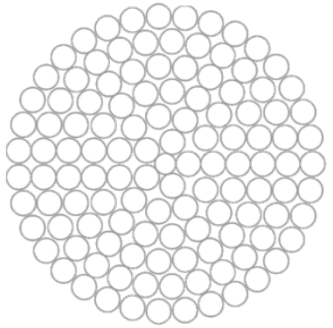
-> 2015-2018 : lancement avec APRR puis SANEF de phases tests sous le label Tremplin Carnot de différents modes et appareils de contrôle en laboratoire et sur site

Contrôle non destructif des câbles monotorons multi-couches

- Evaluation du **degré d'oxydation** par méthode électromagnétique (B5-4) (1)
- Evaluation des **défauts de section** dans les câbles par auscultation magnétique (B5-5) (1)

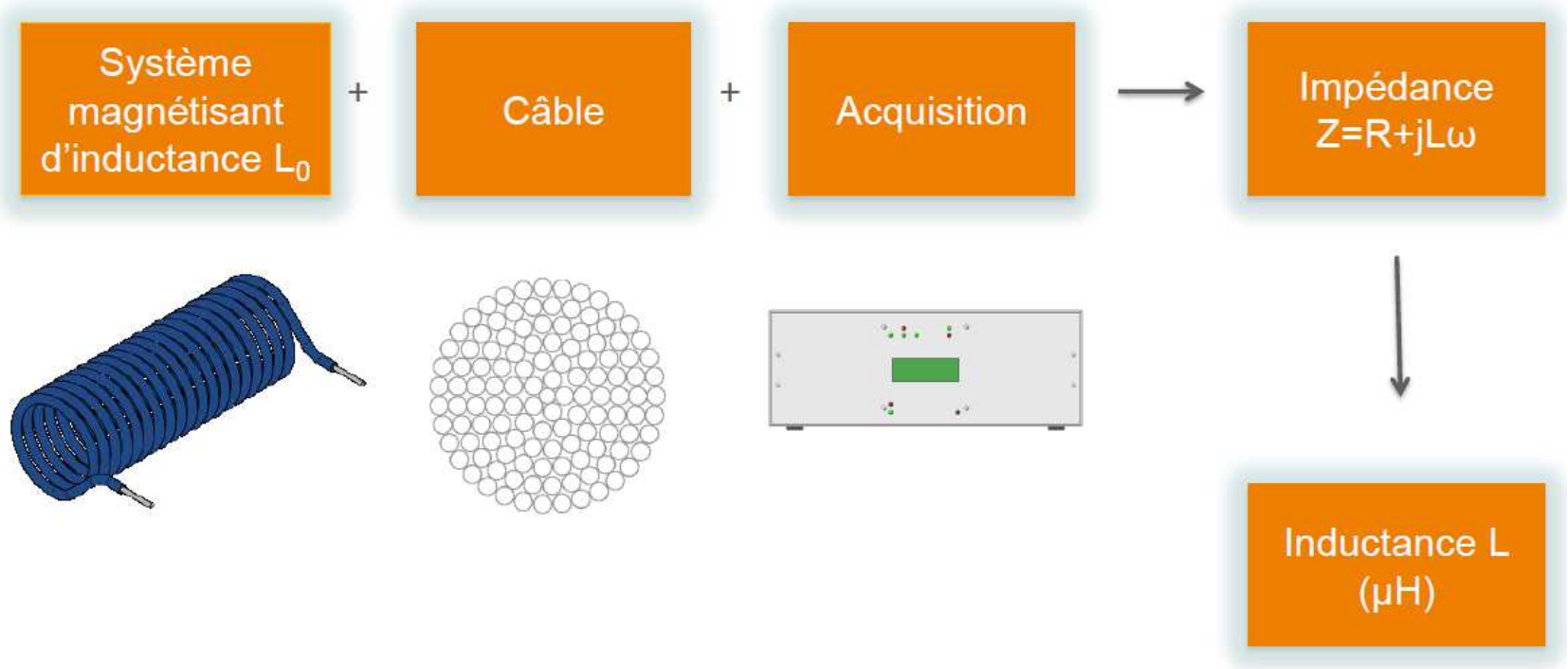






(1) Cahiers interactifs Ifsttar-Cerema, Auscultation des Ouvrages d'Art
http://www.ifsttar.fr/collections/CahiersInteractifs/CII1/index.html

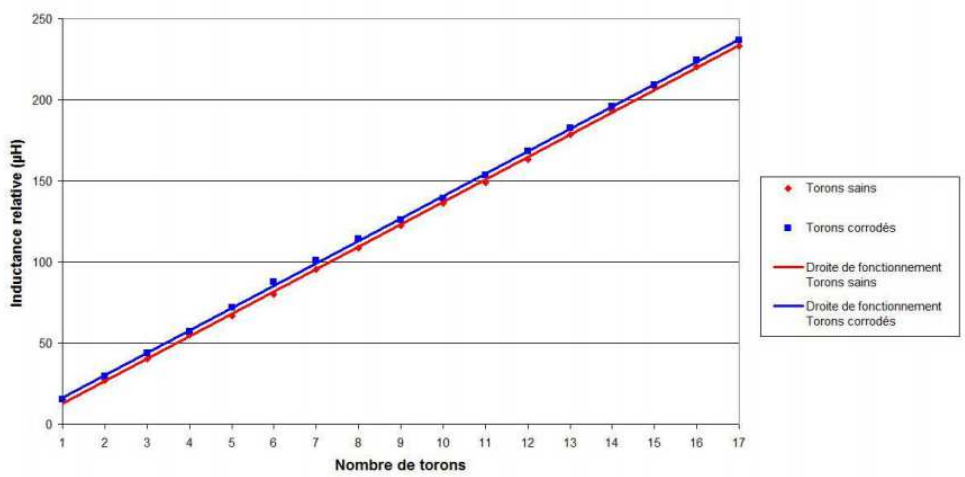
Evaluation du degré d'oxydation (B5-4)



