



Centre de recherches routières  
Votre partenaire pour des routes durables

Source: SPW-DGO1 (Alain Scheers)



**Synthèse**

SF 49

Centre de compétence impartial depuis 1952, le Centre de recherches routières (CRR) est au service de l'ensemble du secteur routier. Le développement durable par l'innovation est le fil conducteur de toutes ses activités. Le CRR partage ses connaissances avec les professionnels du secteur notamment par la voie de ses publications (codes de bonne pratique, synthèses, comptes rendus de recherche, méthodes de mesure, fiches d'information CRR, Bulletins CRR et Dossiers, rapports d'activité). Nos publications sont largement diffusées en Belgique et à l'étranger auprès de centres de recherche scientifique, d'universités, d'institutions publiques et d'instituts internationaux. Pour plus d'informations sur nos publications et activités, visitez notre site web [www.crr.be](http://www.crr.be)

Synthèse SF 49

Synthèse des connaissances et pratiques  
à propos des chantiers de nuit

Centre de recherches routières

Etablissement reconnu par application de l'Arrêté-loi du 30 janvier 1947

Bruxelles

2018

## Auteur

Xavier Cocu

## Contributions

Hinko van Geelen  
Wanda Debauche

## Remerciements

Le Centre de recherches routières (CRR) souhaite remercier les personnes listées ci-après pour leur contribution au projet. Par l'échange d'expériences et d'idées auquel elles ont participé, elles ont permis de préciser le cadre des travaux et d'alimenter cette synthèse.

M. Didier Block (Fédération Belge des Entrepreneurs de Travaux de Voirie), M. Peter De Backer (Agentschap Wegen en Verkeer), M. Thibault Draye, Mme Ghizela Olaru, M. Lionel Voos et M. Luc Wansart (Service Public de Wallonie – DGO.1).

Nous remercions également Alain Scheers (SPW-DGO.1) pour la mise à disposition de la photo de la couverture.

## Avis au lecteur

Cet ouvrage fait la synthèse de nombreux ouvrages de référence et comporte des passages extraits des sources consultées; certains ont été traduits vers le français par les soins de l'auteur.

Ni le CRR, ni ceux qui ont collaboré à la présente publication ne peuvent être tenus pour responsables des informations compilées et fournies, qui le sont à titre purement documentaire et non contractuel.

Synthèse des connaissances et pratiques à propos des chantiers de nuit / Centre de recherches routières. – Bruxelles: CRR, 2018. 64 p. – (Synthèse; SF 49).

Dépôt légal: D/2018/0690/9

© CRR – Tous droits réservés.

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| Avant-propos  | 5  |
| 1 Introduction  | 7  |
| 2 Règles, critères, éléments de décision habituels  | 9  |
| 2.1 En Belgique   | 9  |
| 2.1.1 Réglementation belge  | 9  |
| 2.1.2 Guide méthodologique en Wallonie  | 10 |
| 2.1.3 Directive en Flandre  | 12 |
| 2.1.4 Coordination des chantiers en Région de Bruxelles-Capitale  | 14 |
| 2.2 En France   | 15 |
| 2.3 En Allemagne  | 16 |
| 2.4 En Suède  | 17 |
| 2.5 Au Danemark   | 18 |
| 2.6 En Lettonie   | 18 |
| 2.7 Résumé des principaux éléments décisionnels qui orientent le choix du mode d'exploitation d'un chantier routier | 19 |
| 3 Paramètres, spécificités d'un chantier routier de nuit  | 21 |
| 3.1 Sécurité, nombre et taux d'accidents  | 21 |
| 3.2 Gestion de la vitesse   | 25 |
| 3.3 Qualité des travaux   | 26 |
| 3.4 Besoin et gestion de l'éclairage  | 27 |
| 3.5 Signalisation de chantier   | 28 |
| 3.5.1 Signaux rétroréfléchissants   | 28 |
| 3.5.2 Lampes jaunes clignotantes (flash)  | 29 |
| 3.6 Nuisances   | 30 |
| 3.6.1 Le bruit  | 30 |
| 3.6.1.1 Atténuation du bruit à la source  | 32 |
| 3.6.1.2 Contrôle de la propagation du bruit et mesures vis-à-vis du récepteur                                       | 33 |
| 3.6.2 Les vibrations  | 33 |
| 3.6.3 Réduction de la gêne globale occasionnée par un chantier  | 34 |
| 4 Impact du travail de nuit sur la santé des travailleurs et sur la productivité au travail                         | 35 |
| 4.1 Santé, facteur social   | 35 |
| 4.1.1 Contraintes   | 35 |
| 4.1.2 Conséquences  | 35 |
| 4.1.3 Effets sur la santé   | 36 |
| 4.2 Productivité au travail   | 37 |
| 4.2.1 Facteurs humains [1]  | 38 |
| 4.2.2 Facteurs relatifs à l'environnement de travail [1]  | 39 |
| 5 Evaluation économique   | 41 |
| 5.1 Coûts ou bénéfices pour la société  | 41 |
| 5.2 Coût lié à la main d'œuvre [1]  | 44 |
| 5.3 Coût lié à l'équipement [1]   | 44 |
| 5.4 Approvisionnement en matériaux  | 44 |
| 5.5 Gestion du trafic   | 44 |
| 5.6 Dépenses liées à l'éclairage de la zone de travail et aux mesures de lutte contre le bruit                      | 44 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 5.7      | Coûts indirects   | 45 |
| 5.8      | En résumé   | 45 |
| 6        | Conclusion  | 47 |
| Annexe 1 | Méthode adoptée pour la recherche bibliographique   | 51 |
|          | Requête bibliographique   | 51 |
|          | Contacts au sein du réseau d'experts européens  | 51 |
|          | Lecture et analyse des références bibliographiques intéressantes  | 51 |
| Annexe 2 | Détails et illustration des onze principes pour une politique de réduction des nuisances occasionnées par un chantier routier proposée dans le cadre du projet <i>Minder Hinder</i> (Minder Hinder draaiboek – <a href="http://www.minderhinderplatform.be">www.minderhinderplatform.be</a> ) | 53 |
|          | Bibliographie   | 59 |

## Liste des figures

|            |  |    |
|------------|--|----|
| <b>2.1</b> | Procédures pour la prise en compte de la sécurité, de la mobilité et de la communication avant, pendant et après un chantier [3, p. 10]  | 10 |
| <b>2.2</b> | Jours ouvrables – nombre minimal de bandes de circulation à conserver [4, p. 15]   | 11 |
| <b>3.1</b> | Nombre d'accidents mortels survenant le jour («Day») comparé au nombre d'accidents survenant la nuit, calibré à l'aide du facteur $f$ («NotDay») [16, p. 402]  | 22 |
| <b>3.2</b> | Nombre de personnes impliquées (à gauche) ou travailleurs impliqués (à droite) dans des accidents survenant sur des chantiers de jour («Day») et de nuit («NotDay»); nombre calibré à l'aide du facteur $f$ [16, p. 403] | 22 |
| <b>3.3</b> | Distribution de vitesse en fonction de l'éclairage d'un chantier de nuit [14, p. 80]   | 26 |
| <b>4.1</b> | Motivation physiologique sur 24h [14, p. 81]   | 38 |

