



Aménagement urbain durable

Démarche FURET: Pour mieux faire accepter les chantiers urbains

Julian BILAL, COLAS SA

Comment lever la contradiction entre la demande sociétale pour les aménagements et services urbains et l'acceptabilité des chantiers travaux nécessaires à ces transformations? C'est la question que se pose tout maire, élu, maître d'ouvrage, responsable de centre commercial ou de parc de loisirs.

En cause, les gênes et les nuisances des chantiers dont le bruit est considéré comme la principale.

Lancé en 2009 par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), le projet collaboratif FURET (Furtivité Urbaine Réseau et Travaux) apporte la réponse et permet de créer les conditions favorables pour que les chantiers travaux publics soient l'annonce d'un changement positif, et ne soient pas le déclencheur d'une période négative.

La furtivité et l'acceptabilité d'un chantier dépendent étroitement de l'organisation et de la réalisation des travaux. L'analyse au préalable des risques, la planification des travaux, l'utilisation de techniques et matériaux adaptés sont d'autant des facteurs déterminants pour atteindre cet objectif.

Un chantier furtif se doit d'être discret, rapide, propre, avec un coût global maîtrisé. Il satisfait pleinement à la demande sociétale du développement durable de « minimiser la gêne chantiers ».

Le projet FURET, d'un coût global de 4,2 millions d'euros, a regroupé une grande diversité de partenaires du monde académique et opérationnel, ainsi que de grands maîtres d'ouvrage:

- Ville de Paris et Lille Métropole Communauté Urbaine (LMCU),
- Ifsttar et DRIEA Ile-de-France, pour le ministère de l'Écologie et du Développement Durable,
- RATP,
- L'entreprise COLAS,
- Le bureau d'ingénierie Egis,
- L'école des Ingénieurs de la Ville de Paris et l'Université de Versailles,
- 6T, consultant en sociologie et analyse des gênes et nuisances urbaines.

Ce projet de recherche a permis de mettre en place une méthodologie basée sur des modèles et des outils d'aide à la décision multicritères permettant de bien anticiper sur des options d'organisations et de techniques capables d'atténuer significativement l'impact des chantiers sur la qualité de vie des riverains et des usagers.

La méthodologie a mis clairement en évidence les problématiques de connaissance du sol support (réseau, pollution, nature du sol, etc.), de l'organisation industrielle des chantiers (matériaux, matériel, techniques de mise en œuvre, etc.), et surtout de la bonne communication et l'information pour s'organiser en amont et moins subir les chantiers.

Pour l'organisation industrielle des chantiers, un comparateur FURET d'aide à la décision a été développé pour permettre aux concepteurs (maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, entreprises, etc.) et aux responsables travaux,



Dossier : colloque chantiers

de bien identifier les risques et l'intensité des impacts, ainsi que leurs incidences, et par conséquent permettre un choix optimal de solutions et techniques pour une meilleure maîtrise de la qualité, de la sécurité, de l'environnement, des délais de réalisation, et coûts des chantiers.

Tous les chantiers des différents métiers des travaux publics et du petit génie civil ont été analysés, avec leurs risques, nuisances et gênes spécifiques.

Le comparateur FURET pour une meilleure acceptabilité des chantiers

Le comparateur FURET est un outil informatique d'appréciation des solutions de réalisation de chantiers travaux publics en termes de risque et de nuisances.

Principe et méthode

Dans le cadre d'un chantier urbain, l'analyse de risque consiste à utiliser l'information disponible pour établir des scénarios afin de comparer entre plusieurs solutions envisageables, pour en choisir la meilleure en termes de conséquences sur les ouvriers et les riverains, les biens matériels et l'environnement, donc en termes de développement durable.

