

Réemploi du auvent métallique du quai de transfert

PROJET D'AMÉNAGEMENT DU SITE EPINAL- RAZIMONT

MOA : SICOVAD

MOE

ER architectes
David Rombaut

ICS Bois
Sandrine Voranger

Bellastock
Cécile Marzorati –
Grégoire Saurel

DATE 21 – 04 – 2021



Réemploi de la structure métallique du auvent qui couvre l'actuelle zone de transfert.

L'infrastructure de la nouvelle zone de transfert doit être construite à neuf sur le même site, à quelques dizaines de mètres de l'ancienne et présente les mêmes dimensions.

Initialement, il a été prévu une charpente neuve pour couvrir cette nouvelle zone. Le bon état général de conservation de la structure actuelle (construction datant de 2001) nous permet d'étudier la possibilité de son réemploi moyennant des travaux d'adaptation de l'existant.

Surface 948 m² - Poids estimé 50T - Lot soumis à la garantie décennale



1. Protocole technique de réemploi du auvent métallique

1.1 RESSOURCES DOCUMENTAIRES ET MÉTHODOLOGIQUES

Guide FBE, Méthodologie de diagnostic et d'évaluation des performances pour le réemploi des éléments d'ossature en acier

Mars 2021

Rédacteurs

Olivier DUPONT / MECD

Thibault MAQUENHEIM / CTICM

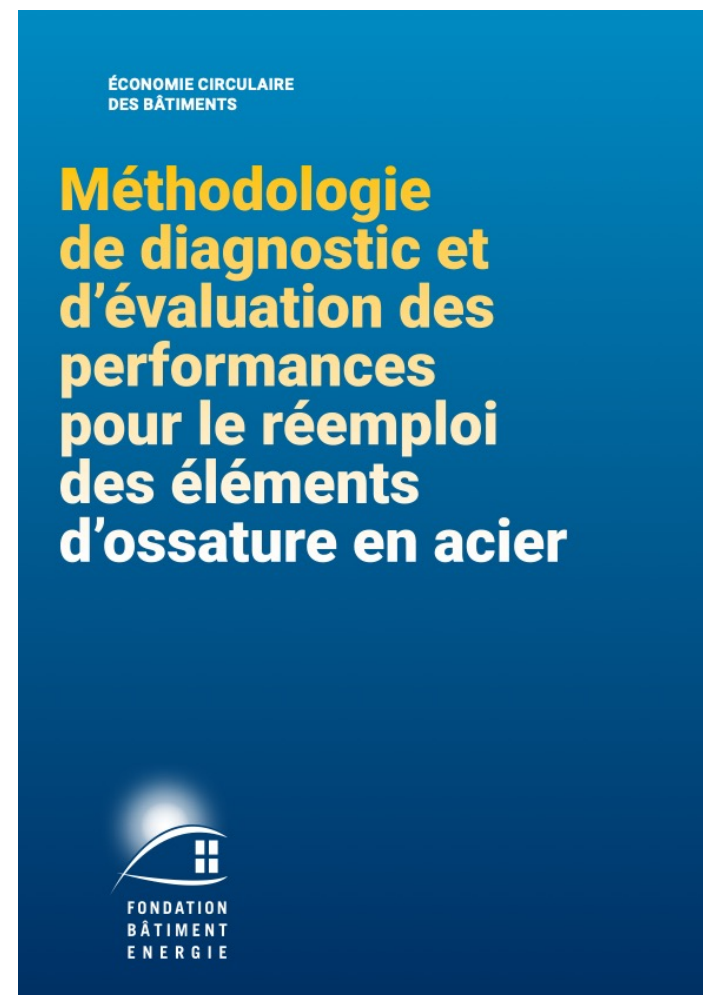
Pascal BONAUD / CTICM

Andrei BALGIU, Carole LE BLOAS / QUALICONSULT

Ingrid BERTIN / SETEC

AQC Bellastock Cycle Up Doyère Déconstruction Raedificare

Sylvain LAURENCEAU / CSTB



Objectif

Dimensionner l'ouvrage selon les caractéristiques déterminées du gisement, et les propriétés du site, conformément aux référentiels réglementaires de dimensionnement.