## Liste des tableaux

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>1.1</b> | Interaction entre divers facteurs ou risques caractérisant les chantiers de construction de nuit [1, p. 106]  | 8  |
| <b>2.1</b> | Plages horaires durant lesquelles la suppression d'une bande de circulation engendre peu d'embouteillages [5, p. 15]                                    | 13 |
| <b>3.1</b> | Niveau d'éclairage requis pour les activités de construction routière [1, p. 19]  | 28 |
| <b>3.2</b> | Intensités lumineuses recommandées pour les lampes clignotantes [25, p. 7]  | 30 |
| <b>3.3</b> | Test rapide pour décider s'il y a lieu de prendre des mesures pour les travaux de construction et les travaux de construction très bruyants [29, p. 14] | 31 |
| <b>3.4</b> | Valeurs limites de bruit diurne conformément au <i>Bouwbesluit 2012</i> (NI) [30, p. 1]   | 32 |
| <b>3.5</b> | Onze principes pour une politique de réduction des nuisances occasionnées par un chantier routier [31, p. 11]   | 34 |
| <b>4.1</b> | Mesures d'atténuation de la fatigue classées par type et estimation du niveau d'efficacité et de complexité de mise en œuvre [32, p. 24]                | 37 |
| <b>5.1</b> | Rapport bénéfice/coût en moyenne en Allemagne [14, p. 82]   | 41 |
| <b>5.2</b> | Aperçu des alternatives zéro et stratégiques [33, p. 6]   | 42 |
| <b>5.3</b> | Impacts sociaux des alternatives stratégiques, par type d'impact différent par rapport à l'alternative zéro (milliers d'euros) [33, p. 7]               | 43 |
| <b>6.1</b> | Inconvénients, atténuation des inconvénients et avantages de la construction de nuit tels que résumés par <sup>13</sup> [1, p. 109]                     | 49 |





# Avant-propos

Courant 2015, le Centre de recherches routières (CRR) a été sollicité, via son Comité du Programme, par la Direction générale opérationnelle Routes et Bâtiments du Service Public de Wallonie (SPW) afin d'essayer d'objectiver les avantages et les inconvénients associés aux prestations réalisées en dehors des heures de travail habituelles, en particulier de nuit, dans le domaine de la construction routière. Il s'en est suivi une réunion avec les gestionnaires routiers (Service Public de Wallonie et *Agentschap Wegen en Verkeer* (AWV)), des représentants des entrepreneurs et des chercheurs du CRR afin de préciser l'étendue des travaux. Lors des échanges d'expériences et d'idées, les participants à cette réunion ont notamment insisté sur les éléments suivants:

- le principal élément déterminant le choix de réaliser un chantier en dehors des heures habituelles de travail se résume à la réduction de l'impact sur le trafic, tant pour les travaux continus (réduire le délai total d'exécution) que discontinus (maintenir un trafic fluide durant l'exécution des travaux en les programmant aux heures creuses);
- la qualité des travaux est le second élément entrant en ligne de compte. Ce paramètre peut, en principe, être négativement impacté (alignement, uni, etc.) par une moindre luminosité ou, à l'inverse, profiter d'une exécution en un nombre moindre de phases;
- du point de vue de la santé des travailleurs, un travail de nuit constitue une perturbation environnementale susceptible de troubler le rythme circadien veille-sommeil (sommeil plus profitable durant la «nuit noire» que durant le jour).

Cette réunion a permis d'orienter les travaux aboutissant à la présente synthèse, laquelle, concrètement, tente de rencontrer deux objectifs principaux:

1. établir une synthèse des connaissances et pratiques à propos des chantiers de nuit dans les trois Régions du pays et à l'étranger;
2. analyser les avantages et inconvénients du travail de nuit au regard de divers paramètres: trafic (congestion, sécurité), travaux (qualité, productivité, conduite des travaux), paramètres sociaux (santé des travailleurs, état des conducteurs), paramètres économiques (coût des travaux, coûts indirects aux usagers, etc.), paramètres environnementaux (pollution lumineuse, bruit, etc.). La méthode adoptée pour la recherche bibliographique est brièvement présentée en annexe 1.



# Chapitre 1

## Introduction

Depuis la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle et le début du XXI<sup>e</sup>, le parc automobile, les moyens de transport et le trafic routier qui n'ont eu de cesse de se développer, entraînent des problèmes de congestion en de nombreux endroits. La nécessité permanente de réaliser des travaux d'entretien, voire de réhabilitation des routes, contribue également à l'aggravation des problèmes de circulation. Par conséquent, à travers le monde, les autorités routières exigent souvent que davantage de projets de travaux soient conduits pendant les heures de moindre trafic – y compris la nuit – afin de réduire les impacts de la zone de travail sur les flux de circulation.

L'idée de recourir plus fréquemment au travail de nuit s'accompagne toutefois d'une inquiétude quant à l'impact des activités nocturnes du point de vue des nuisances, de la productivité, de la qualité, du coût ou de la sécurité, et soulève également diverses questions, notamment par rapport à l'éclairage, aux actions de communication, etc.

Dans leur guide pratique [1], Shane et al. (2012) rappellent en effet que la construction nocturne présente de nombreux risques. Des exemples clairs sont la fatigue des conducteurs et des travailleurs et les conditions de plus faible visibilité, deux facteurs qui pourraient accroître les risques pour la sécurité. Le travail de nuit, en raison de la visibilité réduite, crée une situation dans laquelle il est plus probable d'observer des intrusions de véhicules dans les zones de travail et des intrusions d'équipement de construction sur les voies de circulation. Il est en outre attendu que le risque d'erreur des conducteurs soit plus élevé la nuit.

D'autres éléments importants contribuant aux risques associés aux travaux de nuit sont en rapport avec les facteurs humains tels que les questions du sommeil, du stress, de l'environnement de travail, des problèmes sociaux/domestiques, ainsi que les caractéristiques psychologiques, comme l'appétit et la sécurité.

Des facteurs de risque supplémentaires ont trait à la réduction des espaces de travail pour le déplacement des machines et des équipements, à l'éventuelle inadéquation de l'éclairage, à la circulation rapide pendant la nuit et aux longues périodes de travail (douze à quatorze heures). Les rapports montrent que le travail en horaire décalé peut en général nuire à la vigilance globale du travailleur, aux temps de réaction, etc.

Différents facteurs, tels que la qualité et la productivité, qui peuvent être impactées par les activités de construction de nuit, sont également considérés comme des risques.

Les facteurs pris en compte dans les décisions et la planification des travaux de nuit interagissent les uns avec les autres, étant donné que les risques associés aux activités de construction nocturne ne sont pas contrôlés ou gérés par une seule méthode [1] (tableau 1).

|               | Eclairage | Nuisances | Productivité | Qualité | Coût | Sécurité | Communication |
|---------------|-----------|-----------|--------------|---------|------|----------|---------------|
| Eclairage     |           |           |              |         |      |          |               |
| Nuisances     |           |           |              |         |      |          |               |
| Productivité  |           |           |              |         |      |          |               |
| Qualité       |           |           |              |         |      |          |               |
| Coût          |           |           |              |         |      |          |               |
| Sécurité      |           |           |              |         |      |          |               |
| Communication |           |           |              |         |      |          |               |

**Tableau 1.1** – Interaction entre divers facteurs ou risques caractérisant les chantiers de construction de nuit  
[1, p. 106 – traduction libre]

Aucun de ces facteurs ou risques n'agit seul: ils ont des effets importants l'un sur l'autre. Il convient de comprendre ces interactions lors de l'élaboration, la planification et l'exécution des projets de construction impliquant des prestations de nuit.

Le chapitre 2 présente quelles sont, à ce jour, les règles spécifiques ou pratiques à propos de l'organisation des chantiers de nuit en Belgique et dans quelques autres pays européens.

