

CHAPITRE 5

# **PARTENARIATS AXÉS SUR LA SÉCURITÉ**

# LE DÉVELOPPEMENT DE PARTENARIATS AXÉS SUR LA SÉCURITÉ

La coexistence de diverses activités sur un même lieu de travail est une caractéristique majeure du travail dans la construction. Le législateur, bien conscient des risques supplémentaires que ces co-activités génèrent, a imposé le respect de diverses obligations spécifiques de nature à réduire la survenance de ces risques.

Il y a bien entendu, dans ce contexte, l'obligation de coordination de la sécurité avec l'action des coordinateurs, telle qu'elle a été décrite et analysée au chapitre 2 de ce rapport.

Mais il y a aussi des obligations spécifiques qui concernent directement les différents entrepreneurs présents en même temps ou successivement sur le chantier. Globalement, tous ces entrepreneurs ont l'obligation de collaborer entre eux et de coopérer à la réalisation d'un même objectif de prévention.

C'est là où la notion de partenariat trouve, en premier, tout son sens. En effet, les obligations et comportements que la loi impose aux relations contractuelles entre entrepreneurs ne sont pas toujours bien respectés et leurs effets sont généralement limités. Ces relations contractuelles doivent donc évoluer vers un véritable partenariat entre entreprises, lequel participera à l'établissement d'une culture de la sécurité sur le chantier.

Ce n'est cependant pas de ce type de partenariat qu'il sera question dans ce chapitre 5. Le partenariat entre entreprises de construction, principalement dans le cadre des relations de sous-traitance, sera en effet traité dans le dernier chapitre du rapport, parmi les actions à développer pour promouvoir la prévention responsable dans le secteur.

Le présent chapitre s'intéresse aux partenariats à nouer avec les autres intervenants dans l'acte de construire. On l'a dit dans l'introduction de ce rapport, le monde de la construction dépasse les limites de l'entreprise. Un chantier de construction est un lieu où l'interaction de plusieurs partenaires non entrepreneurs est forte, même si celle-ci n'est généralement pas visible.

Les travaux s'exécutent sur la base de plans conçus en amont par les architectes, en tenant compte des calculs des bureaux d'étude, en respectant les dispositions de cahiers de charges établis par les maîtres d'ouvrages, en utilisant des matériaux produits par des industriels ou des artisans, qui sont livrés par des transporteurs spécialisés, ...

Tout ces intervenants sont concernés par la sécurité des travaux, certains – les architectes, bureaux d'études et maîtres d'ouvrage – plus directement que d'autres, et c'est d'abord avec ceux-là que le partenariat pour une prévention globale des risques doit se nouer.

La collaboration étroite entre les entrepreneurs et ces intervenants est d'autant plus nécessaire que la sécurité sur le chantier commence bien avant la réalisation des travaux – lors de la phase de conception de l'ouvrage – et qu'elle se poursuit bien après l'achèvement de l'ouvrage – lors de l'utilisation du bâtiment et de sa maintenance.

Vue sous cet angle, la politique de prévention des risques sur le chantier est intemporelle...

# L'IMPORTANCE DU RÔLE DU MAÎTRE D'OUVRAGE

En matière de sécurité, il importe de reconnaître au maître d'ouvrage la qualité de partenaire majeur des entrepreneurs et des autres intervenants dans la gestion de la sécurité.

La loi elle-même reconnaît d'ailleurs l'importance du rôle du donneur d'ordres dans l'organisation de la prévention des risques sur les chantiers de construction : elle charge en effet les maîtres d'ouvrage de la désignation des coordinateurs de sécurité et du contrôle final de leurs missions, tant pour la phase de conception du projet que pour celle de la réalisation des travaux<sup>80</sup>.

Mais, au-delà de la réglementation sur la coordination, le maître d'ouvrage est surtout celui qui peut agir directement et en amont sur l'organisation de la sécurité sur les chantiers par le biais des dispositions du cahier des charges dont il a la complète maîtrise.

Il dispose ainsi de nombreux leviers qu'il peut décider d'actionner s'il souhaite participer activement à la prévention des risques sur « son » chantier.

## Les leviers à disposition du donneur d'ordres

Le cahier des charges est l'outil par lequel le maître d'ouvrage exprime toutes ses demandes quant à la réalisation de l'ouvrage et quant aux méthodes, techniques et matériaux à mettre en œuvre durant les travaux. Il lui est loisible d'y inscrire également toutes ses demandes par rapport à l'organisation de la sécurité durant l'exécution des travaux.

Le cahier des charges peut ainsi identifier et lister les principaux risques liés à la réalisation des travaux et imposer, pour la sécurité des travailleurs, des mesures spécifiques de prévention à mettre en œuvre par l'entreprise principale et par les sous-traitants.