Principe méthodologique

L'acier est un matériau qui ne bouge pas dans le temps s'il n'est pas soumis au phénomène de fatigue / s'il a une protection anti-corrosion adaptée à sa vie 1.

Enjeux

Qualifier le gisement pour valider l'aptitude au réemploi ce qui implique :

- Caractériser précisément le gisement – objet du protocole d'évaluation technique (définition des performances et modes de preuve) ;
- Caractériser correctement le site et ses contraintes spécifiques ;
- Définir les caractéristiques propres au nouvel ouvrage

1.4 AVANCEMENT DU DIAGNOSTIC DU GISEMENT

Documentation collectée :

- Plans DOE – 2001 : Arteo architecture / Sebacop

Documentation produite :

- Reportage photographique Drone ;
- Diagnostic visuel ;
- Caractérisation de la nuance de l'acier d'une pièce de la structure :

1.4 AVANCEMENT DU DIAGNOSTIC DU GISEMENT

Informations sur les produits – *analyse documentaire (DOE)* :

- **Date de construction** : 2001
- **Protection anti-corrosion** : galvanisation ;
- **Boulonnerie** : **classe 8.8** / Pannes et liens de pannes : Bls diam. 12 / Contreventements : Bls diam. 16 / Encastremets : Bls diam 20 ;
- **Dimensions des éléments utilisés et plans de DOE**

N.B : Pas de notes de calcul, pas de fiche produit avec nuance des aciers, différences entre plans et structure actuelle (réhausse)

Eléments conservables :

- Eléments structurels, poteaux, profils cintrés, pannes, tirants

Eléments à remplacer :

- Bacs acier : pas d'infos sur type de fixation des bacs acier. A creuser pour méthode de dépose.
- Eléments manquants (quelques tirants) ou endommagés (pas d'éléments relevés pour le moment)
- Remplacement des tirants à rallonger ;
- Remplacement complet de la quincaillerie (vu sur place, uniquement des boulons classe 8.8, à priori pas de boulons HR, tout est démontable).

Travaux de préparation/adaptation :

- Complément de protection anticorrosion (peinture riche en zinc) si trous à l'emplacement des fixations manquantes.

1.4 PROTOCOLE TECHNIQUE – ÉTUDES : DÉFINITION DES MODALITÉS DE VALIDATION DE L'APTITUDE À L'EMPLOI

PERFORMANCES À FIABILISER ET MODES DE PREUVE

1. Propres au gisement (la structure existante)

- **Propriétés physico-chimiques des aciers (composition chimique, limite d'élasticité, résistance traction)**
 - ⇒ *Enjeu 1 : Ne pas détériorer la structure existante avec des essais destructifs.*
 - ⇒ *Enjeu 2 : Déterminer un plan d'échantillonnage adéquat (a minima par catégorie de pièces un échantillonnage spécifique)*

Modes de preuve proposés :

Des essais non destructifs dès la phase APD :

- Analyse chimique par spectrométrie d'émission optique (sur site)
- Mesure de dureté (sur site) -> permet par une norme d'équivalence d'apprécier les caractéristiques de résistance du matériau

En complément après dépose de la structure :

- Prélèvement d'un échantillon, pour certifier les premiers résultats
- Essai de traction (en laboratoire) – analyse chimique et coupe métallographique

1.4 PROTOCOLE TECHNIQUE – ÉTUDES : DÉFINITION DES MODALITÉS DE VALIDATION DE L'APTITUDE À L'EMPLOI

PERFORMANCES À FIABILISER ET MODES DE PREUVE

1. Propres au gisement (la structure existante)

- **Propriétés physico-chimiques des aciers (composition chimique, limite d'élasticité, résistance traction)**
⇒ *Enjeu 1 : ne pas détériorer la structure existante avec des essais destructifs.*
⇒ *Enjeu 2 : déterminer un plan d'échantillonnage adéquat (a minima par catégorie de pièces un échantillonnage spécifique)*

Modes de preuve proposés :

Avantage des essais sur site :

- Possibilité de tester plus de pièces (tant que ça passe dans la journée)
- Essais non destructifs – peuvent être faits dès APD / conception

Inconvénient :

- moins précis qu'un essai de traction en laboratoire

Attention : disponibilité du spectromètre portable. Uniquement 2 appareils disponibles pour l'institut de soudure sur la France.