## Chapitre 2

### Règles, critères, éléments de décision habituels

#### 2.1 En Belgique

En Belgique, hormis la réglementation du travail de nuit rappelée ci-après, il n'existe pas de règles spécifiques à propos de l'organisation des chantiers routiers de nuit ou en dehors des heures habituelles de travail.

##### 2.1.1 Réglementation belge

Selon la réglementation belge [2], «l'interdiction du travail de nuit est le principe général. [Sauf dérogation,] un employeur ne peut donc pas occuper les travailleurs entre 20 h le soir et 6 h le matin.

Les cas de dérogations à l'interdiction du travail de nuit concernent soit un secteur d'activité, soit certains travaux ou certains travailleurs. Les dérogations se trouvent soit dans la loi elle-même, soit dans un arrêté royal» [2, p. 13], soit encore «dans le cadre de la loi du 17 mars 1987 et de la convention collective de travail (CCT) n° 42 du 2 juin 1987 relatives à l'introduction de nouveaux régimes de travail dans les entreprises.» [2, p. 16]

«L'employeur qui peut s'appuyer sur une autorisation d'exécuter un travail de nuit, peut passer à l'introduction du travail de nuit dans son entreprise. Cette introduction passe nécessairement par une procédure qui sera différente suivant le type d'horaires que l'on veut faire pratiquer par les travailleurs de nuit. Une procédure particulière est en effet instaurée par la loi lorsque le travail de nuit s'inscrit dans le cadre d'un régime de travail où le travail de nuit occupe une place importante» [2, p. 17], c.-à-d. comportant des prestations habituelles de travail dans la période de la nuit située entre minuit et 5 h du matin.

«La [CCT] n° 46 relative aux mesures d'encadrement du travail en équipes comportant des prestations de nuit [...], conclue le 23 mars 1990 au sein du Conseil national du travail, prévoit une série de mesures d'accompagnement pour les travailleurs occupés de façon régulière pendant la nuit. A côté, il existe aussi la [CCT] n° 49 relative à la garantie d'une indemnité financière spécifique, aux travailleurs occupés dans le cadre d'un travail en équipes comportant des prestations de nuit, conclue le 21 mai 1991 au sein du Conseil national du travail.» [2, p. 25]

Conformément à ces CCT, les travailleurs ont droit à une indemnité financière (prime horaire supplétive). «A la demande du travailleur occupé dans un régime de travail comportant des prestations entre 20 h et 6 h, les heures supplémentaires peuvent être récupérées en journées complètes.

En continu, la durée du travail ne peut dépasser cinquante heures par semaine ou cinquante-six heures par semaine si les prestations sont réparties sur sept jours par semaine à raison de huit heures par jour. Cette limite ne s'applique pas en cas d'heures supplémentaires prestées dans un cas de force majeure [...] ni en cas de nécessité imprévue si elle est exceptionnelle et que le travailleur a préalablement marqué son accord.» [2, p. 31]

«Tout travailleur a droit à une interruption de travail d'au moins onze heures consécutives par vingt-quatre heures, c'est-à-dire entre deux prestations journalières. Une interruption d'une durée inférieure à onze heures est toutefois autorisée dans les cas de force majeure [...], en cas de travail en équipes successives [...] au moment où le travailleur change d'équipe, [...].» [2, p. 33]

«Les travailleurs de nuit sont, tout comme les autres travailleurs, soumis aux dispositions en matière de durée du travail mais avec toutefois certaines particularités. Les dépassements des limites normales de travail ne sont autorisés que pour autant que la durée normale de travail soit respectée en moyenne sur une période de référence. Cette période de référence est en principe d'un trimestre [...]»

Le dépassement de la limite de cinquante heures par semaine [...] ne peut en outre être envisagé pour les travailleurs occupés dans un régime de travail comportant des prestations de nuit. [Sauf dérogation (via une CCT),] la limite de huit heures de travail maximum par période de vingt-quatre heures ne peut être dépassée dans le cas de travailleurs occupés à des régimes de travail comportant des prestations de nuit [...]» [2, p. 35]

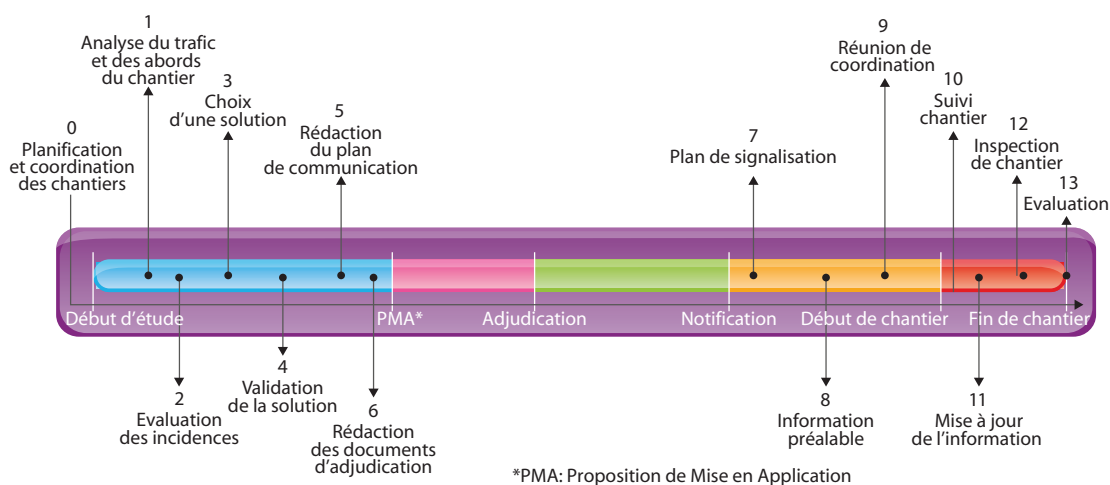
## 2.1.2 Guide méthodologique en Wallonie

Le SPW prépare la publication d'un guide méthodologique traitant de la prise en compte de la sécurité, de la mobilité et de la communication lors de la préparation et du suivi des chantiers routiers [3]. Ce document est rédigé dans le but de développer des procédures qui permettent de minimiser les facteurs de gêne engendrés par l'exécution d'un chantier et d'améliorer la sécurité et la mobilité.

La réduction de la gêne occasionnée est envisagée en intervenant sur les trois axes suivants:

- la SÉCURITÉ: concerne l'ensemble des réflexions liées à la protection et à la sécurité des travailleurs et des usagers de la route (signalisation, limitations de vitesse, coordination des chantiers, inspections, etc.);
- la MOBILITÉ: nécessite une parfaite coordination entre les différents intervenants. La réduction des répercussions sur la circulation est un enjeu important qui doit tenir compte des besoins réels des usagers et des différents modes de déplacement existants;
- la COMMUNICATION: une procédure de concertation et de sensibilisation doit être clairement définie (réussite et acceptation des chantiers, réduction de la gêne ressentie, choix d'itinéraires, du moment ou d'un autre mode de déplacement).

Différentes étapes clés jalonnent le processus d'un projet de construction, pour lesquelles des procédures doivent être adoptées pour la prise en compte de la sécurité, de la mobilité et de la communication avant, pendant et après un chantier (figure 2.1).



**Figure 2.1** – Procédures pour la prise en compte de la sécurité, de la mobilité et de la communication avant, pendant et après un chantier [3, p. 10]

L'option «chantiers de nuit ou en dehors des heures habituelles de travail» est susceptible d'apparaître lors des étapes 2 (Evaluation des incidences) et 3 (Choix d'une solution). Cette étape 3 fait notamment référence à la circulaire C.T.02.21.(02) – «Chantiers et interventions sur le réseau structurant – Maintien de la fluidité du trafic» [4] qui permet de connaître, sur base du trafic existant et en fonction de la période à laquelle se déroule le chantier, le nombre minimal de bandes à conserver afin de maintenir un niveau de service acceptable en termes de fluidité du trafic sur le réseau structurant.