Le maître d'ouvrage peut aussi inscrire dans le cahier des charges des critères de sélection des entreprises sur la base de performances en matière de sécurité. Il peut dans le même esprit imposer au soumissionnaire de respecter divers critères d'évaluation en matière de sécurité pour le choix de ses sous-traitants.

De même peut-il mener une action significative, en imposant aux soumissionnaires de justifier, en les détaillant dans un poste distinct du cahier des charges, le coût des diverses mesures de prévention qu'ils comptent mettre en œuvre sur le chantier. Dans une telle approche, le maître d'ouvrage peut se donner comme ligne de conduite d'exclure les coûts de la sécurité pour son projet d'ouvrage de la comparaison globale des offres des soumissionnaires.

Un autre levier utile dont le donneur d'ordres dispose est celui du contrôle, par lui-même ou par un tiers qu'il désigne, des mesures de sécurité mises en place durant l'exécution des travaux et de leur évaluation en fin de chantier.

Tous ces leviers sont autant de « bonnes pratiques » que les maîtres d'ouvrage peuvent adopter dans un esprit de collaboration active

à l'amélioration de la prévention des risques dans la construction. C'est là le sens d'un vrai partenariat avec les entreprises qui a pour effet d'étendre et de consolider une culture de la sécurité.

## L'utilisation des bonnes pratiques

Il est intéressant de chercher à voir dans quelle mesure ce partenariat s'est déjà développé aujourd'hui. La Confédération s'est attelée à cette recherche de deux manières complémentaires : d'une part, en relevant de façon empirique des exemples d'application de bonnes pratiques dans des cas d'espèce ; d'autre part, en menant des enquêtes-sondages sur la perception qu'ont les entreprises et les donneurs d'ordres eux-mêmes de la manière dont ces derniers s'impliquent dans la sécurité. On lira dans la suite de ce chapitre les résultats de ces enquêtes qui réfèrent à la fréquence d'utilisation de bonnes pratiques en faveur de la sécurité<sup>81</sup>.

### Une illustration de l'implication des maîtres d'ouvrage

Certains maîtres d'ouvrage ont fait de la sécurité une exigence de très haut niveau lors de l'exécution de travaux pour leur compte. C'est le cas, en Belgique comme dans d'autres pays, dans l'industrie pétrochimique et dans la sidérurgie. Les critères de sélection y sont sévères - la détention d'un certificat VCA est une des exigences courantes - et le contrôle du respect des mesures de sécurité y est rigoureusement appliqué.

De manière générale, l'implication du maître d'ouvrage dans la sécurité est plus forte dans les cas où il est lui-même un employeur qui occupe du personnel sur le site où des entreprises extérieures viennent

<sup>80</sup> Sauf pour les travaux de moins de 500 m<sup>2</sup>.

<sup>81</sup> La présentation des résultats se fait ici d'une manière qui se veut didactique : les sondés ont été invités à noter la fréquence d'utilisation des bonnes pratiques par les donneurs d'ordre par l'indication d'un chiffre allant de 1 (jamais) à 5 (toujours). Cette échelle de cotation (de 1 à 5) a ensuite été transformée en une échelle de 0 (correspondant à « jamais » ou 0% des cas) à 100 (correspondant à 100% des cas).

exécuter des travaux. C'est encore plus le cas lorsque l'activité du maître d'ouvrage sur ce site est une activité à risque.

Rappelons ici ce constat de Renaud BENTEGEAT<sup>82</sup> : « *Ce qui est frappant, c'est de voir combien, dès qu'il s'agit d'un client pour lequel la notion de sécurité est fondamentale, par exemple dans la pétrochimie, on fait très attention. On n'a jamais de problème avec ces chantiers-là* ».

Paul DEPRETER, président de la Confédération, s'est entretenu longuement sur le thème de la sécurité avec des responsables d'administrations publiques aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne<sup>83</sup>. Son témoignage est sans ambiguïté : « *Nos interlocuteurs aux Pays-Bas et en Angleterre ont bien compris l'importance de leur rôle. Ils participent activement à la prévention des risques et ils s'y impliquent en développant tout un ensemble de bonnes pratiques. Il s'agit réellement ici de culture de la sécurité, avec une implication de tous, un suivi quotidien de la ligne hiérarchique, des comportements adaptés de la part des intervenants. Cette culture de la sécurité dépasse largement les questions de coûts et de concurrence sur les prix* ».

L'exemple de l'entreprise publique « Highways England » en Grande-Bretagne illustre bien la culture de la sécurité. Cette entreprise, chargée de l'exploitation, de la maintenance et de l'amélioration des autoroutes et routes principales en Angleterre, a fait de la sécurité la principale de ses priorités, depuis la phase de conception jusqu'à la fin des travaux, en passant par la phase des appels d'offres.