Evaluation du degré d'oxydation (B5-4)

- Facilité de manutention
- Défaut de sensibilité: incapacité de détection avec certitude de pertes de section inférieures à 3 à 4 torons

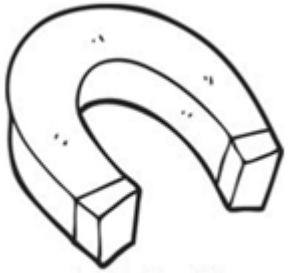
-> abandon des expérimentations sur ce matériel

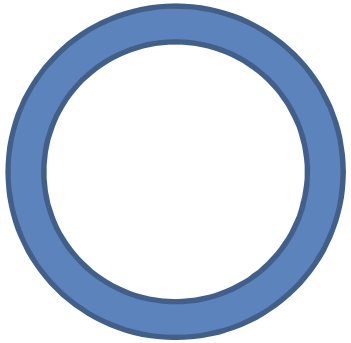


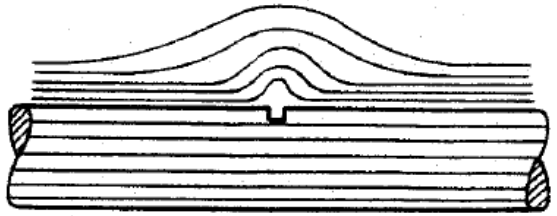


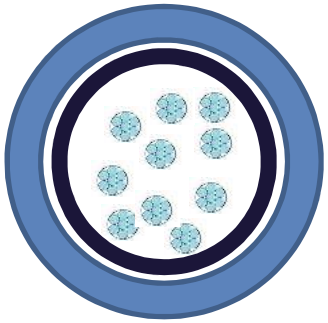
Détection de défauts de section (B5-5)

Système magnétisant + Capteur de champs magnétique → Détection de « champs de fuite » en présence de défauts



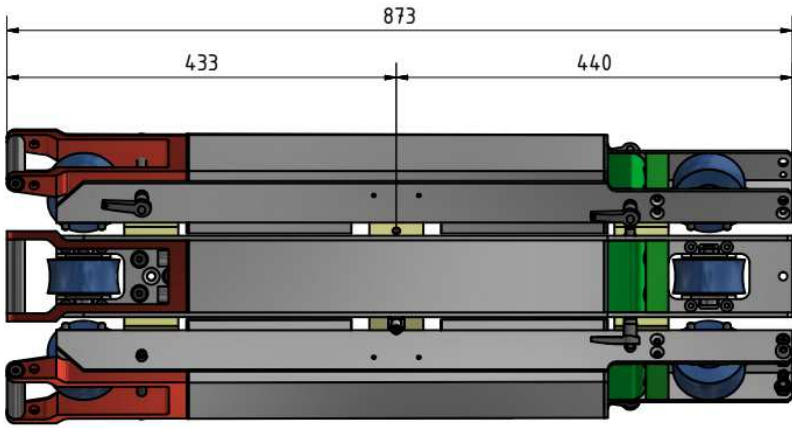


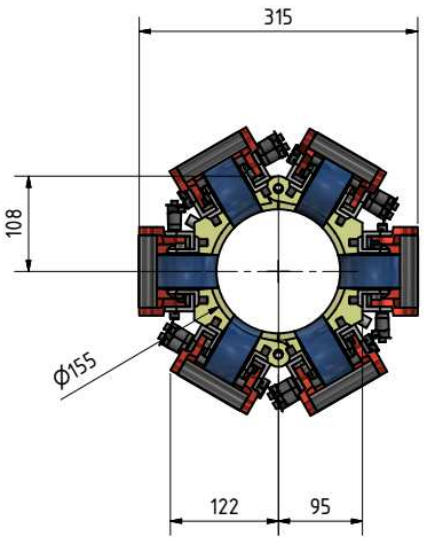




Détection de défauts de section (B5-5)

- Test avec un appareil de contrôle (ROTEC) destiné aux câbles monotorons de grands diamètres
- Expérimentation avec le Cerema Centre-Est en laboratoire sur tronçons de câbles déposés avec endommagement naturel et artificiel puis sur site