Pour minimiser le risque pour la santé la sécurité, les nuisances et gênes sur les chantiers urbains, la méthode FURET d'analyse de risque, consiste à :

- Définir le cadre de l'étude: chantiers urbains de travaux publics et de petit génie civil, en phase de travaux et de réalisation chantier.
- Établissement du contexte: identification des risques et nuisances dans les différentes phases travaux des différents métiers et chantiers TP.
- Estimation et appréciation de l'intensité du risque et nuisances: estimation qualitative effectuée grâce à l'expérience et la connaissance des experts.
- Choix des meilleures solutions FURET: en fonction d'une notation globale finale pour les différentes solutions analysées pour le chantier étudié. Sinon, proposer des options de traitement permettant de minimiser les impacts.

Domaines et chantiers travaux publics FURET

La méthode FURET traite les domaines et métiers des activités travaux publics suivants :

- Travaux voiries et chaussées,
- Terrassement et géotechnique,
- Déconstruction - démolition,
- Fondations bâtiment et génie civil,
- Réseaux souterrains et aériens,

- Signalisation,
- Décontamination.

Dans chacun de ces domaines, nous avons analysé les différentes solutions et techniques utilisées sur chantiers, ainsi que les ateliers-types de réalisation et de mise en œuvre. Voir exemples en tableaux 1 et 2.

Fondations bâtiment et génie civil	Atelier-type de mise en œuvre ou de réalisation
Creusement des fouilles	Tracto-pelle
Compactage des fouilles	Cylindre
Matériaux traités aux liants hydrauliques et grave non traitée	Niveleuse ou pelle + cylindre vibrant
Colonnes ballastées	Grue
Injection de coulis et de résines	Matériel de percement + engin pneumatique
Maçonnerie	Marteau ; Scie
Construction métallique - Ferrailage	Grue ; Matériel spécial
Coulage du béton	Pompe et aiguilles vibrantes
Éléments béton préfabriqués	Grue ; Matériel spécial

Tableau 1. Exemple de solutions et techniques utilisées sur chantiers de fondation et de génie civil.

Déconstruction - démolition	Atelier-type de mise en œuvre ou de réalisation
Mécanique avec vibro-fonçage - grignotage	Matériel pneumatique ou électrique
Mécanique avec boule de démolition	Matériel grue
Vérinage	Matériel électrique

Tableau 2. Exemple de solutions et techniques utilisées sur chantiers de déconstruction et de démolition.

Gênes et nuisances sur les chantiers de travaux publics

Les principales gênes constatées sur les chantiers de travaux publics sont récapitulées dans le tableau 3.

En ce qui concerne le bruit et la vibration des engins, nous avons retenu les spécifications Ineris.

Sensorielle	Bruit Poussière Odeurs Vibrations
Accessibilité	- Perturbation de l'accès à la zone - Perturbation de l'accès à l'extérieur (pour les résidents) - Perturbation du déplacement dans la zone - Difficulté pour le stationnement - Perturbation des activités des riverains (sport, sorties...) - Modification des trajets empruntés - Modification des moyens de transport emprunté
Hygiène et cadre de vie	- Modification des heures de sommeil, de repos... - Perte des repères à cause des changements introduits par le chantier - Effets secondaires sur les bâtiments (fissuration des murs occasionnée par la vibration...) - Production de déchets, gravats

Tableau 3. Liste des gênes fréquemment constatées sur les chantiers de travaux publics.

À titre d'exemple, les niveaux admissibles de puissance acoustique autorisée depuis le 3 janvier 2006 sont les suivants pour quelques engins de chantier TP représentatifs :



Type de matériel	Puissance nette installée P (kW)	Niveau admissible de puissance acoustique (dB)
Engins de compactage : rouleaux compacteurs vibrants, plaques, pilonneuses vibrantes, etc.	$P \leq 8 \text{ kW (11 CV)}$	105
	$8 \text{ kW (11 CV)} < P < 70 \text{ kW (95 CV)}$	106
	$P > 70 \text{ kW (95 CV)}$	$86 + 11 \lg P$
Bouteurs, chargeuses, chargeuses-pelleteuses sur chenilles	$P \leq 55 \text{ kW (74 CV)}$	103
	$P > 55 \text{ kW (74 CV)}$	$84 + 11 \lg P$
Bouteurs, chargeuses, chargeuses-pelleteuses sur roues, tombereaux, niveleuses, compacteurs de remblais et de déchets	$P \leq 55 \text{ kW (74 CV)}$	101
	$P > 55 \text{ kW (74 CV)}$	$82 + 11 \lg P$

Tableau 4. Valeurs admissibles de puissance acoustique
Source : Guide technique Vibrations, Ineris - www.ineris.fr

À titre d'exemple, le graphique ci-contre montre les vibrations pour des engins de chantiers TP courants.