Jim O'Sullivan<sup>84</sup> : « *Quelle que soit la tâche effectuée par un collaborateur, elle doit répondre aux valeurs et priorités de l'entreprise, dont la sécurité fait partie. Nous ne fournissons un service au client que si nous pouvons le faire en sécurité, et nous ne construisons que si nous pouvons le faire en sécurité. C'est notre point de départ ! Tout le monde doit partager la même culture : leading by example* ».

Aux Pays-Bas, l'entreprise publique « ProRail », dont l'activité correspond à celle d'Infrabel en Belgique, a développé un outil - appelé l'échelle de sécurité - qui tend à professionnaliser l'ensemble de la chaîne, et donc aussi les entrepreneurs. Cet outil est mis en œuvre dans le cadre d'un système d'agrément utilisé par ProRail, qui s'apparente à une pré-qualification permanente des entrepreneurs ferroviaires.

L'échelle de sécurité fait partie intégrante de l'appel d'offres, parmi les critères d'attribution. Elle incite les entreprises de construction à être aussi proactives que possible en matière de sécurité. Elle comporte cinq niveaux, qui vont du niveau « pathologique » (1) au niveau « très proactif » (5). Un score élevé offre un avantage lors de l'attribution.

Pour John VOPPEN<sup>85</sup>, ProRail n'hésite pas à dialoguer avec les entrepreneurs qui souhaitent développer leur proactivité en matière de sécurité et obtenir ainsi un meilleur score sur l'échelle. « *Notre entreprise offre son aide dans ce cadre car la sécurité fait partie de la culture de ProRail. La sécurité et les incidents sont abordés à chaque réunion de direction, de même que des « safety walks », auxquels les directions*

*de ProRail et des entreprises participant, sont organisées, souvent de nuit, plusieurs fois par an* ».

## Les résultats d'enquêtes

Les enquêtes menées par la Confédération sur le degré d'implication des donneurs d'ordres dans la sécurité ont concerné tant les maîtres d'ouvrage en Belgique que ceux d'autres pays européens. La mesure de leur implication s'est faite sur la base de quatre « bonnes pratiques » :

- L'existence de critères de sélection basés sur des prescriptions de sécurité
- L'identification des coûts de la sécurité dans un poste distinct du cahier des charges
- L'exclusion du coût de la sécurité pour la comparaison des offres des soumissionnaires
- Le contrôle de la sécurité durant l'exécution des travaux

### Les résultats en Europe

Le questionnaire d'enquête, adressé aux fédérations nationales de la construction de plusieurs pays ainsi qu'à des partenaires étrangers, a permis d'obtenir des réponses de la part de six pays<sup>86</sup>. Parmi ceux-ci, figurent trois des quatre pays qui ont été identifiés dans le chapitre 1er de ce rapport comme pays « modèles » en termes de sécurité dans la construction<sup>87</sup>.

Cette considération est particulièrement intéressante pour établir un lien éventuel entre l'implication des donneurs d'ordres dans la sécurité dans les trois pays « modèles » et les bonnes performances de ces pays en matière de sécurité dans la construction.

Le graphique de synthèse des résultats montre que les quatre bonnes pratiques en matière de sécurité sont en moyenne mises en œuvre dans un peu plus de 60% des cas par les donneurs d'ordres, qu'ils soient du secteur public ou du secteur privé.

On note par ailleurs que l'application de critères de sélection reposant sur des prescriptions de sécurité est, d'après les résultats, la bonne pratique la plus fréquemment mise en œuvre par les donneurs d'ordres, plus encore dans le secteur public que dans le secteur privé. A l'inverse, la bonne pratique consistant à comparer les offres des soumissionnaires « hors coûts de sécurité » est la moins fréquemment utilisée par les donneurs d'ordres (moins encore par les donneurs d'ordres publics cette fois). Cette pratique est cependant loin d'être négligée puisqu'elle est mise en œuvre par 50 % des donneurs d'ordres.

### Les résultats en Belgique, selon la vision des entreprises

Les entreprises belges de construction ont été sondées par rapport à leur appréciation de l'implication des donneurs d'ordres dans la sécurité sur la base du même questionnaire que celui adressé aux fédéra-

<sup>82</sup> CEO de l'entreprise CFE - Témoignage lors du Forum Construction de février 2018.

<sup>83</sup> Dans le cadre de la préparation du Forum Construction de février 2018.