Selon cette circulaire, sur le réseau structurant, «une bande de circulation sera toujours maintenue par sens de circulation. Selon le volume de trafic, il est même nécessaire de maintenir plusieurs bandes de circulation durant certaines plages horaires. Les cartes du réseau [...] précisent le nombre minimal de bandes à maintenir selon l'heure de la journée pour les jours ouvrables, les samedis et les dimanches ordinaires (figure 2.2)

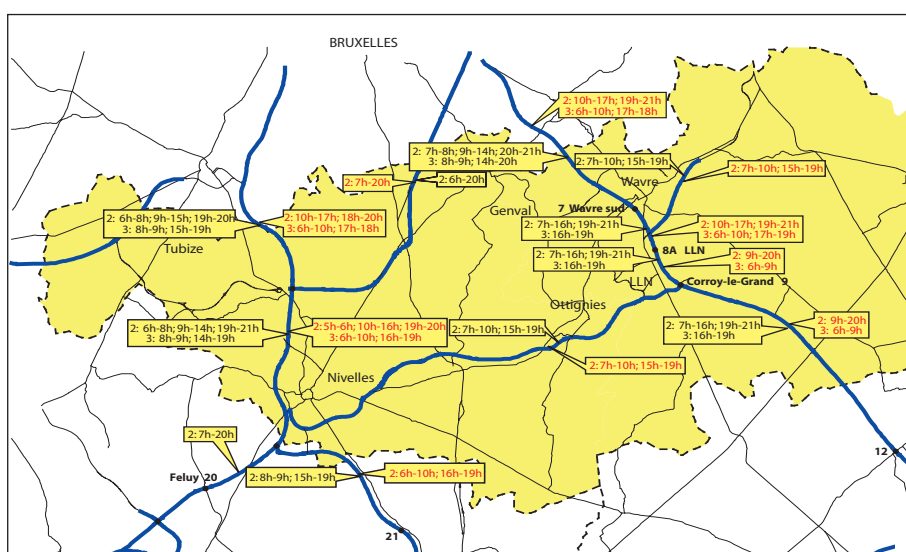


Figure 2.2 – Jours ouvrables – nombre minimal de bandes de circulation à conserver [4, p 15]

En respectant le nombre minimal de voies de circulation tel que stipulé sur les cartes [de cette circulaire], les perturbations ne devraient pas excéder le quart d'heure d'allongement du temps de parcours, [...] hors événement perturbateur tel un accident.» [4, p. 1]<sup>1</sup>

Dans la pratique, le respect de ces conditions de maintien de la fluidité du trafic implique de facto de programmer des travaux de nuit dès lors que:

- l'emprise du chantier nécessite une réduction du nombre de voies supérieure au nombre devant rester disponibles;

Prenons pour exemple l'exécution de travaux de rabotage et de réasphaltage des voies lente et médiane de la A4-E411 entre Corroy-le-Grand (sortie 9) et Walhain (sortie 10), la bande d'arrêt d'urgence (BAU) étant neutralisée durant les opérations pour des questions de sécurité et d'accès au chantier. Sur ce tronçon, la réduction à une seule voie n'est possible qu'entre 21 h et 7 h du matin puisque selon la carte de la figure 2, deux voies doivent rester accessibles entre 7 h et 16 h et entre 19 h et 21 h, et trois voies entre 16 h et 19 h. A moins d'un phasage compliqué, une telle opération n'est donc réalisable que durant une période nocturne.

1

La capacité conventionnelle d'une bande de circulation sur autoroute est de 2 000 UVP/h. Toutefois, des encombrements peuvent parfois être observés pour des flux inférieurs de trafic. C'est généralement le cas en situation de chantier. Ainsi, la valeur de référence pour la détermination du nombre de bandes de circulation à maintenir en cas de chantier est fixée à 1 600 UVP/h, soit 80 % de la capacité conventionnelle. La capacité d'une réduction de deux à une bande de circulation est assez imprécise en termes de valeur car elle dépend de plusieurs facteurs comme la composition du trafic, la largeur de bande, la continuité de l'arrivée des véhicules, la matérialisation de la réduction en elle-même, etc. Selon les sources et les pays, on parle de 1200 UVP/h à 1 750 UVP/h.

et/ou que:

- la durée du chantier dépasse la période durant laquelle une réduction du nombre de voies est possible.

Prenons ici l'exemple de travaux de remplacement des glissières et intervention sur des candélabres sur plusieurs kilomètres le long de la N25 entre Nivelles et Ottignies nécessitant la fermeture de la BAU et de la voie lente. Cette nationale comportant deux voies, seule la voie rapide est accessible au trafic. Or, selon la circulaire, deux voies doivent rester disponibles entre 7 h et 10 h et entre 15 h et 19 h (pointes matinales et vespérales, figure 2).

L'exécution des travaux n'est donc possible qu'entre 10 h et 15 h, soit une période de cinq heures de laquelle il convient de soustraire le temps nécessaire à l'installation et à l'enlèvement (ou la mise en retrait) d'une signalisation de cinquième catégorie. Dès lors que la durée des travaux dépasse la plage horaire disponible, il convient soit d'intervenir en plusieurs plages de quatre heures chacune (ce qui semble peu réaliste), soit de profiter de la période de moindre trafic (19 h – 7 h) pour intervenir en continu durant environ onze heures (douze heures moins le temps nécessaire à l'installation et à l'enlèvement ou la mise en retrait d'une signalisation de première catégorie).

En outre, s'il s'avère que cette période est insuffisante au regard de la durée d'intervention, la programmation des travaux pour la nuit du vendredi au samedi peut permettre de prolonger le chantier durant le week-end, période durant laquelle une seule bande de circulation suffit.

Quant au réseau non structurant, selon l'annexe 2 du guide méthodologique «Prise en compte de la sécurité, de la mobilité et de la communication lors de la préparation et du suivi des chantiers routiers», intitulée «Guide sur le choix du mode de gestion de la mobilité sur les chantiers», «une bande de circulation par sens doit être maintenue durant les chantiers dans la mesure du possible. Toutefois, sur une route à double sens de circulation, lorsque l'organisation du chantier ne permet pas de maintenir une bande par sens et si la largeur laissée à la circulation est réduite et ne permet pas le croisement des véhicules dans des conditions acceptables, il y a lieu d'instituer une circulation alternée ou une déviation.» [3, annexe 2, p. 8].

### 2.1.3 Directive en Flandre

En 2010, l'AWV a publié une directive [5] sur la limitation des nuisances pour le trafic et de l'insécurité associée aux travaux sur les autoroutes. Selon cette directive, «[la gêne au trafic doit] être limitée, certainement en cas de travaux sur les autoroutes, en:

- limitant l'étendue des nuisances;
- limitant la durée des nuisances;
- veillant à une bonne coordination des chantiers.

#### Mesures possibles pour limiter l'étendue des nuisances

- A Des informations et une communication sérieuses aux usagers de la route avant le début des travaux → cela permet à un certain nombre d'usagers de choisir à temps un autre itinéraire ou un autre mode de transport.



## B Itinéraires alternatifs

- Pour le trafic longue distance itinéraire alternatif (indiqué par des panneaux d'information) à partir de certaines sections d'autoroute sans gêne à la circulation.
- Pour les chantiers causant une importante gêne à la circulation itinéraire alternatif local via des routes régionales ordinaires (indiqué en permanence; adaptation du cycle de fonctionnement des feux de signalisation sur un itinéraire alternatif en fonction d'un flux de circulation plus élevé; à garder libre de tout obstacle).

