

**Problématiques sur les effets de l'affaissement conséquent à la creusage des tunnels métropolitains dans les structures en maçonnerie. L'étude de l'édifice *Industria* à Amsterdam**

de Monica Gaude et Emanuela Guglielmi  
Tutor : Stefano Invernizzi

La résolution du problème de la circulation superficielle est aujourd'hui une nécessité pour la plus grande partie des villes, de plus en plus congestionnées. C'est pour ça que la solution adoptée est la réalisation des lignes métropolitaines souterraines. Il devient essentiel perfectionner les techniques monitoratives du sol et des édifices impliqués à cause du creusage des galeries, avec attention pour l'endommagement statique et esthétique des édifices historiques en maçonnerie, plus sensibles à ces mouvements.

Spécifiquement en Amsterdam, la condition particulière du sol rends obligatoire une analyse plus sévère.

Nous avons étudié la conduite structurale dans l'édifice appelé *Industria*, en 1913, qui regarde sur Dam Place, impliqué dans les travaux pour la réalisation de la nouvelle ligne métropolitaine Noord/Zuid, qui traversera le "cœur" historique de la ville.



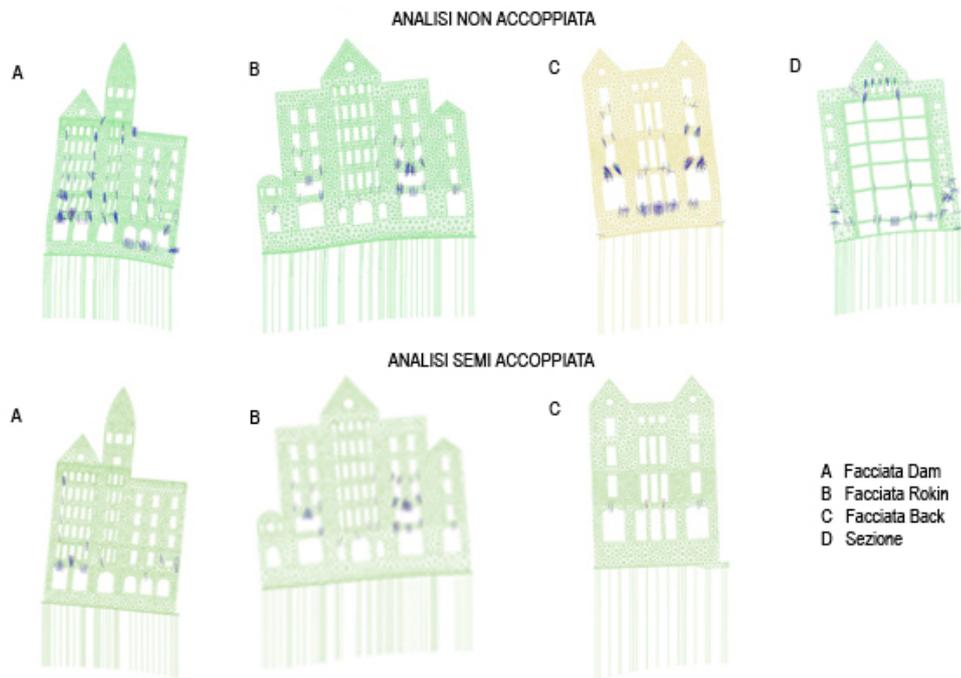
Rue Rokin. Ici la Noord/Zuidlijn viendra réalisée en souterraine.  
Au fond de la photographie nous pouvons voir l'édifice *Industria*

Nous avons fait une large analyse numérique avec la forme des classiques modèles pas-linéaires à fracture diffuse (smeared crack model), avec l'apport instrumental du Code DIANA et les connaissances théoriques de la Science de la Construction.

La structure de l'édifice a été analysée avec la modélisation des plus importantes sections à deux-dimensions, parallèles et orthogonales à la trace des tunnels. Le modèle comprend une représentation des piliers, alors que les affaissements des couches profondes du sol sont fixés par les essais géotechniques.