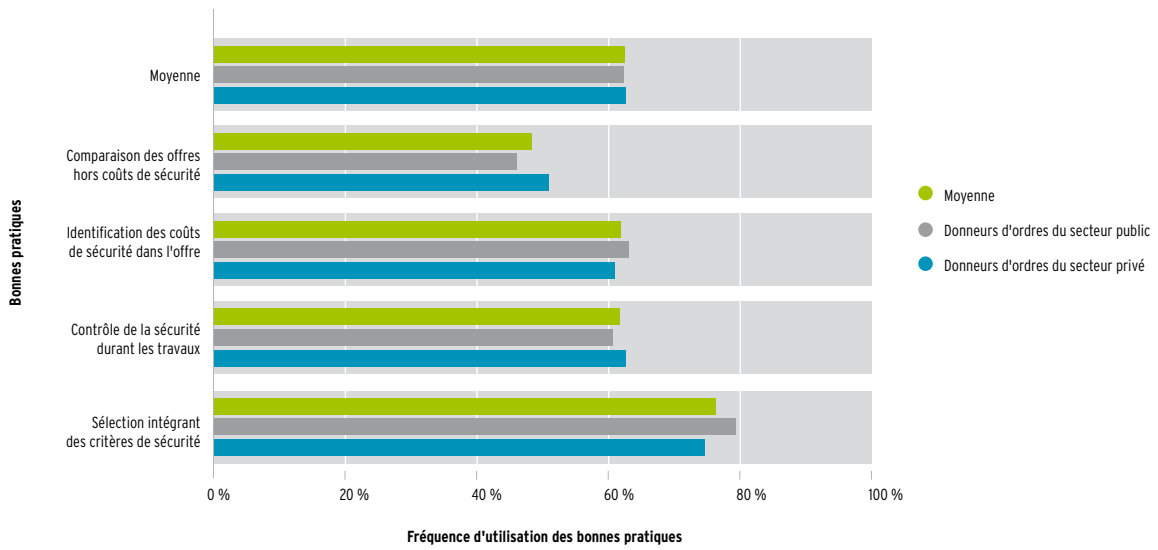
<sup>84</sup> CEO de Highways England.

<sup>85</sup> COO de ProRail.

<sup>86</sup> Bulgarie, Danemark, Irlande, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni.

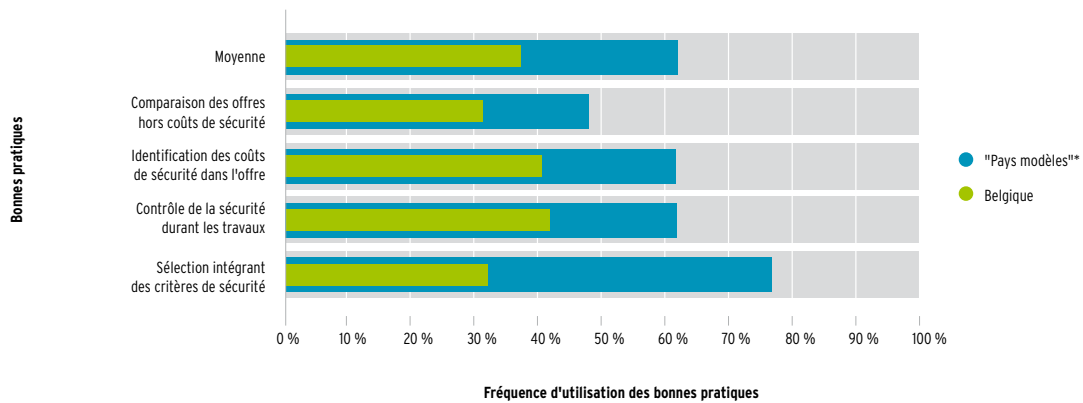
<sup>87</sup> Il s'agit pour rappel de l'Irlande, des Pays-Bas, de la Suède et du Royaume-Uni.

### Implication des donneurs d'ordres des "pays modèles" dans la sécurité



Source: Enquête Confédération Construction \*Les pays avec le plus faible risque (Irlande, Pays-Bas et Royaume-Uni)

### Implication des donneurs d'ordres dans la sécurité



Sources: Enquêtes Confédération Construction \*Les pays avec le plus faible risque(Irlande, Pays-Bas et Royaume-Uni)

tions et partenaires étrangers. Un peu plus de 200 entrepreneurs ont répondu à ce questionnaire.

L'analyse des résultats - synthétisée dans le graphique qui suit - montre que, de l'avis des entreprises, les bonnes pratiques sont, en moyenne, mises en œuvre par les donneurs d'ordres belges dans un peu moins de 40% des cas<sup>88</sup>, la fréquence d'utilisation étant jugée plus élevée pour les donneurs d'ordres publics (47%) que pour les maîtres d'ouvrage privés (27%).

La comparaison de ces résultats avec ceux des pays européens « modèles » livre deux enseignements intéressants :

Le premier est que les donneurs d'ordres belges utilisent moins fréquemment les « bonnes pratiques » en matière de sécurité que ceux des pays « modèles ». Ce constat mérite d'être souligné puisqu'il confirme la possibilité d'un lien entre les bonnes performances en matière de sécurité dans la construction et l'implication des maîtres d'ouvrage<sup>89</sup>.