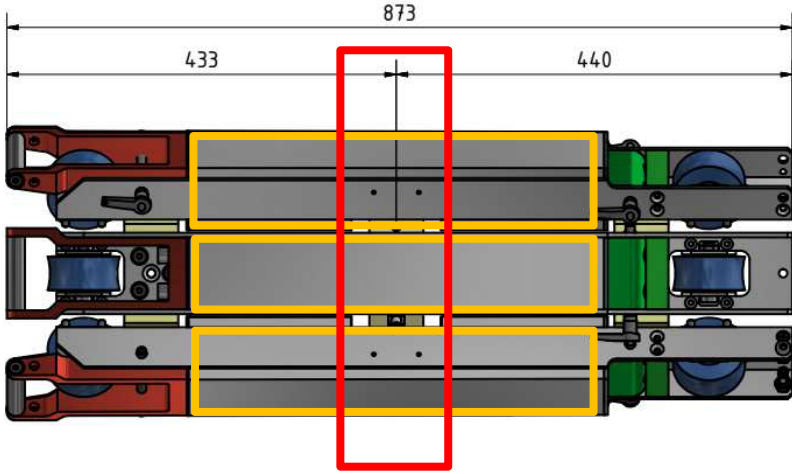


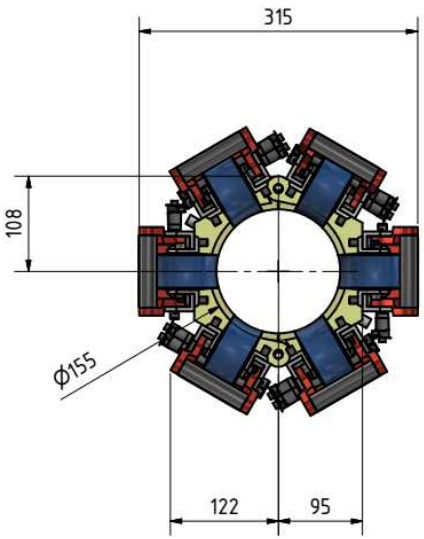




Détection de défauts de section (B5-5)

- Test avec un appareil de contrôle (ROTEC) destiné aux câbles monotorons de grands diamètres
- Expérimentation avec le Cerema Centre-Est en laboratoire sur tronçons de câbles déposés avec endommagement naturel et artificiel puis sur site







Conclusion des phases expérimentales

- Capacité à détecter la présence de défauts pour des pertes de sections à partir de 1%
- Détection de zones d’initiation de corrosion
- Difficultés à quantifier précisément l’ampleur des dégradations, notamment le pourcentage de perte de section

Protocole d’intervention

Analyse de sécurité préalable

- Inspection exhaustive de l’état des câbles
- Analyse de l’impact d’une rupture de câble
- Analyse des risques liés au travail en hauteur
- Analyse des risques liés à la manutention des matériels
- Moyens d’accès aux câbles et manutentions



Protocole d'intervention

Analyse d'adaptation du matériel

- Adaptation de l'aimantation à la section métallique du câble
- Absence de tube/feuille métallique
- Adaptation du diamètre du châssis et du capteur de champs au diamètre du câble et des manchons
- Adaptation de la configuration des câbles :
  - distances inter-câbles
  - distance au parement
  - longueur de mesure pour vitesse minimale de la bobine de mesure



Protocole d'intervention (Sylans)

Cerema Sud Ouest et Centre Est

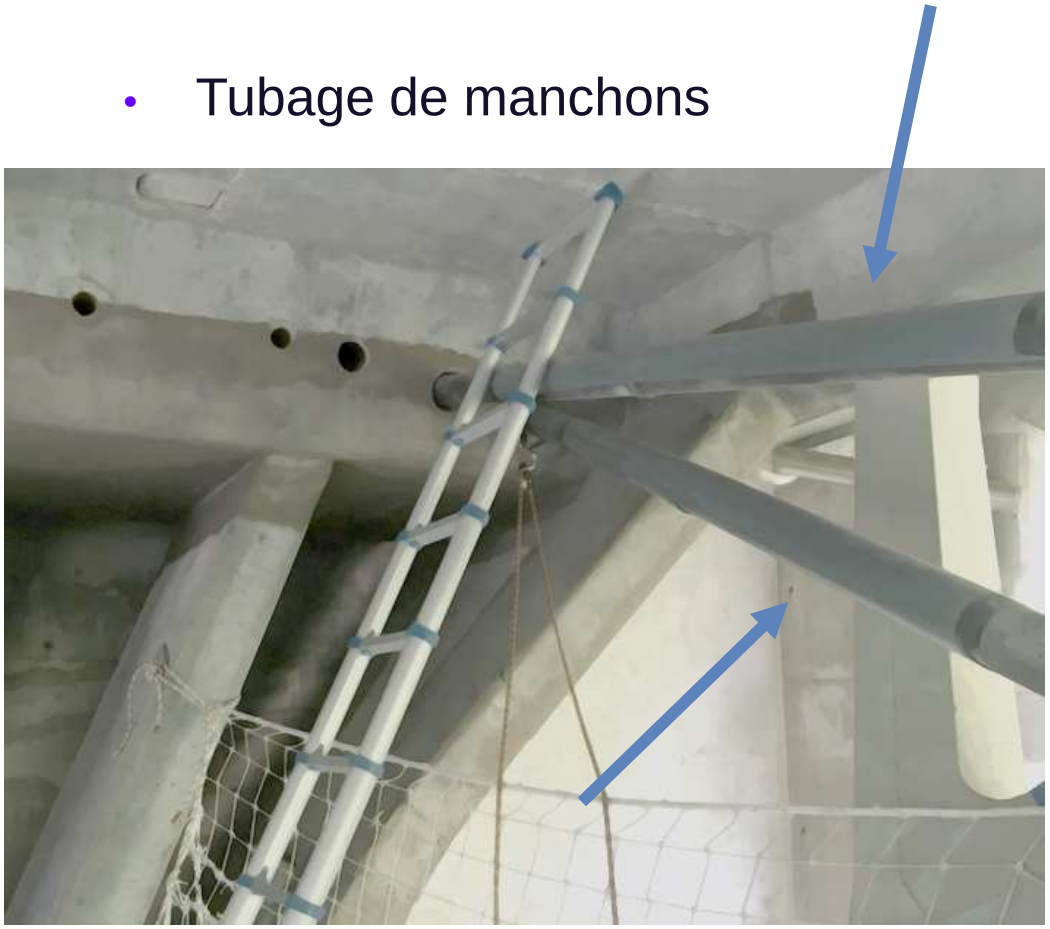
- 1 équipe « accès-tubage »
- 1 équipe « mesure »
- Temps important consacré aux accès et montage-démontage de l'appareil
- Pas de quantification « au linéaire » mais « au tronçon »



