

**Commission
de Normalisation
Justification
des Ouvrages
Géotechniques**

PRESIDENT

Sébastien BURLON

SECRETARIAT

Gilles Valdeyron

☎ 05 56 70 63 10

✉ Gilles.Valdeyron@cerema.fr

Destinataires :

Membres de la CNJOG

Objet : Recommandations sur l'utilisation des procédures itératives d'interaction-sol-structure

Objectifs des procédures d'interaction-sol-structure

Les procédures itératives d'interaction-sol-structure se sont largement répandues ces dernières années et permettent d'organiser les échanges entre les modélisations de structures et les modélisations géotechniques sous forme d'actions et de réactions pour fiabiliser l'estimation :

- d'une part de la descente des charges et des sollicitations internes dans la superstructure : cet objectif est nécessaire pour les constructions présentant une rigidité relative élevée par rapport au sol (par exemple un système de fondations profondes de diamètres et/ou de raideurs différents reliées par un diaphragme) ;
- d'autre part des déplacements (cuvettes de tassements, rotations, flèches etc.) : cet objectif est nécessaire pour les constructions sensibles aux déplacements, c'est-à-dire celles pour lesquelles le déplacement constitue explicitement un critère de conception.

L'approche classique dans une procédure d'interaction-sol-structure consiste à exploiter les modélisations géotechniques pour établir une estimation de la raideur apparente des fondations, qui sert ensuite de condition d'appui élastique linéaire à la modélisation de la structure.

Commentaires sur les procédures d'interaction-sol-structure

Les procédures d'interaction sol-structure appellent les commentaires suivants :

- pour la majorité des bâtiments courants (construction de quelques étages fondée sur un terrain de raideur moyenne), la rigidité relative de la structure par rapport au sol est généralement faible et il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des procédures d'interaction sol-structure pour estimer la descente des charges. Dans certains cas, il peut être utile de comparer la descente de charge issue d'un modèle de structure sur appuis fixes à celui d'un modèle de structure sur appuis élastiques ;
- au cours de procédures d'interaction sol-structure, la cohérence entre les déplacements (en termes d'amplitude et d'étendue) issus de la modélisation géotechnique et ceux issus de la modélisation de structure doit être assurée. Elle peut, dans certains cas, nécessiter des itérations et doit seulement être assurée en termes « d'ordre de grandeur » car le déplacement (et donc la raideur) des fondations est estimé généralement à 50% près. En particulier, la précision apportée par un niveau de

convergence de quelques pourcents entre les modèles structuraux et géotechniques est illusoire. Des analyses paramétriques sont par exemple plus appropriées pour gérer ces incertitudes ;

- les incertitudes inhérentes aux propriétés des terrains, aux méthodes de calcul utilisées ou aux aléas d'exécution (notamment les terrassements, remblaiements et compactages autour des fondations, les recépages, etc.) sont en général largement plus grandes que celles liées à la précision des calculs. Il s'ensuit que ces procédures doivent être mises en œuvre uniquement pour des projets de construction (bâtiments, tours, quais, ponts, etc.) pour lesquels ces incertitudes sont correctement maîtrisées. En particulier, les reconnaissances géotechniques doivent comprendre un volume d'essais suffisant. Les aspects économiques du projet sont aussi à prendre en compte : les analyses des résultats des procédures itératives d'interaction-sol-structure sont longues à mener et leurs coûts sont à comparer à celui du système de fondations projeté.

Il est donc conseillé de ne pas mettre en œuvre systématiquement de procédures nécessitant des itérations. D'autres procédures plus directes sans itération et d'un niveau de précision néanmoins acceptable existent.

Choix du type de modélisation

Différents types de modélisations sont définis à titre indicatif dans le tableau 1 ci-dessous en fonction des enjeux en termes de conception et de dimensionnement.

Le choix entre ces différents types de modélisations peut évoluer selon les étapes du projet en fonction des résultats obtenus.

Tableau 1. Types de modélisations et enjeux de conception et de dimensionnement

<i>Enjeux sur les déplacements, les déplacements différentiels et la distribution des efforts dans la structure¹</i>	Types de modélisations		
	appuis fixes	appuis souples sans procédure itérative d'interaction-sol-structure	appuis souples avec procédure itérative d'interaction-sol-structure
<i>Faible</i>	Recommandé	Acceptable	Déconseillé
<i>Moyen</i>	Acceptable en début de projet	Recommandé	Recommandé si le calcul sans procédure itérative est insuffisant
<i>Fort</i>	Acceptable en début de projet	Acceptable en début de projet	Recommandé

¹ Des indications sont données par l'Eurocode 2 et l'Eurocode 0 pour apprécier la rigidité des structures et les effets des déplacements des terrains sur les structures.