88 Moyenne non pondérée des résultats concernant les donneurs d'ordres privés et publics.

89 Le lien est sans doute plus large et s'inscrit dans une approche globale de la sécurité sur les chantiers partagée par tous les partenaires à l'acte de construire.

Le deuxième enseignement est que les donneurs d'ordres belges ne semblent pas avoir les mêmes priorités que ceux des « pays modèles » quant aux bonnes pratiques en matière de sécurité.

Les procédures de sélection intégrant des critères de sécurité arrivent en tête des bonnes pratiques dans les pays « modèles », alors qu'en Belgique les pratiques d'identification des coûts de la sécurité dans l'offre et de la comparaison des offres hors coûts de sécurité l'emportent sur les autres, sauf pour les donneurs d'ordres publics, qui donnent la préférence à la pratique du contrôle de la sécurité durant l'exécution des travaux.

### Les résultats en Belgique, selon la vision des maîtres d'ouvrages eux-mêmes

Une enquête comportant un nombre plus élevé de questions en rapport avec l'implication des maîtres d'ouvrage dans la sécurité a été menée auprès des donneurs d'ordres publics belges, à laquelle une trentaine d'entre eux a effectivement participé.

Les répondants ont tous déclaré reconnaître que les donneurs d'ordres ont un rôle à jouer en faveur de la sécurité et de la santé sur les chantiers où s'exécutent des travaux qu'ils ont commandés aux entreprises. Ils soulignent ainsi être bien conscients de leur rôle en matière de prévention.

Globalement, la vision des donneurs d'ordres sur leur implication en matière de sécurité est très proche de celle qu'en ont les entreprises. Ainsi en est-il de l'appréciation des uns et des autres quant à l'utilisation en moyenne de bonnes pratiques (dans un peu moins de 50% des cas selon les entreprises et dans un peu plus d'un cas sur deux selon la vision des donneurs d'ordres).

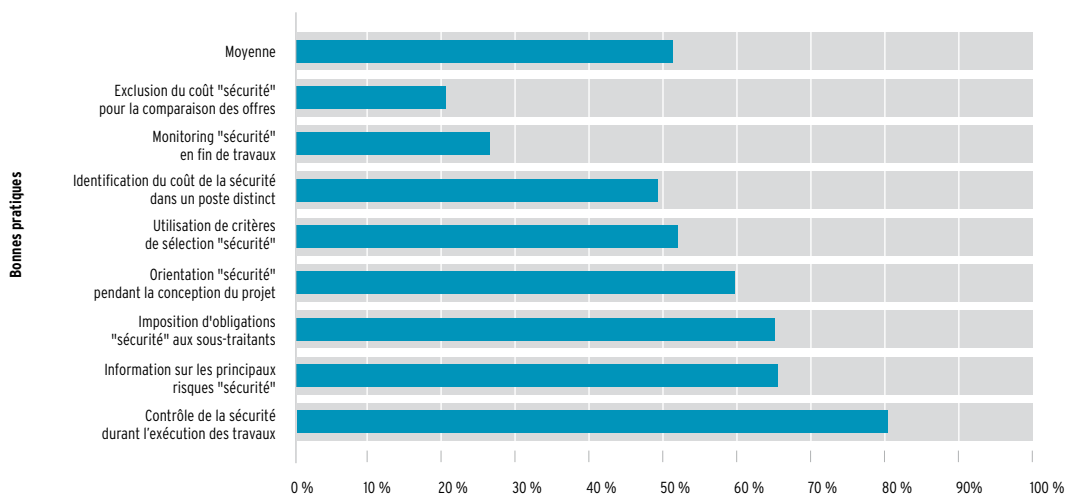
Plus de la moitié des donneurs d'ordres publics soulignent par ailleurs, par leur réponse à une question précise sur le sujet, être conscients de ce qu'ils ne sont pas ou pas encore suffisamment impliqués dans la sécurité. 80% des répondants à cette question ont indiqué qu'ils envisageaient de s'impliquer davantage dans la sécurité à l'avenir!

Dans ce contexte, parmi les bonnes pratiques suggérées, les répondants pensent principalement faire usage à l'avenir des bonnes pratiques que sont, dans l'ordre, le contrôle de la sécurité durant l'exécution des travaux, l'insertion d'informations sur les principaux risques « sécurité » dans le cahier des charges, l'imposition d'obligations en matière de sécurité à charge des sous-traitants et enfin l'organisation et le contrôle de la coordination de la sécurité durant la phase de conception du projet.

On le voit à l'aide du graphique, les intentions exprimées pour l'avenir par les donneurs d'ordres qui ne s'impliquent pas encore (suffisamment) dans la sécurité concordent parfaitement avec les bonnes pratiques mises en œuvre aujourd'hui par les donneurs d'ordres qui s'impliquent déjà dans la sécurité.