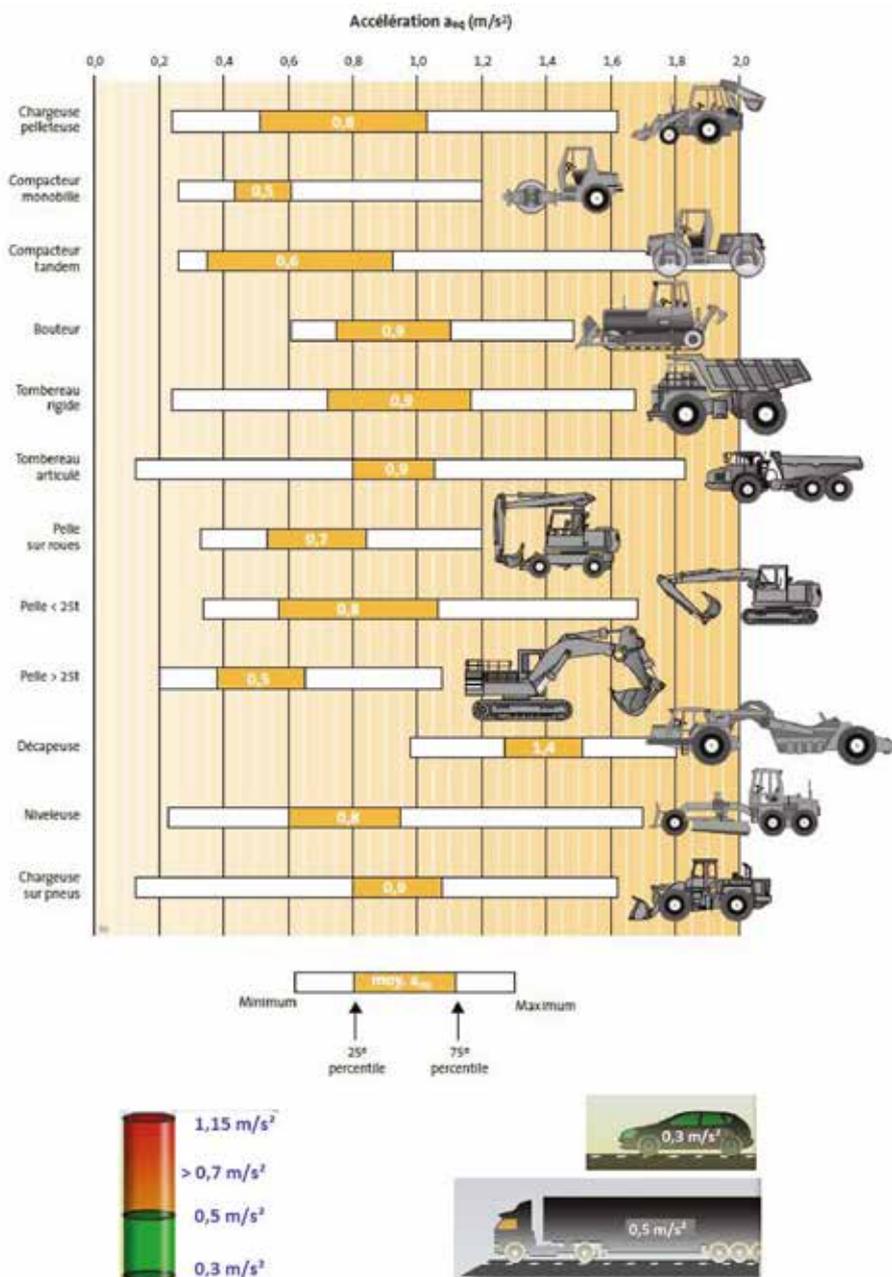
Liste des gênes et nuisances retenues pour une évaluation comparative des risques