1.4 PROTOCOLE TECHNIQUE – ÉTUDES : DÉFINITION DES MODALITÉS DE VALIDATION DE L'APTITUDE À L'EMPLOI

PERFORMANCES À FIABILISER ET MODES DE PREUVE

1. Propres au gisement (la structure existante)

- **Diagnostic** pièce par pièce pour : vérifier intégrité / absence de déformation, corrosion, plastification/ *préciser modes d'assemblage (fixation des bacs acier) ...*

=> *Enjeu 1 : Attention, des différences notables entre plans et relevés (réhausse de la structure sur socles métalliques rapportés, Modification du nombre de trames de pannes 2 et 3 / plans initial- pas clair sur les plans d'existant) ;*

⇒ *Enjeu 2 : définition des critères d'acceptabilité pour diagnostic technique visuel – compétences diagnostiqueur ?*

⇒ *Enjeu 3 pour aller plus loin : Possibilité de conservation des boulons non démontés si on sait démonter des parties de structure ? quelle garantie ?*

Modes de preuve proposés :

- Diagnostic visuel en phase APD ;
- Diagnostic réitéré et conforté : après dépose, après stockage temporaire, après préparation
- Relevé géomètre de la position des poteaux pour recollement avec les plans DOE. *(demande en cours)*

1.4 PROTOCOLE TECHNIQUE – ÉTUDES : DÉFINITION DES MODALITÉS DE VALIDATION DE L'APTITUDE À L'EMPLOI

PERFORMANCES À FIABILISER ET MODES DE PREUVE

1. Propres au gisement (la structure existante)

- **Diagnostic** de l'état de la protection anticorrosion
⇒ *Enjeu : Quel échantillonnage ?*

Modes de preuve proposés :

- Mesure des épaisseurs de zinc (galvanisation) car correction locale possible au pinceau et peinture riche en zinc après brossage

1.4 PROTOCOLE TECHNIQUE – ÉTUDES : DÉFINITION DES MODALITÉS DE VALIDATION DE L'APTITUDE À L'EMPLOI

PERFORMANCES À FIABILISER ET MODES DE PREUVE

2. Caractéristiques propres au site

Enjeu : vérifier si les contraintes de site sont comparables à celles pour lesquelles a été dimensionné l'ouvrage initial

– définir les nouvelles hypothèses de charges et le cadre normatif de vérification

- Charges neige et vent ;
- Etudes géotechniques ;
- Aléa sismique (catégorie d'ouvrage : II – zone sismique : 3 – classe de sol : suivant étude géotechnique)
- Vérification suivant les règles Eurocodes (entrée en vigueur 2010), comme un ouvrage neuf alors que l'ouvrage a été dimensionné suivant le CM66 avec NV 65 et PS92 (construction en 2001)