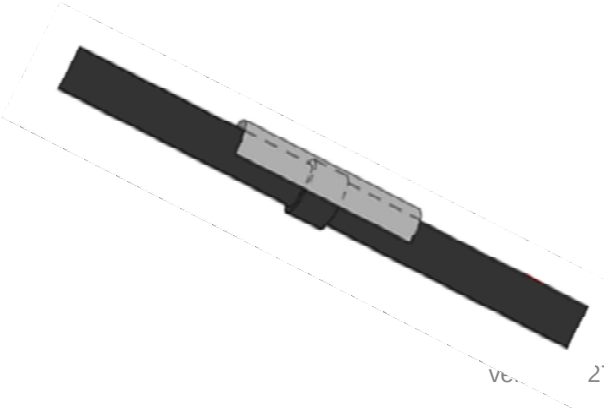
Protocole d'intervention (Sylans)

Cerema Sud Ouest et Centre Est

- Tubage de manchons





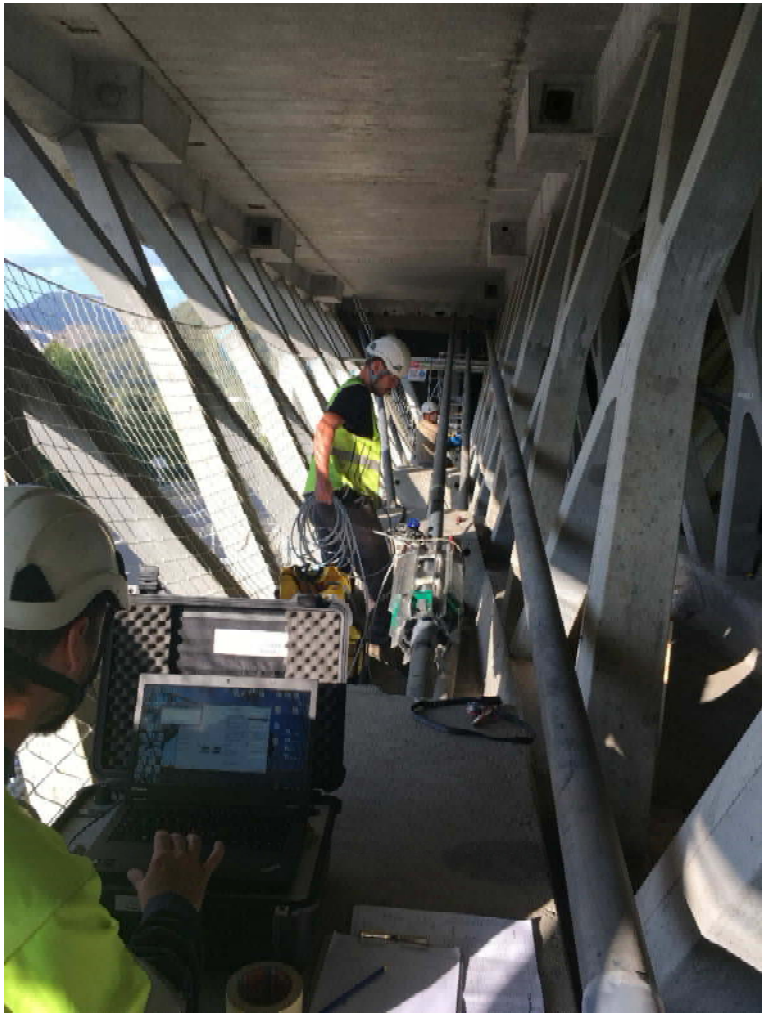


Protocole d'intervention (Sylans)