La liste suivante des gênes et nuisances a été répertoriée (chantier et abords) :

- Les pollutions sonores,
- Les rejets dans l'air (odeurs, poussières, gaz, etc.),
- Les rejets dans l'eau et le sol,
- Les pollutions visuelles (déchets, fumées, salissures, dégradation des paysages, etc.)
- La perturbation de l'accessibilité et de la mobilité,
- La sécurité et risques pour les riverains,
- Les vibrations et leurs effets secondaires.

Pour une analyse comparative qualitative crédible, nous avons retenu les indicateurs suivants :

- Information du personnel chantier et riverains,
- Organisation et sécurisation du chantier et de ses abords,
- Choix de matériaux, matériels et techniques à faibles nuisances (chantier et ses abords),
- Trois catégories de nuisances et de gênes et nuisances : Sensorielles, Accessibilité, Hygiène et sécurité (voir page 49 fig.1).



Exemple d'émission de vibration pour des engins de chantier courants
Source : Guide technique Vibrations, Ineris - www.ineris.fr



NUISANCES et GÊNES												
Sensorielles					Accessibilité				Hygiène et sécurité			
Bruit	Poussière	Odeur	Vibration	Fumée	Encombrement chantier	Trafic chantier	Délais de mise en œuvre	Délais de mise en service	Risque d'accident	Matière toxique	Effet secondaire vibration	Déchets et gravats

Figure 1. Liste des indicateurs de nuisance et gêne.

Estimation et appréciation de l'intensité du risque et de la nuisance

L'estimation de l'intensité de l'impact lié à un risque ou une nuisance se fait d'une manière qualitative en s'appuyant sur l'expérience et la connaissance des experts de la profession.

Pour une utilisation pratique permettant une notation globale, nous avons retenu l'échelle d'appréciation représentée sur la figure 2.

En fonction de l'importance d'un impact ou de sa gravité, il est possible de procéder à une pondération pour mieux mettre en évidence l'impact.

Exemple d'application FURET : Chantier d'amélioration de portance de sol pour fondation de bâtiment

Opération : Comment améliorer la portance d'un sol de mauvaise qualité pour obtenir une bonne plate-forme support ?

Indice	1	2	3	4	5	0
Intensité impact	Négligeable	Faible	Moyenne	Intense	Extrême	Non concerné

- 1 l'impact du risque ou nuisance est relativement négligeable
- 2 l'impact existe mais ses conséquences sont relativement faibles
- 3 l'impact est considéré relativement comme moyen
- 4 l'impact est relativement sensible par rapport l'impact maximal
- 5 l'impact du risque ou nuisance est maximal (valeur de référence la plus élevée)
- 0 Si la solution (technique ou produit) n'est pas concernée par l'impact

Figure 2. Échelle d'appréciation qualitative de l'intensité de l'impact lié à un risque ou une nuisance.

Bien entendu cette grille d'estimation n'est valable que pour une utilisation dans des conditions de chantier identiques et pour un même chantier.

Choix des meilleures solutions FURET

Notre méthode permettant une comparaison qualitative n'a d'objectivité que si elle est utilisée pour comparer plusieurs solutions envisageables ou possibles pour un même chantier.

Le choix de la meilleure solution sera fait en fonction du critère choisi ou en fonction d'une notation globale finale pour les différentes solutions analysées pour le chantier étudié.

Surface totale : 100 m² ;

Solution de base : Compactage du fond de fouille et mise en œuvre de 0,50 m de matériaux non traités (tout-venant et grave non traitée) compactés en 2 couches.

Solution variante 1 : Mise en œuvre d'une couche de grave ciment de 0,30 m d'épaisseur.