## C Capacité pendant les travaux routiers:

- pour des chantiers «fixes» récupérer la bande d'arrêt d'urgence comme bande de roulement (et réaliser des zones de refuge);
- utiliser des bandes de circulation rétrécies temporairement (maximiser la capacité, modérer la vitesse et créer une zone de sécurité suffisante);
- veiller à ce que les véhicules entrant et sortant du chantier gênent le moins possible la circulation et la sécurité des autres usagers.

D La suppression d'une bande de circulation doit être autant que possible limitée en longueur: plus elle est longue, plus le flux de trafic risque d'être bloqué à un moment donné, avec des conséquences néfastes pour la fluidité et la sécurité.

E Des inspections, travaux d'entretien et petites réparations (de sixième catégorie) pendant les heures creuses:

pour chaque partie du réseau autoroutier, il est indiqué à quelles heures la suppression d'une bande de circulation engendre peu d'embouteillages – sur base des flux de circulation [5]:

- travaux avec suppression d'une bande de circulation autorisés (couleur verte);
- travaux avec suppression d'une bande de circulation pas autorisés (couleur rouge);
- travaux uniquement possibles après avis du Verkeerscentrum concernant les variations en intensités de trafic dues à plusieurs causes (couleur jaune).

| A13-E313  |        | JOURS OUVRABLES   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| REGLE GENERALE  |        | La règle générale suivante s'applique pour les échangeurs entre deux autoroutes:<br>les heures au cours desquelles il est permis de travailler sur une boucle d'échangeur sont les mêmes que celles de la plage horaire en vigueur pour la section de route qui donne accès à cette boucle. |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|   |        | De...à...   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|   |        | 0   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9- | 10- | 11- | 12- | 13- | 14- | 15- | 16- | 17- | 18- | 19- | 20- | 21- | 22- | 23 |
| A partir de... jusqu'à...   |        | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | -0 |
| A partir de la frontière wallonne jusqu'à la sortie Bilzen-Hoeselt  | Anvers |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir de la sortie Bilzen-Hoeselt jusqu'à la sortie Hasselt-Zuid | Anvers |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir de la sortie Hasselt-Zuid jusqu'à la sortie Geel-Oost      | Anvers |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir de la sortie Geel-Oost jusqu'à l'échangeur Antw.-O         | Anvers |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir de... jusqu'à...   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir d'Antw.-O jusqu'à la sortie Geel-Oost                      |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir de la sortie Geel-Oost jusqu'à la sortie Hasselt-Zuid      |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir de la sortie Hass.-Z jusqu'à la sortie Bilzen-Hoeselt      | Liège  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| A partir de la sortie Bilzen-Hoeselt jusqu'à la frontière wallonne  | Liège  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |

**Tableau 2.1** – Plages horaires durant lesquelles la suppression d'une bande de circulation engendre peu d'embouteillages [5, p. 15 – traduction libre]

F Horaires «décalés» pour des travaux engendrant de la gêne à la circulation: en décalant les horaires de travail pendant lesquels une bande doit être fermée à la circulation en dehors des heures de pointe, il est possible de réduire considérablement la gêne occasionnée, tout en permettant la réalisation d'une prestation de jour complète à cet endroit-là.

Une nouvelle ordonnance relative aux chantiers en voirie publique a été publiée le 18 mai 2018 [8].

«Les objectifs inscrits dans cette ordonnance sont multiples. Concevoir un cadre bruxellois permettant d'indemniser les commerçants impactés par les chantiers. Améliorer la coordination des chantiers, développer leur planification, concevoir avec tous les intervenants et les maîtres d'ouvrage travaillant dans l'espace public une planification quinquennale, pérenniser le principe de l'hyper-coordination, permettre et imposer des heures de travail élargies. [...]

#### L'hyper-coordination

[...] Concrètement, en cas de chantier très impactant, une zone est dressée autour du lieu d'intervention. Plus aucun chantier ne peut y être autorisé sans une planification, une coordination avec le chantier pilote et une autorisation préalable. En plus, l'impact mobilité est abordé de manière globale dans la zone, y compris les déviations [... synchronisation ou report des chantiers afin d'éviter de piéger les automobilistes].

#### Élargissement des horaires de chantiers

Jusqu'ici réglementés par le RRU (Règlement Régional d'Urbanisme), ils le seront désormais par le Gouvernement afin de limiter les perturbations pour la mobilité.

[...] Les chantiers très perturbants et impactant devront se dérouler de manière continue entre 6 h et 22 h afin d'augmenter le nombre d'équipes et de réduire le nombre de jours de travail effectifs. Pour les chantiers de moindre importance, une durée de 8h continue devra être observée entre 7 h et 19 h.» [9]

G Le travail de nuit est indiqué pour un certain nombre de sections d'autoroute dont le rapport intensité/capacité est élevé et où, de plus, les possibilités de déviation sont peu nombreuses. Bien entendu, ce type de travail de nuit ne peut être imposé que pour des travaux pour lesquels la largeur de travail pour le trafic peut être libérée de jour. Un grand nombre de camions la nuit peut être un contre-argument au travail de nuit. Le travail de nuit exige par contre des efforts supplémentaires à d'autres niveaux.

Sur certaines parties d'autoroutes, une bande de circulation peut être fermée quelques heures pendant la journée, sans formation importante de files; ce nombre d'heures est parfois trop restreint pour réaliser une prestation d'une journée complète. Dans ce cas, le travail de nuit doit certainement être envisagé.

H Recours à la préfabrication.

#### Moyens pour limiter la durée des nuisances

- A Délais partiels d'exécution adaptés pour des parties avec une nuisance au trafic importante.
- B Application d'un système en deux équipes les mois d'été: pendant plusieurs mois par an, il y a suffisamment de lumière du jour pour que deux équipes se succèdent pour réaliser chacune une prestation de jour, presque sans lumière artificielle, ce qui permet de réduire sensiblement le délai d'exécution et, pour l'entrepreneur, de rentabiliser le matériel.
- C Amendes et bonifications adaptées pour des éléments avec une gêne à la circulation importante (Attention: il n'est en effet pas acceptable que du travail vite fait de qualité moindre soit globalement mieux rémunéré que du travail bien fait à un rythme normal).

#### Une bonne coordination des chantiers

La gêne à la circulation de deux chantiers bien coordonnés doit être à peine plus importante que la gêne provoquée par un seul chantier (le premier chantier, avec ses nuisances, permet de «doser» le flux de trafic vers le deuxième chantier; combinaison des travaux routiers sur une même section de route); dans la pratique:

- combiner les inspections, les travaux d'entretien et de réparation (certainement quand il n'est pas envisageable de réaliser toutes les activités pendant les heures creuses; davantage accorder les violons et se concerter; réduire les nuisances; réduire le prix de revient de la signalisation);
- bien coordonner de plus gros chantiers (pas de nuisances causées par des travaux routiers sur d'autres connexions).» [5, pp. 1-4].

### 2.1.4 Coordination des chantiers en Région de Bruxelles-Capitale

Au sein de Bruxelles Mobilité, la Direction Coordination des Chantiers gère la coordination des chantiers en Région de Bruxelles-Capitale [6]. Elle assure également le secrétariat de la Commission de Coordination des Chantiers qui a pour mission de coordonner, dans le temps et l'espace, les travaux que les impétrants se proposent d'effectuer sur, sous ou au-dessus de la voie publique, notamment en fixant leur localisation, leur durée, leur date de début, ainsi que les mesures éventuelles d'accompagnement assurant la mobilité de l'ensemble des usagers.