Cerema Sud Ouest et Centre Est

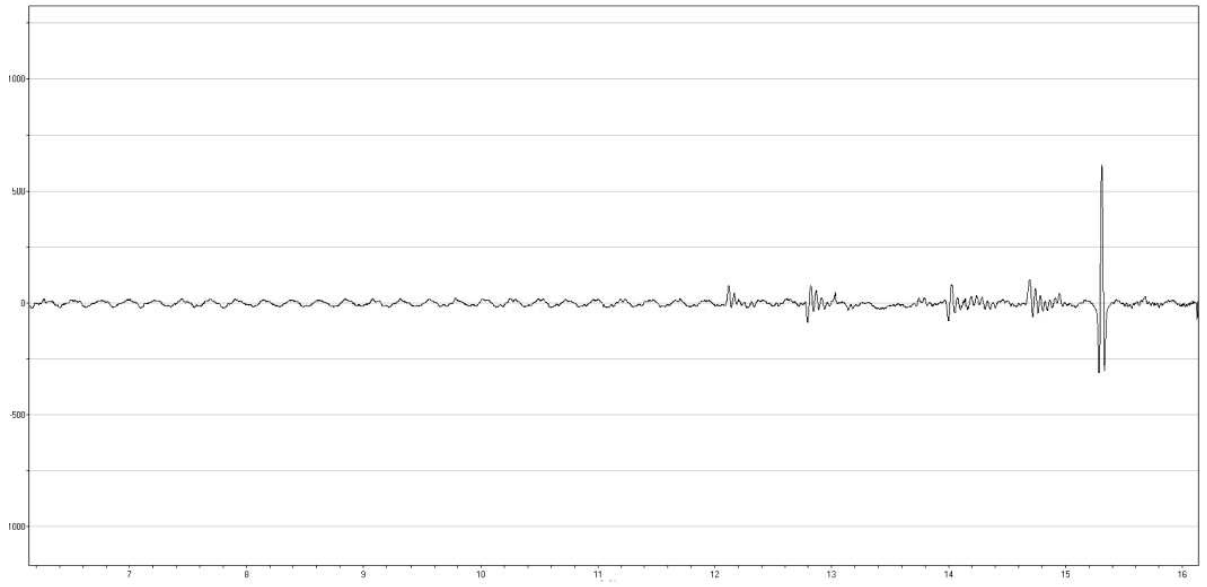
- Mesure





Résultats de mesures

Câble sain+fil test

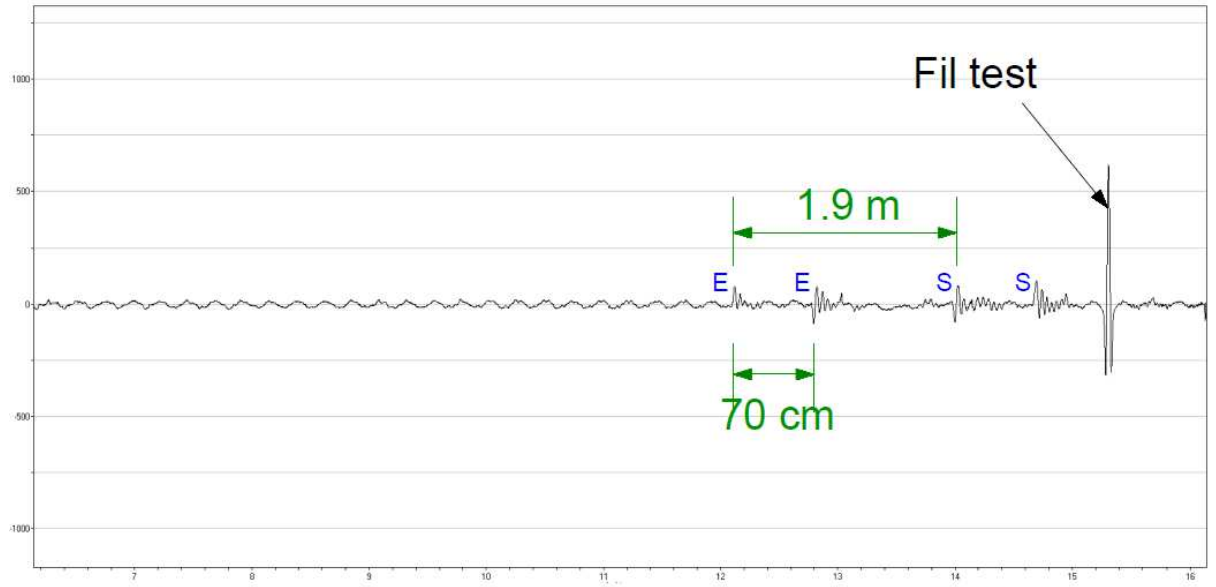


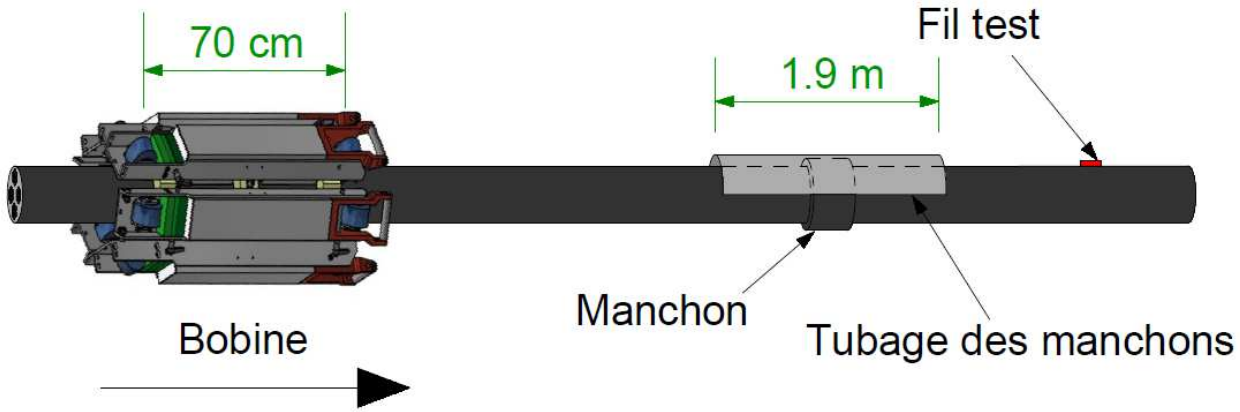
distance (m)