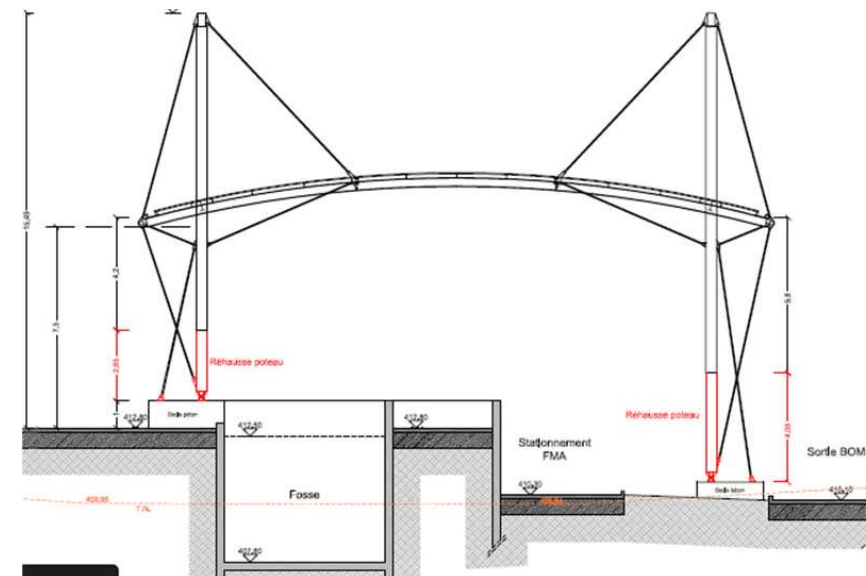
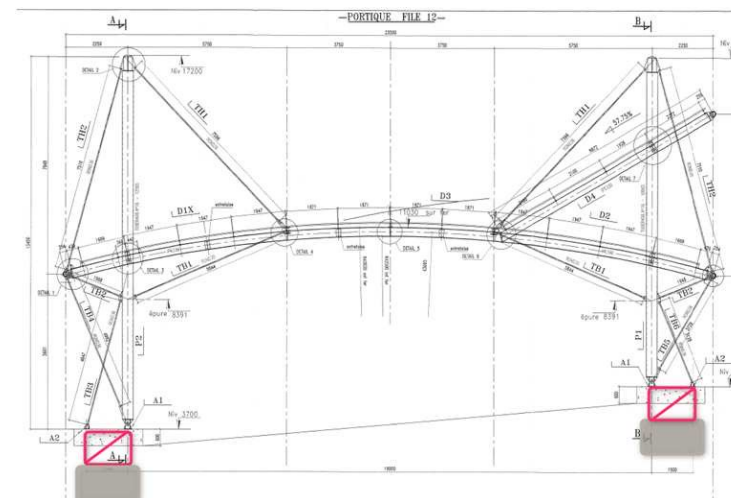
1.4 PROTOCOLE TECHNIQUE – ÉTUDES : DÉFINITION DES MODALITÉS DE VALIDATION DE L'APTITUDE À L'EMPLOI

DÉFINITION DES CARACTÉRISTIQUES PROPRES AU NOUVEL OUVRAGE

Géométrie :

- Modification du cintrage de la structure sur la dernière travée – plus de toiture relevée
- Modification de la hauteur des poteaux
- Nouvelle couverture : à choisir avec des caractéristiques similaires pour dimensionnement des charges et éviter renforts éventuels

N.B : Il pourrait être intéressant de réaliser le modèle de calcul avant avec des hypothèses pessimistes S235 ou S275. Afin de cibler les résistances critiques à vérifier en priorité



1.5 PROTOCOLE TECHNIQUE – CHANTIER : DÉFINIR LES CONDITIONS DE CONSERVATION DES CARACTÉRISTIQUES DU GISEMENT EN PHASE CHANTIER (DÉPOSE, CONDITIONNEMENT, MANIPULATION, STOCKAGE, PRÉPARATION) POUR SA REMISE EN OEUVRE

PROTOCOLE DE DÉPOSE

- Dépose des éléments secondaires non structurels
- Dépose de la couverture et des éléments annexes (chemin de câble, EP, équipement d'éclairage...)
- Hypothèses : Démontage des composants par travée : mise en tension puis déboulonnage et levage
- Etalement et stabilité provisoire à valider en étude avant intervention
- Vérifications – nettoyage – étiquetage pièces / orientation (Nomenclature à préciser, support, plan de marquage en amont)
- Etablissement d'un PAQ et d'une méthodologie précise avec l'entreprise – Points de contrôles (internes/externes ?) à instaurer

PROTOCOLE DE PRÉPARATION /ADAPTATION

- Découpe des poteaux – préparation pour assemblages sur les rallonges
- Ajout protection anti-corrosion sur pièces travaillées : définition de la nouvelle protection /procédure
- Eventuels renforts et changement de pièces
- Remontage pièce par pièce ou par tronçons – Méthodologie pour pose avec étalement et stabilité de montage à étudier avec l'entreprise

1.6 PROTOCOLES TECHNIQUES : CONDITIONS DE VALIDATION ET PROCHAINES ÉTAPES ASSOCIÉES

Proposition d'études complémentaires / accompagnement à mener :