Au moment de rédiger ces lignes, la législation relative à la coordination et l'organisation des chantiers en voie publique en Région de Bruxelles-Capitale se compose principalement de l'ordonnance du 3 juillet 2008 relative aux chantiers en voirie<sup>2</sup> [7] et de ses arrêtés d'exécution, dont l'arrêté du 11 juillet 2013 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'exécution des chantiers en voirie [10].

2  
voir page de gauche

La programmation des chantiers repose sur le principe que, «sauf urgence dûment motivée dans l'attestation de coordination, dans la demande d'autorisation d'exécution de chantier ou dans l'avis de démarrage de chantier, les services d'exécution [et les impétrants,] établissent la programmation de leurs chantiers avant d'envoyer l'attestation de coordination, d'introduire la demande d'autorisation d'exécution de chantier ou d'exécuter leurs chantiers.» [7, p. 41087]

La Commission de Coordination des Chantiers est notamment chargée de rendre un avis sur les demandes d'autorisation d'exécution de chantier.

L'ordonnance et l'arrêté prévoient des dispositions pour la circulation du charroi, la circulation des usagers actifs, l'accessibilité aux activités et bâtiments riverains, l'isolement des zones de travail, etc., mais ne font pas référence à des critères de programmation des chantiers. Tout au plus, l'arrêté stipule que l'impétrant doit concevoir et organiser le chantier de manière à permettre la circulation des usagers de la voirie, dans l'ordre de priorité suivant: 1° la circulation des piétons, des personnes à mobilité réduite et des cyclistes; 2° la circulation des transports en commun; 3° la circulation des véhicules des services publics; 4° la circulation des autres utilisateurs d'un véhicule à moteur.

L'article 26 dudit arrêté indique que «lorsqu'un chantier autorisé a [...] un impact sur la viabilité de la voirie pour les conducteurs de véhicules [c'est-à-dire un passage étroit, une obligation de suivre la direction indiquée, un accès interdit, une réduction de bandes de circulation, un évitement, une traversée de berme centrale ou une circulation admise dans les deux sens sur une section de chaussée à sens unique], l'impétrant [...] [doit prévenir] le Centre de gestion de mobilité multimodale «Mobiris».» [10, p. 63211]

Par ailleurs, l'article 4 du Titre III du Règlement Régional d'Urbanisme (RRU) [11] traitant spécifiquement des horaires de chantier établit que:

- «le travail sur le chantier<sup>3</sup>, en ce compris les livraisons et la mise en marche du chantier, est interdit les samedis, dimanches et jours fériés et ne peut avoir lieu les autres jours de la semaine qu'entre 7 h et 19 h et 7 h et 16 h, lorsque le battage des pieux, des palplanches, le concassage des débris ou l'utilisation de marteaux piqueurs ont lieu;

3  
«A l'exception des travaux réalisés par des particuliers à leur propre habitation ou au terrain qui l'entoure, et dont les nuisances n'excèdent pas la mesure des inconvénients normaux du voisinage, ainsi que les chantiers sur des voies de chemin de fer, de métro et de tram.»

A l'exception des chantiers soumis à permis d'environnement et pour autant que la tranquillité, la propreté, la salubrité et la sécurité publique sont assurées, d'autres horaires peuvent être acceptés pour: 1° les chantiers situés en dehors des zones habitées; 2° l'exécution de travaux ne générant pas de nuisances sonores; 3° l'exécution de travaux particuliers ne pouvant être interrompus pour des raisons techniques, de sécurité ou de fluidité du trafic.» [11, p. 3]

## 2.2 En France

En France, les critères de choix du mode d'exploitation pour un chantier sont définis principalement par une circulaire ministérielle de 1996 [12] ayant «pour objet de définir les règles et procédures à appliquer pour la programmation, la préparation et l'organisation

des chantiers.» [12, p. 25] Ce document fait référence et est suivi par l'ensemble des gestionnaires du réseau routier national.

Selon cette circulaire, «chaque chantier doit faire l'objet d'une étude d'exploitation destinée à rechercher les modalités d'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de sécurité et de fluidité. Pour ce qui concerne la sécurité, cette étude permet de rechercher et de définir les mesures les mieux adaptées pour assurer la sécurité des usagers et des personnels travaillant sur les chantiers. [...] Pour ce qui concerne la fluidité du trafic, cette étude permet de vérifier que les volumes de trafic escomptés pendant la durée du chantier n'excèdent pas la capacité résiduelle du réseau, notamment durant les pointes journalières ou hebdomadaires.» [12, p. 25]

En résumé, les paramètres pris en compte pour le choix de la période d'exécution des travaux (ex. de jour ou de nuit) sont les suivants:

- la SÉCURITÉ des usagers et des agents: sur certains sites avec des profils en travers très contraints, des gestionnaires peuvent faire le choix de réaliser les travaux de nuit si une déviation n'est pas possible ou envisageable. Il n'y a toutefois pas de critère précis défini dans la circulaire;
- le TRAFIC (planifier les chantiers sur les périodes les plus favorables au regard de la demande prévisible de trafic);
- la COORDINATION avec les autres chantiers (s'assurer qu'il n'existe pas d'autre chantier gênant sur le même axe ou sur les itinéraires alternatifs dont il est prévu de mettre la capacité à contribution);
- les DOCUMENTS INTERNES D'EXPLOITATION (plans de gestion de trafic, plans d'exploitation internes, etc.) peuvent prévoir certaines opérations de nuit en fonction du niveau de service visé.

En 2002, le SETRA a publié un guide technique [13] visant à minimiser la gêne due aux chantiers pendant la réalisation des travaux sous circulation, principalement sur les routes interurbaines. Il donne des éléments de méthode pour choisir le mode d'exploitation, la période d'exécution ou les mesures d'accompagnement à prendre en fonction du trafic attendu.

Ce guide part du constat que les aspects cruciaux ne se limitent pas à la technique du chantier ou à la qualité du résultat, mais prennent aussi en compte la sécurité des acteurs du chantier et celle des usagers ainsi que l'écoulement du trafic (préserver la fonctionnalité de la voie et minimiser la gêne occasionnée ou la réduire à un niveau socialement acceptable).

En particulier, les réseaux urbains et périurbains sont quotidiennement saturés ou presque aux heures de pointe, ce qui donne de fortes contraintes pour réaliser les chantiers ayant une emprise sur la chaussée. La première solution à envisager lorsque la nature des travaux le permet, consiste à n'intervenir qu'en dehors des heures de pointe, c'est-à-dire:

- soit de jour entre la pointe du matin et celle du soir;
- soit de nuit si le chantier n'est possible que lorsque le trafic est très faible (selon ce guide, le travail de nuit occasionne cependant un surcoût et des problèmes de sécurité qui doivent être gérés spécifiquement).

Ces solutions nécessitent que la chaussée puisse être rendue à la circulation entre les périodes d'activité du chantier.

## 2.3 En Allemagne

Une publication du BAST [14] traite de la planification et de l'organisation des chantiers de courte durée sur les autoroutes fédérales en Allemagne. Selon cette référence, la distribution temporelle de la demande de trafic peut nécessiter l'organisation du chantier en dehors des heures normales de travail en

semaine (la nuit ou le week-end). L'instauration de «pauses» (tournantes) peut être utile dans les services d'entretien avec des réseaux très chargés.