Solution variante 2 : Mise en œuvre d'une couche de béton de ciment coulé en place de 0,30 m d'épaisseur.

Solution variante 3 : Amélioration du sol support par des colonnes ballastées.

Les résultats du logiciel FURET sont représentés en figure 3.



	NUISANCES et GÊNES												
	Sensorielles					Accessibilité				Hygiène et sécurité			
	Bruit	Poussière	Odeur	Vibration	Fumée	Encombrement chantier	Trafic chantier	Délais de mise en œuvre	Délais de mise en service	Risque d'accident	Matière toxique	Effet secondaire vibration	Déchets et gravats
Pondération	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Solution de base	2.00	1.60	0.00	2.00	0.00	1.60	2.00	1.60	0.00	1.20	0.00	2.00	0.40
Grave ciment	0.30	0.00	0.00	0.30	0.00	0.24	0.30	0.24	4.00	0.18	0.00	0.30	0.06
Béton coulé	0.30	0.15	0.15	0.15	0.00	0.60	0.75	0.75	5.00	0.45	0.00	0.00	0.15
Colonnes ballastées	5.00	3.00	0.00	5.00	0.00	5.00	5.00	5.00	0.00	5.00	1.00	5.00	4.00

Figure 3. Résultats du comparateur FURET pour l'exemple de chantier étudié.

L'utilisateur peut pondérer certains impacts pour une meilleure prise en compte des nuisances ou risques qui y sont relatifs. La pondération prise par défaut est de 1 pour tous les impacts.

La présentation graphique en format de Radar permet de récapituler les résultats pour une interprétation globale et comparaison plus aisées entre les différentes solutions étudiées (Voir figure 4).

Dans l'exemple étudié ici, la variante avec béton coulé en place présente la meilleure solution en termes de bruit et de vibrations alors que la solution des colonnes ballastées est la moins satisfaisante.

Conclusions et perspectives

La méthodologie FURET est au service des concepteurs et réalisateurs des projets de travaux publics, VRD, et génie civil, pour une acceptabilité des chantiers urbains. Elle permet de bien identifier les risques et l'intensité des impacts, ainsi que leurs incidences, et par conséquent une meilleure maîtrise de qualité, sécurité, environnement, respect des délais de réalisation, et coûts des chantiers. Il s'agit d'un vrai outil pour les maîtres d'œuvre et les entreprises, immédiatement opérationnel.

Pour les maîtres d'ouvrage, FURET s'intègre parfaitement dans les critères d'attribution des marchés. Un critère « nuisance » peut être demandé aux entreprises, avec une pondération pour chaque nuisance.

Pour augmenter l'acceptabilité des chantiers, il faut :