- Diagnostic technique sommaire du auvent sur site : CTICM
- Accompagnement à la rédaction du protocole technique de réemploi et à la définition des essais de caractérisation complémentaires à réaliser : CTICM ;
- Diagnostic technique détaillé du auvent (pièces par pièce) sur site : BET / CTICM
- Essais de caractérisation : laboratoire COFRAC ou autre
- Etudes de dimensionnement / conception : CTICM
 - Nota : Etudes exécution à la charge de l'entreprise
- VISA des documents d'exécution : CTICM

=> issues des échanges entre la MOE (ER, ICS, BS) et le BCT

2. Evaluation de l'impact économique du réemploi (au coût global)

Comparaison scénario neuf / scénario réemploi

SCÉNARIO NEUF

* y.c. démolition avec traitement en filière recyclage de l'existant. fourniture neuve et mise en œuvre

PROVISION APS 277 000 €

SCÉNARIO RÉEMPLOI

* Peu de renforcement structurel intégré au chiffrage

* Hors-études de MOE (mission de base)

Rouge : études complémentaires

TOTAL HT 271 603 €

ETUDES DE DIAGNOSTIC TECHNIQUE + DIMENSIONNEMENT 56 603 €

Diagnostic technique - pièce par pièce

Accompagnement à la définition du protocole technique : études et chantier

Plan d'échantillonnage

Etudes de dimensionnement de l'ouvrage

Essais de caractérisation des propriétés physico-chimiques de l'acier (11 échantillons)

4 840 € IS

Echantillons supplémentaire (PU/essai - non comptabilisé : 650 € HT)

2 000 € IS

Préparation et location engins pour essais in situ : nacelle, échaffaudage...

2 688 €

Accompagnement MOE, rédaction des protocoles techniques, coordination et suivi

21 975 €

CTICM

TRAVAUX STRUCTURE CHARPENTE 180 000 €

TRAVAUX DECONSTRUCTION

Dépose soignée, nettoyage, conditionnement

Fourniture spécifique (filets de sécurité)

à chiffrer

ETUDES d'EXE

Etudes d'exécution : modélisation et plans des rehausses

TRAVAUX PRÉPARATION / FABRICATION

Reprise traitement de surface (revêtement anti-corrosion) ponctuelles

Adaptations / Fabrications (rehausses poteaux / nouveaux tirants) : 4T

TRAVAUX MISE EN ŒUVRE

Pose (compris moyens)

Encadrement de chantier

VISA MOE complémentaire

compris dans forfait CTICM

ALEAS TRAVAUX

Renforts

15 000 €

TRAVAUX COUVERTURE 35 000 €

Fourniture neuve (bac acier couverture, boulonnerie, etc) - sans renforts

RESTE (aléas, surprime assurance DO, études non-anticipées, renforts structurels, protection anti-corrosion)

5 397 €

Etudes subventionnables à 70 % ?

39 622 €

4. Quelle chaîne de responsabilité ?

RÉEMPLOI ET MAÎTRISE DES RISQUES

RÔLE DES ACTEURS SUR UN CHANTIER« CLASSIQUE »

Une double responsabilité en chaîne :

- Entre les acteurs du projet et ceux du chantier ;
- Entre les acteurs de la filière et ceux du chantier

ECHELLE : CHANTIER

QUI ?	MOA	MOE	Artisan / Constructeur
QUOI ?	Commande : émet des besoins, décrit un programme, donne son avis sur les choix architecturaux et matériels...	Décrit et prescrit dans un CCTP un élément de construction	Fournit le produit conformément au CCTP ; Pose selon un corpus de normes et de règles de l'art dit « courant »
RESPONSABILITÉ ASSURANCELLE ?	Assurance dommage-ouvrage	Garantie décennale (clos-couvert) ou biennale	Garantie décennale (clos-couvert) ou biennale sur la pose ssi respect des modalités décrite par le fabricant du produit