Notons enfin une divergence apparente entre la vision des entreprises et celle des donneurs d'ordres quant au type de bonnes pratiques mises en œuvre. Selon les premières, les donneurs d'ordres privilégient les pratiques d'identification des coûts de la sécurité et la comparaison des offres de prix « hors coûts sécurité », ce qui ne correspond pas aux pratiques prioritairement mises en avant par les donneurs d'ordres eux-mêmes. Cette divergence n'est qu'apparente et s'explique par le fait que l'enquête auprès des entreprises concernait l'ensemble des donneurs d'ordres (publics et privés) tandis que celle auprès des maîtres d'ouvrages n'a concerné que le secteur public. Si l'on compare les deux enquêtes uniquement sous l'angle des donneurs d'ordres publics, on constate de grandes convergences dans les résultats.

### Avis des donneurs d'ordres sur leur implication dans la sécurité



Source: Enquête Confédération Construction

Fréquence d'utilisation des bonnes pratiques



## LA COLLABORATION ESSENTIELLE DE L'ARCHITECTE

L'architecte est un autre acteur majeur d'un partenariat axé sur la prévention des risques dans la construction. Son apport en matière de sécurité peut être particulièrement riche, en raison à la fois de sa position centrale dans la « chaîne » des intervenants et du moment auquel il intervient de manière principale.

A différents moments du processus de développement du projet et de construction de l'ouvrage, l'architecte est en relation étroite avec le maître d'ouvrage, le bureau d'études, le coordinateur de sécurité et l'entrepreneur. Cette position donne à l'architecte la possibilité d'interagir avec ses interlocuteurs sur diverses questions en lien avec la sécurité lors de l'exécution des travaux.

L'interaction débute dans le cadre de la mission de coordination de la sécurité en phase projet. Le coordinateur, désigné par le maître d'ouvrage, et l'architecte doivent collaborer étroitement à l'intégration des mesures de prévention des risques dans le projet. Elle se poursuit avec le maître d'ouvrage lors de l'établissement du cahier des charges, dans lequel l'architecte peut intégrer tous les dispositifs de prévention qu'il juge utile. Enfin, elle se termine avec l'entrepreneur à divers moments de l'état d'avancement des travaux, mais aussi en amont avant le début du chantier.

Le moment auquel il intervient confère aussi à l'architecte cette place d'observateur et d'acteur privilégié dans la gestion des risques. L'architecte, en établissant son projet, pose des choix (techniques utilisées, planning des travaux, matériaux,...) qui ont une influence déterminante sur l'organisation du chantier et sur la sécurité des travailleurs. C'est au moment où il pose ses choix que l'architecte doit aussi penser aux risques qui y sont liés et aux moyens de les prévenir.

Prendre en compte la sécurité dès la phase de conception du projet repose sur une approche saine de prévention des risques organisée le plus en amont possible du moment de la réalisation des travaux. C'est ce principe, mis en avant par le législateur européen dès la fin des années 90, qui est à la base de l'obligation de coordination de la sécurité en phase projet.

La validité de ce principe est reconnue aujourd'hui par les architectes eux-mêmes, en particulier par ceux qui se sont aussi formés à la fonction de coordinateur de sécurité.

C'est le cas notamment d'Amaury GERARD<sup>90</sup> pour qui la prévention en phase projet est une évidence : « *En récapitulant le chemin parcouru ces dernières années, nous avons vu à quel point la sécurité dépendait de la conception et à quel point il était primordial d'en tenir compte bien en amont de la phase des travaux. Nous avons également vu quelles étaient les responsabilités des concepteurs, même s'ils sont souvent peu nombreux encore à se rendre compte de l'importance de ces responsabilités. Souvent, bon nombre d'intervenants considèrent que tout se résout sur chantier. Ce n'est pas le cas !* ».

L'intégration de la sécurité dans la phase de conception du projet d'ouvrage, même si elle n'est évidemment pas exclusive d'autres interventions ultérieures en matière de prévention, est donc une étape essentielle dans l'organisation de la sécurité sur le chantier et au-delà dans le bon déroulement des travaux et le respect du planning.

La collaboration entre l'architecte et l'entrepreneur doit idéalement, quant à elle, se faire le plus tôt possible dans le processus de construction et se poursuivre de manière continue jusqu'à la fin des travaux.

Citons ici encore Amaury GERARD : « *La collaboration avec l'entrepreneur est aussi un point important pour la sécurité. Il faut un partenariat de ce côté-là aussi, une sorte de Bouwteam, à chaque fois que c'est possible. Mais même après, l'architecte et l'entrepreneur peuvent remettre ensemble en cause certains choix, avec l'accord du maître d'ouvrage, s'ils s'avèrent contraires à la sécurité* ».

Les outils numériques, qui tendent à s'imposer progressivement dans le processus de construction, peuvent offrir des solutions utiles pour renforcer la collaboration entre les intervenants, en particulier entre l'architecte et l'entrepreneur. Le BIM, dont il sera plus particulièrement question dans la fin de ce chapitre, permet aux intervenants de visualiser de manière virtuelle les diverses phases des travaux et l'environnement du chantier et de détecter des risques qui n'ont pas encore été pris en compte.