Nous avons bon traité d'abord le cas Pas-Couplé, avec l'interaction sol-structure, et ensuite cet Semi-Couplé, avec l'introduction des ressorts (springs) qui sont en mesure d'absorber l'effet de l'affaissement par le passage des TBM (Tunnel Boring Machines).

Dans l'analyse Semi-Couplé nous avons relevé une évidente diminution des fissures visibles pour les façades considérées. En particulier nous avons remarqué que les éléments ressort ont apporté la rotation rigide de l'entière façade et du mur de fondation de béton, avec conséquent limitation de l'extension des fissures.



Comparaison entre le conduit à fracture diffus de les façades en Analyse Pas-Couplé et Semi-Couplé

La position relative de la façade en ce qui concerne la distance de l'axe des tunnels est très important pour l'évaluation du dommage; nous pouvons avoir deux zones différentes: celle de hogging (plus périlleux) et celle de sagging. Si nous connaissons la zone où est la façade, nous pouvons déterminer en voie empirique-analytique les efforts de traction.

Si la déformation est due essentiellement à la flexion, la plus grande déformation de traction est située en correspondance des extrémités de la façade, avec l'apparition des fissures droites: par exemple dans la façade DAM.

Si la déformation est due à coupe, au contraire, les déformations sont inclinées à 45° près les extrémités, avec l'apparition des fissures en diagonale: par exemple dans les façades BACK et SECTION. Dans la SECTION la façade de maçonnerie avec la structure intérieure de béton, provoque dans le schéma une plus grande flexibilité et moins grande tension dans la zone de maçonnerie.

La façade ROKIN a un profil d'affaissement considérablement différent des cases précédentes, puisque cette façade est parallèle à l'axe du tunnel: la façade subirait un dommage progressif. Pour cette raison la façade serait moins critique: elle aurait des fissures qui, avec l'avancer de les creusages, s'ouvriraient et se refermeraient par conséquent.

Pour des valeurs de sveltesse (hauteur/longueur) inférieures à 1.5, il faudrait le conduire à coupe à déterminer les valeurs de seuil (poutre trapue), alors que pour des sveltesse plus grandes il faudrait plus important le conduire à flexion (poutre svelte); donc la relation de sveltesse est très importante pour déterminer la réponse structurelle.

La présence d'un épais mur de fondation de béton influence considérablement la conduite de la zone supérieure de maçonnerie. Le mur de béton se fléchit pour effet du mouvement du sol, comme un poutre renversée.

Les résultats de la simulation numérique permettent d'établir la distorsion angulaire critique autre la quelle sont nécessaires des contre-mesures pour empêcher la rupture de la façade.

Cette valeur peut être comparée à la valeur prévue et aux résultats du monitoring fait pendant l'avancement du creusement des tunnels.

Comme application de la méthode empirique d'évaluation du dommage, nous nous référons à la littérature anglaise; nous avons proposé le cas d'étude du Ritz Hotel, placé voisin au passage du Jubilee Line, et semblable à l'édifice *Industria* pour: composition géométrique, matériaux et pour sa position en ce qui concerne la distance de l'axe du tunnel.

La réalisation de la Ligne 1 à Turin, qui est sujet d'actualité pour sa inauguration à court terme, a nous porté à considérer l'analyse adoptée dans notre ville. Les similitudes se sont concentrées principalement sur les techniques pour l'installation des gares et la construction des galeries avec les TBM.



Maquette fait pour simuler la fuite de volume pendant le avancement du creusages et l'interaction avec l'édifice situé au-dessus

Pour obtenir plus d'information, e-mail:  
Monica Gaude: [monica\\_gaude@yahoo.it](mailto:monica_gaude@yahoo.it)  
Emanuela Guglielmi: [manugugli@hotmail.it](mailto:manugugli@hotmail.it)

---

Responsible:  
CISDA - HypArc, e-mail: [hyparc@polito.it](mailto:hyparc@polito.it)