Résultats de mesures

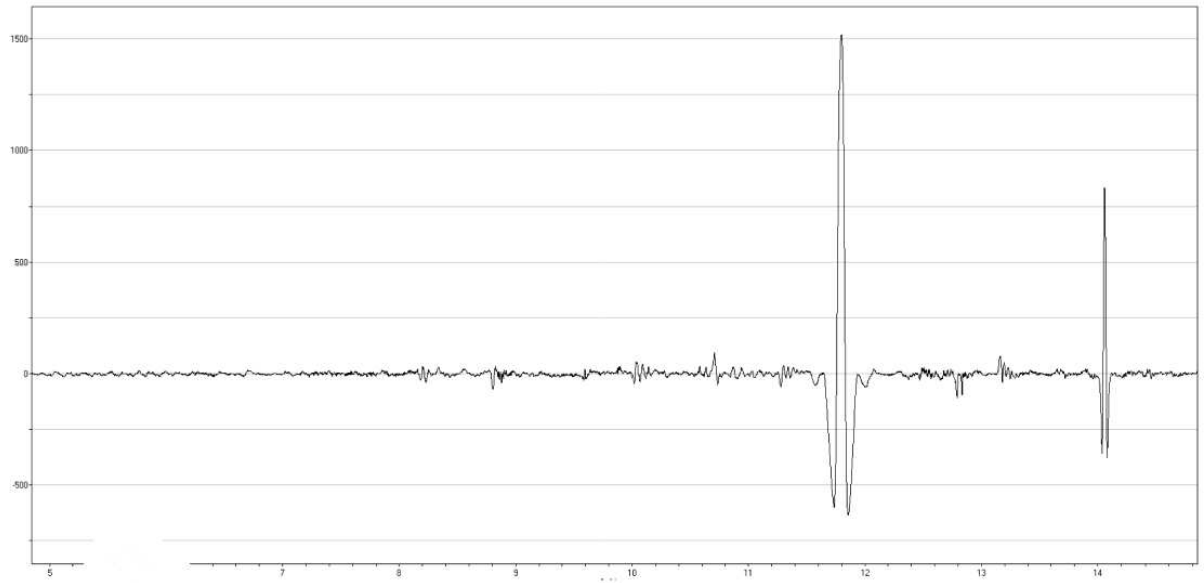
Câble sain+fil test



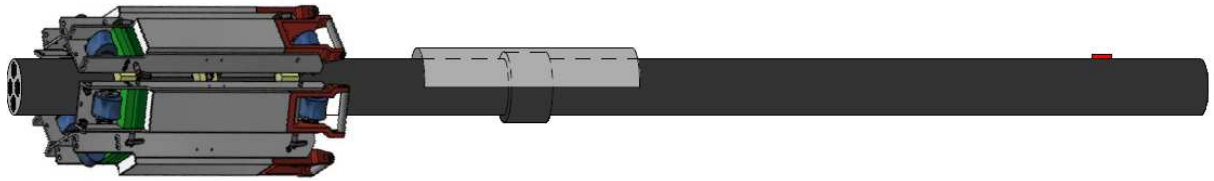


Résultats de mesures

Défaut sens identique fil test

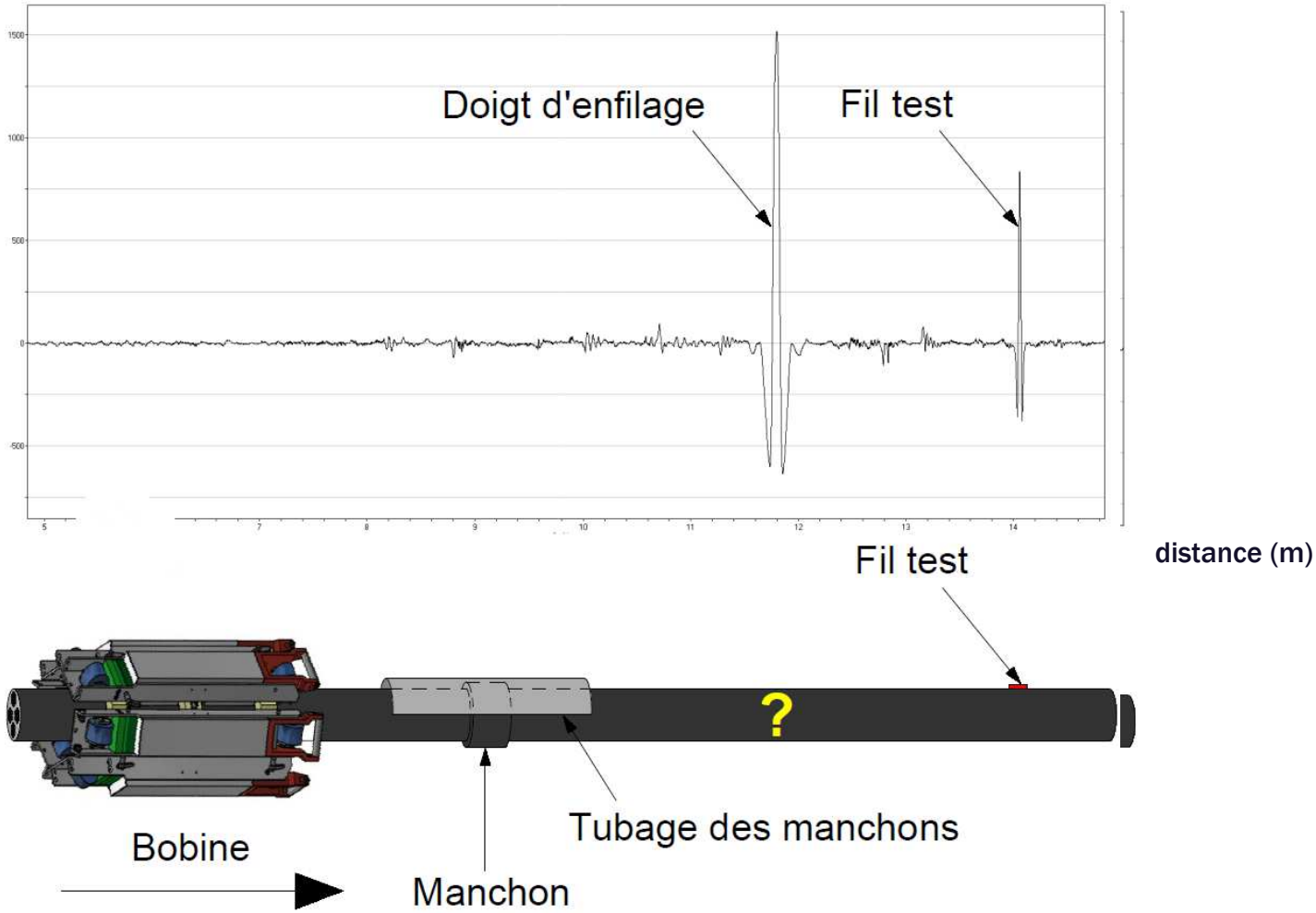


distance (m)