Le travail de nuit et le travail à horaire décalé est possible selon la loi allemande. Toutefois, des conditions appropriées du point de vue de la conception de l'environnement de travail, de la compensation salariale et des loisirs doivent être respectées. Le travail le dimanche ou en période de vacances n'est autorisé que dans des cas exceptionnels. En cas d'une réorganisation consensuelle de travail entraînant des heures supplémentaires, des suppléments de salaire et des congés compensatoires sont accordés. Par conséquent, des frais généraux plus élevés sont inévitables en raison de l'application uniforme des mesures visant à réduire les embouteillages.

Les «GUV-Regel Strassenunterhaltung:GUV-R 2108<sup>4</sup>» incluent des conditions et restrictions pour les travaux d'entretien des routes dans l'obscurité.

L'entretien et l'abattage des arbres la nuit sont ainsi complètement exclus, hormis pour les situations d'urgence. Toutes les autres activités peuvent être effectuées de nuit, à condition qu'une réduction significative du risque pour les travailleurs soit prévisible en raison de la circulation très limitée et lorsque des nécessités impérieuses l'exigent.

Par nécessité impérieuse, on entend ici:

- charge moyenne du trafic au cours de la journée très élevée;
- travaux sur les voies ou à la berme centrale;
- travaux sur les viaducs.

Par ailleurs, bien qu'en principe, le GUV-R 2108<sup>4</sup> permette l'exécution de chantiers stationnaires et mobiles dans l'obscurité, diverses exigences doivent être respectées. Cela concerne les conditions météorologiques et d'autres exigences techniques en rapport avec des influences extérieures, telles que le manque de visibilité (brouillard, pluie, neige).

Des contraintes techniques importantes concernent, d'une part, la protection du travail nocturne et, d'autre part, leur éclairage. Les chantiers de construction de nuit doivent être visibles et identifiables à temps par les usagers de la route.

## 2.4 En Suède

Le site web de l'administration suédoise des routes fournit principalement des informations sur les périodes où les travaux routiers ne sont pas autorisés (les heures de pointe ou la journée). Ceci est principalement déterminé par les flux de trafic, répartis en trois catégories:

- TJMA > 2000, limite de vitesse  $\geq$  70 km/h protection supplémentaire des travailleurs et restrictions de temps.

En dehors des grandes villes, les travaux routiers ne sont habituellement pas autorisés de 6 h à 9 h le matin et/ou de 15 h à 19 h l'après-midi. Une interdiction plus longue, 6 h-21 h, est parfois d'application, devenant 11 h-19 h durant le week-end.

Dans les zones autour des plus grandes villes, les restrictions peuvent être plus larges et différer selon la direction de la section routière.

4 **Bundesverband der Unfallkassen. Fachgruppe Verkehr (2003)** GUV-Regel Straßenunterhaltung: GUV-R 2108 (bisher GUV 17.10.1). München: Bundesverb. der Unfallkassen. Cité dans [14] **Roos, Ralf; Hess, Rainer; Norkauer, Axel; Zimmermann, Matthias (2006)** *Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen*. Bremerhaven: Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: V, Verkehrstechnik, 143). Disponible en ligne <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2011/260/pdf/V143.pdf>, dernière consultation le 20/07/2017. Cette édition de 2003 des GUV-R 2108 n'est plus disponible. La dernière version est la suivante: **Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2011)** *Regel für Sicherheit und Gesundheitsschutz: Strassenbetrieb Strassenunterhalt*. Berlin: DGUV. GUV-R-2108. Disponible en ligne <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/r-2108.pdf>, dernière consultation le 24/07/2017.

Parfois, les travaux routiers peuvent n'être autorisés que si un nombre minimal (deux, p.ex.) de voies est ouvert;

- $250 \leq TJMA < 2000$ : pas de restriction particulière, application des configurations standard;
- $TJMA < 250$ : des écarts par rapport aux configurations standard peuvent être autorisés.

## 2.5 Au Danemark

Au Danemark, le choix est presque exclusivement basé sur des paramètres liés au trafic. Les heures de travail admissibles sont définies pour chaque tronçon de route, et souvent, il n'est pas permis de bloquer une ou plusieurs voies, par exemple de 6 h à 9 h et de 15 h à 18 h. Cela signifie que les travaux de réhabilitation majeurs (qui ne peuvent être effectués en quelques heures au milieu de la journée) doivent être effectués la nuit.

## 2.6 En Lettonie

Les travaux routiers de nuit ne sont pas très populaires en Lettonie, pour plusieurs raisons:

- l'intensité du trafic est relativement faible ( $TJMA > 10\ 000$  seulement autour de Riga) et les travaux routiers ne sont pas une perturbation majeure;
- le système d'adjudication: sélectionner le prix le plus bas signifie que les entrepreneurs voudront utiliser les heures normales de travail autant que possible pour maintenir des offres de prix basses;
- jusqu'à récemment, le public était très compréhensif à propos de quelques embouteillages associés aux travaux routiers.

Au lieu des travaux de nuit, les chefs de projet ont tendance à interrompre les travaux durant les heures de pointe du vendredi et à supprimer les restrictions de circulation durant les week-ends. Dans certaines situations, les entrepreneurs sont toutefois obligés de recourir au travail de nuit:

- dans la capitale – sur les rues principales
- pour éviter les retards suite à la congestion (c'est une clause contractuelle);
- pendant la saison de construction, lorsque les conditions météorologiques ont été défavorables et que les délais contractuels sont devenus très contraignants. La décision est alors prise par l'entrepreneur et doit être coordonnée avec le gestionnaire de projet.

## 2.7 Résumé des principaux éléments décisionnels qui orientent le choix du mode d'exploitation d'un chantier routier

Sur base des références analysées et de l'information reçue, les principaux éléments décisionnels qui orientent le choix du mode d'exploitation d'un chantier routier, y compris le recours au travail de nuit, sont la minimisation des facteurs de gêne (fluidité du trafic) et le maintien d'un niveau acceptable de sécurité sur le tronçon considéré.

En particulier, du point de vue de la limitation de l'impact sur le trafic, il s'agit de planifier des travaux de sorte à réduire l'ampleur et la durée de la gêne occasionnée (sans oublier de tenir compte de l'éventuel report de trafic, organisé ou pas, sur d'autres routes). Concrètement, il s'agira, sur base du trafic existant et en fonction de la période à laquelle se déroule le chantier, de conserver un nombre suffisant de voies de circulation afin de maintenir un niveau de service acceptable. Pour ce faire, on recourt souvent à

une classification des sections du réseau routier selon leur sensibilité aux restrictions temporaires et partielles de la circulation.

Dans ce contexte, le recours au travail de nuit ou en dehors des heures habituelles de travail apparaît comme une option qui s'envisage dès lors que d'autres mesures s'avèrent insuffisantes ou impossibles à mettre en œuvre: utilisation de la bande d'arrêt d'urgence, réduction temporaire de la largeur des voies, mise en place d'une déviation, exécution des travaux en journée mais en dehors des heures de pointe; le tout selon le type de travaux considéré.

Pour ce qui concerne la sécurité, l'étape initiale de planification doit permettre de rechercher et de définir les mesures les mieux adaptées pour assurer la sécurité des usagers et des personnels travaillant sur les chantiers. Ainsi, sur certains sites avec des profils en travers très contraints, des gestionnaires peuvent en arriver à faire le choix de réaliser les travaux de nuit si une déviation n'est pas possible ni envisageable.

En principe, on optera donc pour l'exécution d'un chantier de nuit à condition qu'une réduction significative du risque pour les travailleurs soit prévisible en raison de la circulation très limitée et lorsque des besoins impérieux (notamment le volume de trafic en journée) l'exigent.