# LA TECHNIQUE AU SERVICE DE LA SÉCURITÉ

Les centres de recherche du secteur, que sont le CSTC et le CRR<sup>91</sup>, stimulent et accompagnent les évolutions technologiques et l'innovation dans la construction. Ils sont à ce titre des partenaires naturels des entreprises dans leur développement technique, y compris lorsque celui-ci se met au service de la sécurité.

Dans ce contexte, on ne peut évidemment pas ignorer les conséquences du processus actuel de numérisation et de connectivité dans la construction, connu sous le nom de « Construction 4.0 »<sup>92</sup>, par analogie avec le concept d'industrie 4.0 qui caractérise le déploiement massif de la connectivité et de l'intelligence dans les techniques de production.

Ce processus offre incontestablement de nouvelles opportunités pour l'amélioration de la sécurité et des conditions de travail sur les chantiers. Les commentaires qui suivent et qui illustrent bien cette évolution sont issus du CSTC<sup>93</sup>.

## BIM et lean : les clés d'une meilleure prévention

La mise en œuvre du BIM<sup>94</sup> et du lean<sup>95</sup> améliorent sensiblement la gestion des chantiers et des processus de production, avec une phase de préparation toujours plus approfondie. Cette phase est réellement centrale dans la numérisation et l'industrialisation de la construction, puisque c'est à ce moment-là, bien en amont de la réalisation des travaux et dans des conditions optimales, que se discutent le choix des matériaux et toutes les options relatives à l'exécution des travaux. Cette approche permet d'anticiper des situations potentiellement dangereuses et d'agir de manière positive sur la planification. On évite ainsi de devoir faire des choix de dernière minute sur les chantiers, avec tous les risques supplémentaires que génèrent des opérations non prévues et effectuées sans matériel adéquat ni mesures de prévention adaptées.

Une meilleure préparation numérique du chantier permet aussi d'identifier au préalable les éléments qui se prêtent le mieux à la pré-fabrication. Le choix de ce procédé de construction est souvent lié à sa rapidité, mais il peut aussi être dicté pour des raisons de sécurité des travaux, puisqu'il permet d'éviter des situations potentiellement dangereuses sur chantier.



Autre exemple de la plus-value d'une phase de préparation numérisée : l'identification, par simulation, des zones dangereuses liées aux mouvements d'une grue, des interférences possibles entre deux grues ou encore du risque d'interaction avec des bâtiments ou des obstacles existants. Au-delà, rien n'empêche bien entendu d'équiper les grues de capteurs ou d'algorithmes « anti-collision ».

Enfin, on notera encore que les méthodes issues du lean (notamment, le 5S) permettent de mieux organiser la distribution et le stockage des matériaux sur le chantier et de réduire les mouvements de travailleurs et de grues.

## Caméras intelligentes et algorithmes sur les chantiers

Les caméras intelligentes et les algorithmes contribuent à mieux maîtriser les risques sur les chantiers ; ils sont à ce titre des outils de soutien de la politique de prévention. Les derniers développements en matière de reconnaissance d'images permettent d'organiser le suivi des travailleurs sur le chantier, de vérifier qu'ils portent leurs équipements de protection, de détecter la présence de personnes non autorisées dans une zone de sécurité et, le cas échéant, de déclencher un signal d'avertissement ou une alarme.

« SAM », ou « Safety Automatic Management », est une application de ce type qui permet de former des algorithmes intelligents à la reconnaissance du port (ou non) de casques de sécurité. Cette application a remporté le premier prix du « Hackathon », organisé en avril dernier par la Confédération Construction<sup>96</sup> en collaboration avec le CSTC. L'équipe gagnante espère être en mesure d'amener cette idée au stade de produit commercial au cours des prochains mois.

Les caméras intelligentes et les algorithmes améliorent également la vue d'ensemble du chantier et aident le conseiller en prévention à identifier les situations dangereuses. Aujourd'hui, les caméras de chantiers

91 Centre Scientifique et Technique de la Construction et Centre de Recherches Routières.

92 Voir le rapport annuel 2016-2017 de la Confédération sur la construction numérique.

93 Contribution de Niki CAUBERG, ingénieur et Conseiller technologique au CSTC.

94 Building Information Model ou Building Information Management - voir également <https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact53&art=795>.

95 Cette méthode - qui nous vient de l'industrie automobile - est synonyme de « construire sans gaspiller » ; voir également : <https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact51&art=775>.





sont statiques ou mobiles, lorsqu'elles sont montées sur des grues ; demain elles équiperont des drones qui survoleront de manière autonome les chantiers, pour autant que la législation soit adaptée pour autoriser ces vols autonomes.