ECHELLE : CHAÎNE INDUSTRIELLE

Fabricant

Fabrique et garantit le produit

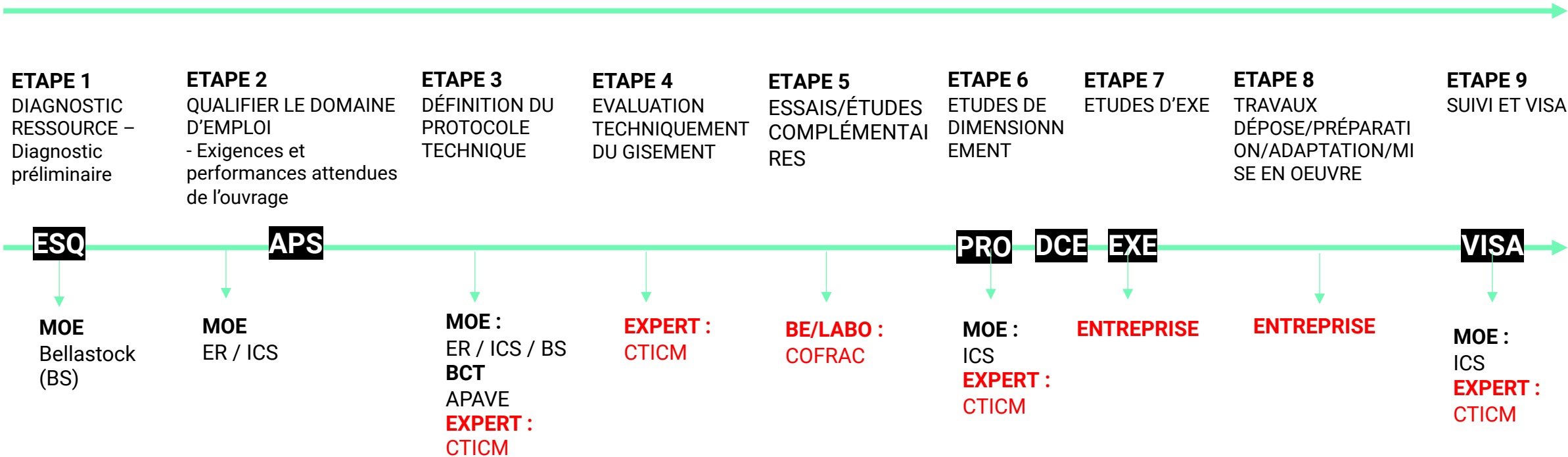
Garantie produit sur :

- Le domaine d'emploi
- L'usage,
- Pour un temps donné
- Pour une seule mise en œuvre a priori

ETAPES ET RÔLES DES ACTEURS

MOA

- Commande, prescrit,
- Est propriétaire de l'ouvrage et de ses éléments constitutifs



1. RÉEMPLOI ET MAÎTRISE DES RISQUES

RÔLE DES ACTEURS SUR UN CHANTIER« RÉEMPLOI »

ECHELLE : CHANTIER

Le réemploi modifie la **classique chaîne de fabrication d'un produit** en une **chaîne de collecte et de préparation de produits** :

- Cela peut impacter le chaîne de responsabilité ;
- Les acteurs de la commande (MOA), de la prescription (MOE), et de la pose (entreprises) porteront de **nouvelles responsabilités pour bien articuler la garantie du produit avec celle de la pose et de l'ouvrage.**

QUI ?	MOA	MOE	Evaluateur technique (CTICM) ?	Artisan / Constructeur
QUOI ?	Commande : émet des besoins, décrit un programme, donne son avis sur les choix architecturaux et matériels... Propriétaire des matériaux de réemploi	Décrit et prescrit un ouvrage Co-défini les modalités de caractérisation technique du réemploi (protocole technique) Co-caractérise le gisement et évalue son aptitude à l'emploi	Co-défini les modalités de caractérisation technique du réemploi (protocole technique) Co-caractérise le gisement et évalue son aptitude à l'emploi VISA	Fabrique le produit le produit conformément au CCTP ; Pose selon un corpus de normes et de règles de l'art dit « courant »
RESPONSABILITÉ ASSURANCIELLE ?	Assurance dommage-ouvrage	Garantie décennale	?	Garantie décennale
				Garantie produit ?