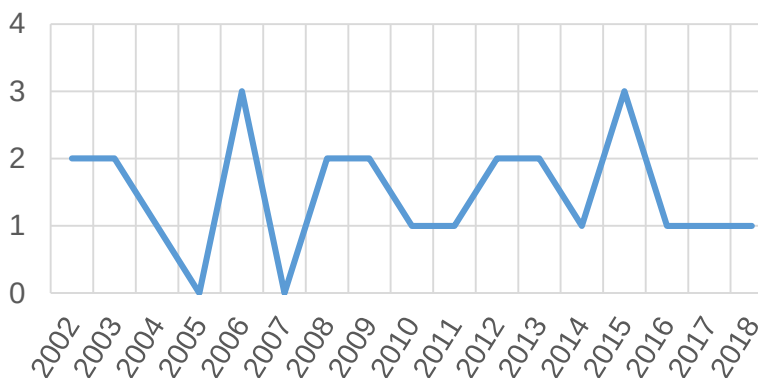


Les diagnostics visuels sont-ils suffisants pour anticiper les ruptures de cellules béton ?

En 30 ans, le BARPI a enregistré 30 ruptures ou effondrements de silos en France. Ces accidents touchent principalement les cellules métalliques mais les cellules béton sont également concernées avec 9 accidents enregistrés dans la base ARIA.

Evolution du nombre d'effondrement ou de rupture de silos de céréales



Les causes relevées dans les ruptures de cellules béton diffèrent :

- ✓ une corrosion des cerces en acier par infiltration d'eau depuis le toit terrasse dans les vides de barres à vérin : corrosion non visible (ARIA 52062) ;
- ✓ un manque de ferrailage (ARIA 25044), un enrobage insuffisant, un espacement de cerces trop important (ARIA 41682) ;
- ✓ une corrosion du ferrailage du béton armé (ARIA 35043, 26862) ;
- ✓ un déficit important en armatures horizontales (ARIA 26862) ;
- ✓ une diminution de la section des structures en acier par étirement au niveau des zones de rupture (ARIA 26862) ;
- ✓ la présence de nombreux vides autour des structures en acier et la présence de fissures verticales le long des barres de vérin sur la paroi interne de la cellule (ARIA 26862) ;
- ✓ l'ajout d'un système de vidange latérale après la construction (ARIA 23182).

ARIA 41682 – 30/01/2012 – SEINE-MARITIME

Dans un silo portuaire de 45 000 t de céréales, la paroi cylindrique d'une cellule en béton de 60 m de haut (Cap : 3 500 t) se rompt transversalement à 15 m de haut, laissant le stock de blé s'écouler sur le quai par la zone endommagée de 4 m². Ce silo construit en 1983 se compose d'une tour d'élévation de 75 m de haut et de 18 cellules regroupées par blocs de 4 ou 6 cellules, 4 dans le cas présent. L'exploitant met en place un périmètre de sécurité de 150 m et vidange la cellule endommagée ainsi que les 3 autres constituant le bloc pour limiter la pression sur les parois.

Une entreprise spécialisée avait diagnostiqué en 2008 des problèmes de corrosion des aciers et des défauts du béton, d'importance variable, sur les 4 silos implantés dans la zone portuaire. L'analyse des causes de l'accident met en avant le non-respect des données constructives avec notamment un manque de ferrailage, un enrobage insuffisant, un espacement de cerces trop importants.

Quelques questions à poser aux exploitants

- ✓ Les débits de vidange actuels des cellules sont-ils compatibles avec ceux définis lors de la conception des cellules ?
- ✓ Si des modifications structurelles ont été réalisées (vidange latérales, débits augmentés,...), une nouvelle note de calcul d'un expert a-t-elle été rédigée ?
- ✓ Quelles sont les procédures de contrôles mises en place (contrôles visuels, destructifs, radiographiques, ...) pour surveiller le vieillissement des structures du silo ?
- ✓ Des désordres ont-ils été observés ?
- ✓ Quel suivi est mis en place (réalisation de travaux, arrêt ou modification d'exploitation,...) ?

La profession et l'administration ont pris en compte cette problématique de rupture et d'effondrement de structure, notamment en réalisant des guides qui définissent les défaillances observables et les techniques à mettre en œuvre pour approfondir un diagnostic :

- « guide inspection et maintenance des installations de stockage de céréales » édité par Coop de France ;
- note sur le vieillissement des structures de silos en béton rédigé par la DREAL Normandie.

Les contrôles visuels ne sont pas suffisants pour prévenir les accidents. Des diagnostics complémentaires par des bureaux spécialisés doivent être réalisés car les prémices d'un effondrement ne sont pas toujours visibles. L'effondrement de silo d'août 2018 (ARIA 52062) illustre bien ce cas de figure.



ARIA 52062 – 10/08/2018 – PAS-DE-CALAIS

Lors de la livraison de céréales, un silo s'effondre sur 50 % de sa hauteur. Un problème de pentes des toitures terrasses datant de la construction de l'ouvrage a permis l'accumulation et l'infiltration d'eau au niveau des vides de barres à vérins mal rebouchés. Cette infiltration a entraîné sur le long terme la corrosion des aciers en cerces sous la terrasse. Sous l'effet de la poussée des céréales lors du remplissage, ces aciers se sont rompus, entraînant en cascade la rupture des cerces non corrodées.

Un diagnostic visuel avait été réalisé un an plus tôt. Des désordres avaient été identifiés mais pas ceux à l'origine de l'effondrement. Ces diagnostics visuels ne permettent pas de détecter des corrosions très localisées comme celles à l'origine de cet accident. Une mesure de potentiel de corrosion aurait pu le mettre en évidence, mais cette technique assez coûteuse n'est proposée que pour des ouvrages qui présentent des éclats avec des aciers apparents. Ce qui n'était pas le cas des aciers corrodés qui ont rompu sur ce silo.

Pour pallier ce sinistre, le rapport d'expertise préconise une détection généralisée de la corrosion des armatures d'acier dans le béton par établissement des cartes de potentiel, associée à des sondages ponctuels ciblés sur les résultats de la carte de potentiel établie.

*Des techniques complémentaires pour approfondir les diagnostics,
à faire réaliser par des bureaux spécialisés :*

- ✓ Détection de la position, du diamètre et de la continuité des armatures.
- ✓ Contrôle de la résistance, de l'homogénéité, de la carbonatation et de la composition du béton.
- ✓ Cartographie du potentiel de corrosion des armatures des silos béton associés à des sondages destructifs ponctuels afin de s'assurer que d'autres paramètres n'influencent pas les différences de potentiel observées.
- ✓ Refaire les notes de calcul de la tenue de la structure selon les eurocodes.