## L'assistance d'exosquelettes, de cobots et de drones

Le soutien automatisé du travail à l'aide de drones, de cobots<sup>97</sup> et ou encore d'exosquelettes constitue lui aussi une avancée technologique. Encore peu répandues dans la construction, ces techniques sont aujourd'hui expérimentées et progressivement intégrées dans l'industrie manufacturière. Elles ne manqueront pas de se développer ultérieurement dans la construction, notamment et en premier lieu dans le cadre des travaux les plus pénibles, où elles contribueront à rendre le travail « faisable ».

Les exosquelettes, qui ne sont pas encore utilisés dans la construction, sont des dispositifs simples, principalement mécaniques, sans trop de logiciels ou d'intelligence, et qui sont uniquement destinés à faciliter le levage de poids limités.

Les drones sont déjà utilisés régulièrement dans le secteur, notamment pour les missions d'inspection, évitant ainsi le recours à l'intervention humaine dans des conditions dangereuses. L'opérateur effectue son inspection depuis son ordinateur en consultant les photos prises par le drone. A l'avenir, le drone pourrait également servir au transport sur chantier de petites quantités de matériel et de matériaux.

Les cobots, par leur interaction avec les travailleurs, offrent des perspectives prometteuses en matière de sécurité. Leur utilisation n'est cependant pas encore bien assise : les nombreuses circonstances imprévisibles et le peu d'actions très répétitives sur un chantier ne jouent pas en leur faveur. On travaille actuellement à l'intégration de la vision et de l'intelligence artificielle dans les cobots, de manière à pouvoir les utiliser davantage dans des environnements imprévisibles. Il serait possible de les utiliser dans la construction en les combinant à des plateformes mobiles, de sorte que le robot ne soit pas circonscrit à un seul endroit.

Notons par ailleurs que le concept d'un robot-peintre autonome a été avancé lors du Hackathon d'avril dernier.

## Les réalités virtuelle et augmentée au service d'une meilleure sécurité

Divers capteurs sont utilisés aujourd'hui dans le domaine du bien-être au travail, pour surveiller par exemple les concentrations de poussière, le niveau de bruit ou d'autres paramètres. Assurer le suivi de sources spécifiques de charges ou de nuisances, c'est permettre une surveillance permanente de l'environnement de travail. Le travailleur peut ainsi être averti d'un danger ou d'un risque par divers signaux, comme par exemple des voyants lumineux ou des vibrations provenant du casque ou du gilet de sécurité, ou encore par des lunettes ou un casque intelligents.

Autre assistance appréciable : la visualisation, sur site ou pendant des séances virtuelles de formation à la sécurité, des maquettes de construction et des instructions. Les techniques VR (« virtual reality ») et AR (« augmented/assisted reality »), déjà bien implantées dans certaines branches de l'industrie, commencent à être introduites dans la construction. La VR permet au travailleur, avant l'intervention sur chantier, de se former à une technique spécifique ou à une partie d'un processus de sécurité, à l'aide de la maquette numérique. L'AR, de son côté, permet de récupérer des informations et de les projeter sur la situation existante sur le chantier, procédé idéal pour illustrer des techniques de montage complexes ou pour visualiser des aspects spécifiques de la sécurité. Au-delà de la visualisation, le procédé permet, dans le cadre de la formation des travailleurs à des techniques spécifiques, d'attirer leur attention sur des erreurs ou des situations dangereuses, une manière de se former qui est beaucoup plus profitable que la vision d'un film d'instruction généralement monotone.

Relevons ici aussi, dans un autre domaine, la visualisation des canalisations d'un bâtiment ou des canalisations souterraines, à l'aide d'une tablette, de lunettes ou du moniteur d'une excavatrice, par exemple. Par ces techniques, l'opérateur visualise les endroits où le travail doit être fait avec précaution, de même qu'il peut savoir, sur certaines machines semi-automatisées, où se situent les zones interdites d'excavation (« no-go-zone »)<sup>98</sup>. L'utilisation de ce type de commande par machine s'est déjà bien implantée dans le segment des travaux de terrassement.

Pour conclure cette partie, rappelons le témoignage de Johan WILLEMEN au Forum Construction de février 2018 : « *L'évolution technologique n'en est qu'à ses débuts. La recherche et le développement numériques feront à l'avenir des pas de géants, notamment par le recours aux ordinateurs quantiques, qui disposeront d'une capacité de calcul tellement plus importante que celle des ordinateurs actuels. Les retombées sur l'organisation du travail et sur la prévention des risques sur les chantiers seront très certainement capitales.* »

96 Confédération Construction de Bruxelles-capitale (CCB-C).

97 Terme utilisé lorsque le robot interagit et est commandé par l'homme.

98 Le principal défi reste toutefois la disponibilité et l'exactitude des données captées.