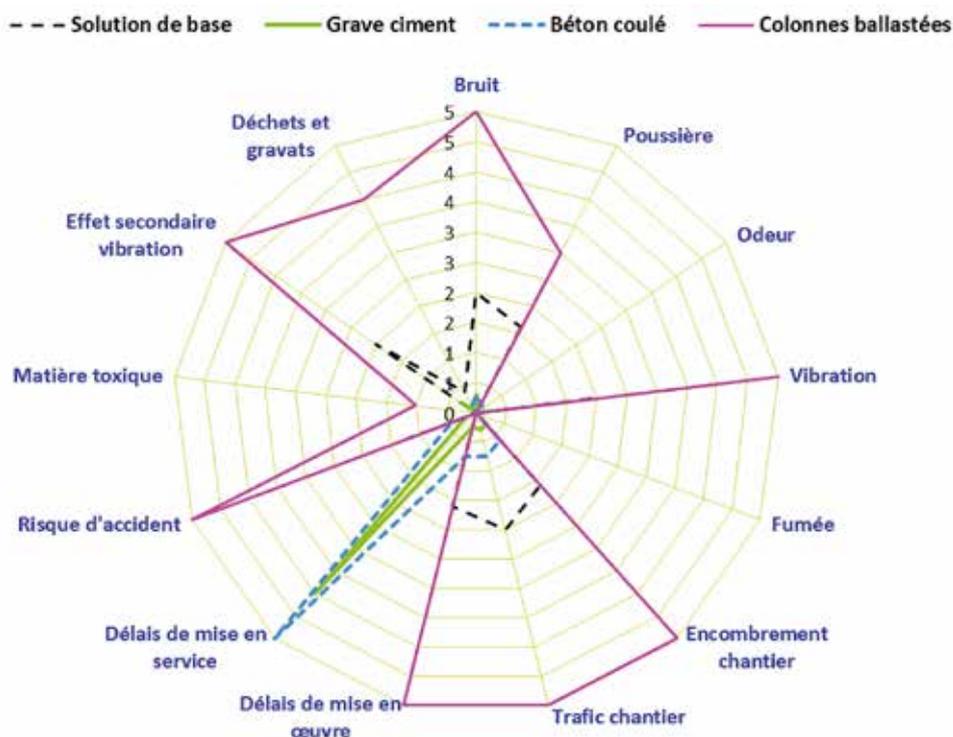


Figure 4. Présentation Radar des différentes solutions pour l'exemple de chantier étudié



Dossier : colloque chantiers

- Plus de communication et d'informations pour s'organiser en amont et moins subir les chantiers.
- Prendre en compte la problématique du sous-sol et les risques en termes de réseaux et de pollution de sols.
- Bien travailler les dimensions organisationnelles, temporelles et territoriales.
- Analyser et anticiper l'organisation du chantier.

Le comparateur d'aide à la décision FURET permet de mettre en évidence les nuisances qui apparaissent et leur importance en fonction de la méthode de travail choisie. Sa base de données a repris tous les types de chantier possibles dans le domaine des travaux publics, selon les matériaux utilisés, la quantité mise en œuvre, la cadence, le matériel, la méthode de travail...

Fort du succès de ce programme de recherche FURET, l'AITF (Association des Ingénieurs Territoriaux de France) et la FNTF (Fédération Nationale des Travaux Publics) en lien avec ses syndicats de spécialités, ont décidé de constituer un groupe d'échanges et de réflexion sur l'acceptabilité des chantiers urbains.

Les membres de groupe sont : FNTF, Usirf, AITF, COLAS, Egis, Advancity, les Canaliseurs de France, le SER, le SERC, Association des éco-maires, Ville de Paris, Lille Métropole, Novabuilt, Idrim, Cerema, École des Ingénieurs de la Ville de Paris,...

Bibliographie

- **Projet de recherche ANR : FURET (Furtivité Urbaine Réseaux Et Travaux)**, de réf. ANR-08-VILL-002-06.
- **LE DOCUMENT UNIQUE D'ÉVALUATION DES RISQUES PROFESSIONNELS - GUIDE PRATIQUE**. Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Emploi; Ministère du Budget, des Comptes Publics et de la Fonction Publique - décembre 2007.
- **Évaluation des risques : Gros œuvre, métiers de la pierre, maçonnerie, VRD, terrassement IRIS-ST - Pôle Santé-Sécurité CAPEB et la CNATP.**
- **USIRF - Route de France : PÉNIBILITÉ, Guide méthodologique de diagnostic - Sep. 2012.**
- **Documents et guide CIDB : www.bruit.fr**
- **Pour les spécifications sur le bruit et la vibration : www.ineris.fr**

Pour en savoir plus :



Julian BILAL
 Chef Service Commercial Marché Public
 Responsable des Bureaux d'Études & Projets
 COLAS SA
 7, Place René Clair
 92653 Boulogne Billancourt Cedex
 Tél. : 33 - 01 47 61 75 22
 E-mail : julian.bilal@colas.com



Démolition : une pince hydraulique pour limiter les nuisances sonores



Calepinage et préfabrication en atelier pour un chantier de pavage : pavés coupés d'avance et plan précis pour gagner du temps de pose, moins de bruit et poussière



Paroi antibruit mobile de chantier



Planning travaux : d'abord les panneaux anti-bruit et après le chantier