Résultats de mesures

Défaut sens identique fil test



Résultats de mesures

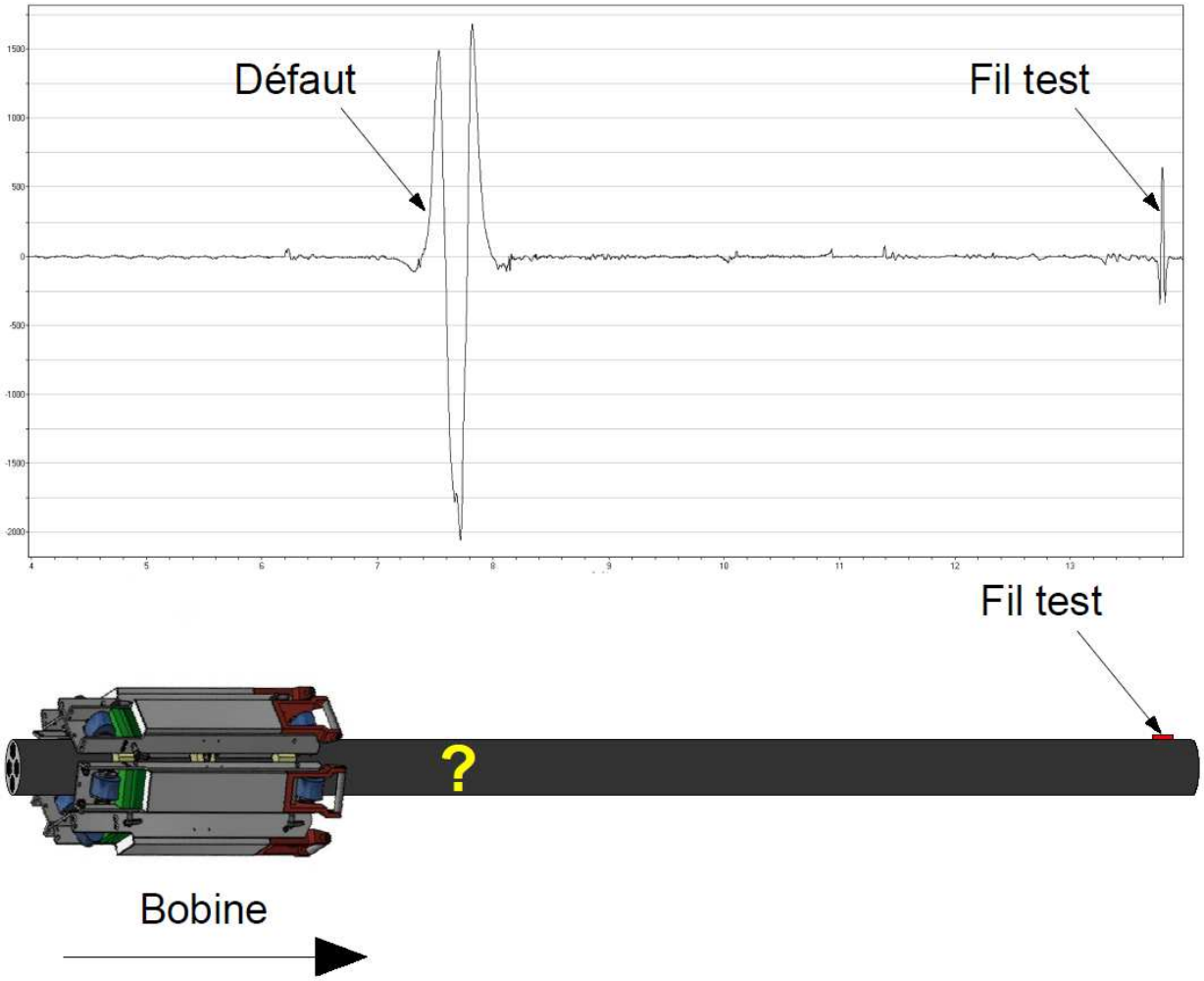
Défaut sens identique fil test





Résultats de mesures

Défaut sens opposé au fil test



Résultats de mesures

Défaut sens opposé au fil test



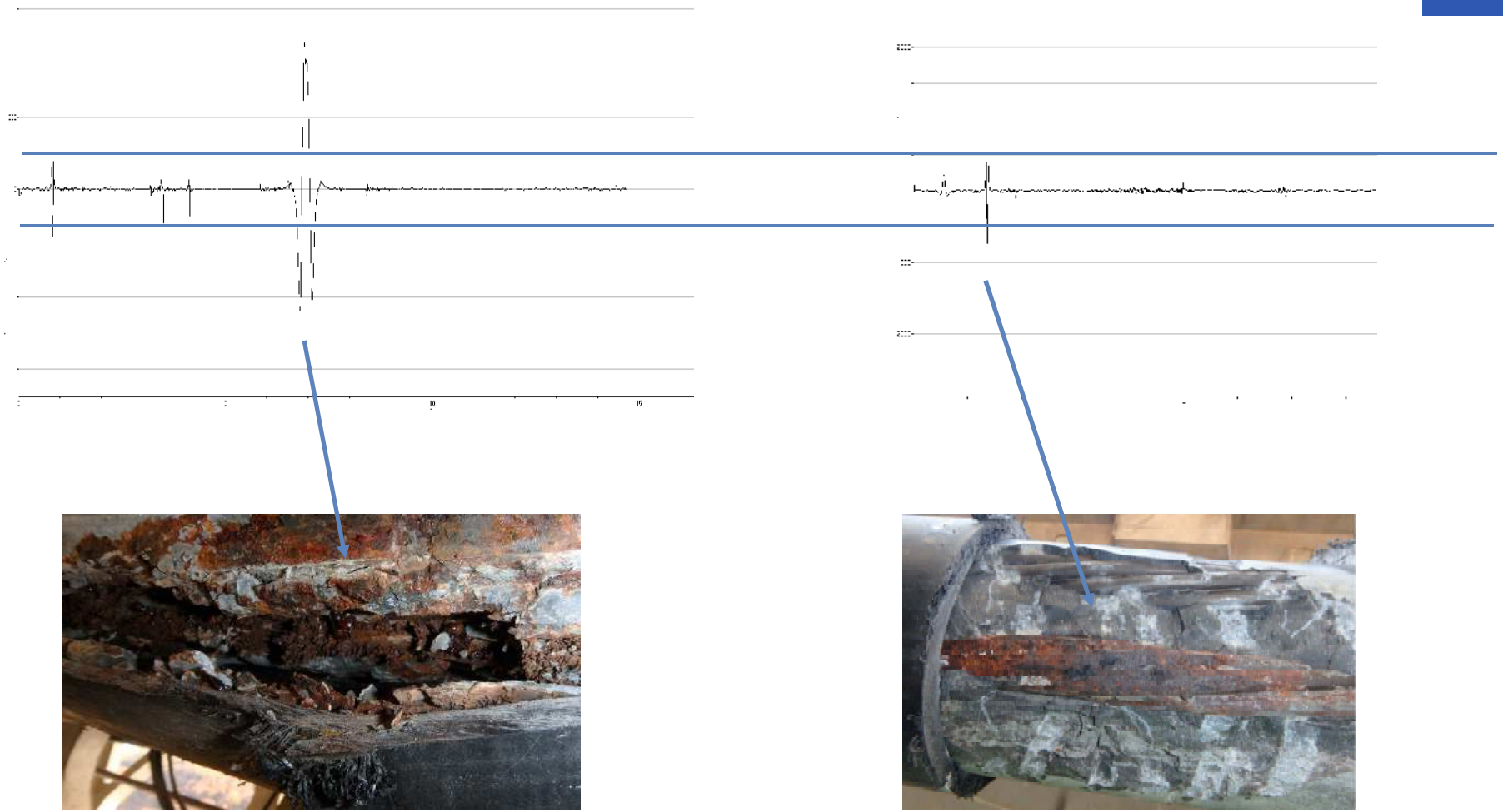






Résultats de mesures

Evaluation de l’endommagement



Possibilités

- Méthode fiable et non destructive de détection de défauts de section
- Détection de fortes pertes de section et de zones d'initiation de corrosion
- Bon ordre de grandeur de l'évaluation de l'endommagement validé grâce aux essais en laboratoire et aux ouvertures de fenêtres (Cerema Centre-Est)
- Contrôle en partie courante et manchons
- Faible nombre de défauts mais 1 défaut majeur (1/500) : nécessité de mesures exhaustives

Limites

- Difficultés à quantifier précisément l’ampleur des dégradations (pourcentage de perte de section indéterminé)
- Insuffisant, sans hypothèses supplémentaires, pour un recalcul théorique en état dégradé
- Impossibilité de contrôle aux ancrages, déviateurs, zones avec tubage/feuille métallique ou élément magnétique
- Difficultés de manutention et d’adaptation aux différentes configurations des câbles rencontrées sur site

Perspectives

- Possibilités d’affiner la quantification de la détection par des campagnes de tests sur échantillons pré-endommagés et préfabriqués en laboratoire + REX de dépose ou ouverture de câbles sur site
- Adaptation au contrôle de haubans de type multi-torons parallèles
- Développement d’un matériel modulable et de manutention simplifiée (réduction de la qualité de détection ?)

Merci de votre attention

Bastien VAURIGAUD, Cerema Sud Ouest

bastien.vaurigaud@cerema.fr

Hélène CHEMINEAU, Cerema Sud Ouest

helene.chemineau@cerema.fr

Equipe projet Cerema Sylans-Glacières

Cerema Centre Est : GERMAIN Didier - GUYOT Fabien

Cerema Sud Ouest : CHEMINEAU Hélène - CHERRIER Jean-François - LANHER Alexandre - PAJAK David - PIEDNOIR Rémi - SCOUFLAIRE Jonathan - VAURIGAUD Bastien - YOU Youthy