Il faut également noter que le type d'adjudication (exécution, concession partielle ou complète) ou les termes de celle-ci peut influencer le choix de l'entrepreneur de recourir au travail de nuit: choix systématique de la solution la moins contraignante vs. choix contraint par le délai d'exécution ou d'autres clauses telles que la limitation du retard occasionné aux usagers, le maintien d'un certain niveau de service.

Lorsque le travail de nuit est envisagé, diverses contraintes ou conditions sont susceptibles d'apparaître:

- diverses conditions, concernant notamment la situation météorologique, le manque de visibilité (brouillard, pluie, neige) doivent être respectées;
- la question de la santé et des aspects sociaux (en plus de l'impact économique et des contraintes juridiques formelles) doit être considérée (conception de l'environnement de travail, compensation salariale et en matière de loisirs);
- la protection des zones de travaux durant la nuit et leur éclairage doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les chantiers de construction de nuit doivent être visibles et identifiables à temps par les usagers de la route;
- certains types de travaux, jugés plus à risque, peuvent être interdits de nuit (entretien et abattage des arbres par exemple);
- le travail de nuit occasionne un surcoût et soulève des questions de sécurité qui doivent être gérées spécifiquement.

Les chapitres suivants traitent des paramètres qui prennent une importance particulière lorsque sont envisagés des travaux de nuit. Cela, d'une part, du point de vue de la gestion d'un chantier routier: nombre et taux d'accidents, gestion de la vitesse, influence du niveau d'éclairage sur la sécurité des travailleurs et des usagers, sur la qualité des travaux. Et d'autre part, sous l'angle plus général de l'impact du travail de nuit sur la santé des travailleurs et autres aspects sociaux et sur la productivité au travail.

*Remarque pour les chapitres 3 et 4: certaines parties de texte ont été mises en évidence (en caractère gras) pour accompagner le lecteur. Nous encourageons toutefois à ne pas limiter la lecture à ces seuls fragments de texte.*



## Chapitre 3

### Paramètres, spécificités d'un chantier routier de nuit

#### 3.1 Sécurité, nombre et taux d'accidents

La circulation nocturne est généralement caractérisée par des volumes de trafic réduits, une plus grande proportion de camions, des vitesses plus élevées, une visibilité réduite et une proportion plus importante de conducteurs somnolents ou déficients. Il existe donc des arguments opposés quant à savoir si travailler la nuit est plus ou moins sûr que de travailler pendant la journée.

**Alors que le risque individuel de collision pour un automobiliste peut théoriquement être plus élevé la nuit que durant la journée, le plus faible volume de trafic (et donc l'exposition au risque) peut globalement compenser cet accroissement de risque.** Il est d'ailleurs probable que le gestionnaire routier veillera, en supposant que le niveau de sévérité reste similaire, à minimiser le nombre de collisions. Certes, des différences peuvent également exister entre les opérations de travail diurnes et nocturnes, du point de vue de la gravité des accidents [15].

Fin des années nonante, une étude allemande<sup>5</sup> analysant la répartition temporelle des accidents au droit de chantiers a mis en évidence des taux plus élevés la nuit et le week-end par rapport aux autres heures de la journée et jours de la semaine. Une autre étude<sup>6</sup> a été en mesure de démontrer un lien entre la lumière et la fréquence d'accident, c'est-à-dire une augmentation de l'occurrence des accidents (facteur 13) au droit de chantiers exécutés dans l'obscurité.

Ces études suggèrent:

- qu'il existe un lien direct entre l'obscurité et les accidents: les accidents sont causés par les mauvaises conditions d'éclairage;
- qu'il existe un lien indirect entre l'obscurité et les accidents: l'accident résulte d'un phénomène de surprise des conducteurs qui ne s'attendent pas à rencontrer des chantiers durant la nuit, en raison de leur relative rareté.

Une étude américaine [16], menée sur base des données d'accidents mortels survenus dans les zones de travaux routiers en Illinois durant la période 1996-2001, a indiqué que la construction nocturne était environ cinq fois plus dangereuse que la construction diurne. **La sécurité relative des zones de travaux de nuit par rapport à celles de jour peut être évaluée en analysant le nombre d'accidents, mais uniquement si cette information est ajustée en fonction du volume de trafic, du nombre de zones de travaux actifs et du nombre de jours (travailleur-jours) de travail.**

Dans cette étude, l'analyse comparative des accidents mortels survenant de jour ou en conditions d'obscurité (la nuit et les conditions de luminosité intermédiaires ont été comptabilisées ensemble) a fait usage d'un facteur de calibration déterminé en utilisant des hypothèses ou informations sur le volume de trafic, le nombre de chantiers et le nombre d'heures, respectivement de nuit et de jour.

5

**Durth, W., Klotz, S., Stöckert, R. (1999)** *Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Arbeitsstellen kürzerer Dauer („Tagesbaustellen“) auf Bundesautobahnen*, Schlussbericht zum FE 03.285/1995/ FR, Darmstadt. Cité dans [14] **Roos, Ralf; Hess, Rainer; Norkauer, Axel; Zimmermann, Matthias (2006)** *Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen*. Bremerhaven: Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: V, Verkehrstechnik, 143). Disponible en ligne, <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2011/260/pdf/V143.pdf>, dernière consultation le 20/07/2017.

6

**Stöckert, Ralph (2001)** *Auswirkungen von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen auf Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des Verkehrsablaufes*. Düsseldorf: VDI (Fortschritt-berichte VDI. Reihe 12, Verkehrstechnik/ Fahrzeugtechnik, 0178-9449, Nr. 457). Cité dans [14] **Roos, Ralf; Hess, Rainer; Norkauer, Axel; Zimmermann, Matthias (2006)** *Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen*. Bremerhaven: Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: V, Verkehrstechnik, 143). Disponible en ligne, <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2011/260/pdf/V143.pdf>, dernière consultation le 20/07/2017.

$$f = f_1 \times f_2 \times f_3 = \frac{22\%}{78\%} \times \frac{33\%}{55\%} \times \frac{10 \text{ hrs}}{14 \text{ hrs}} = 0,121$$

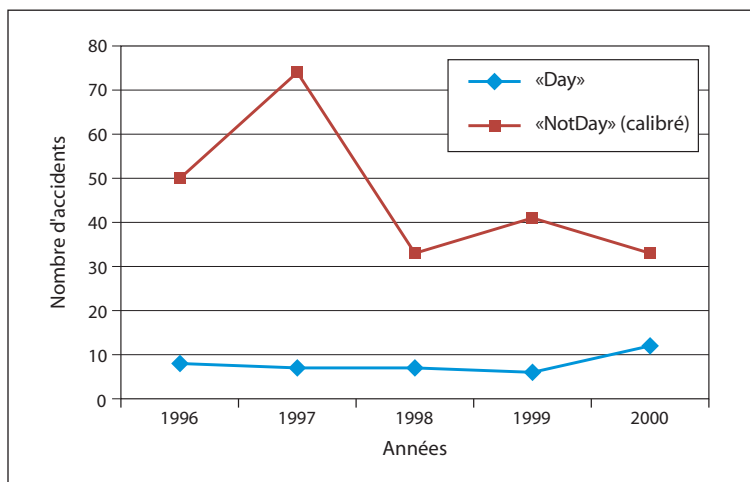
**Equation 3.1 – Facteur de calibration**

$f_1$  : facteur de calibration pour le volume de trafic;

$f_2$  : facteur de calibration pour le nombre de chantiers (nuit vs. jour; chantiers actifs 24h/24 exclus);

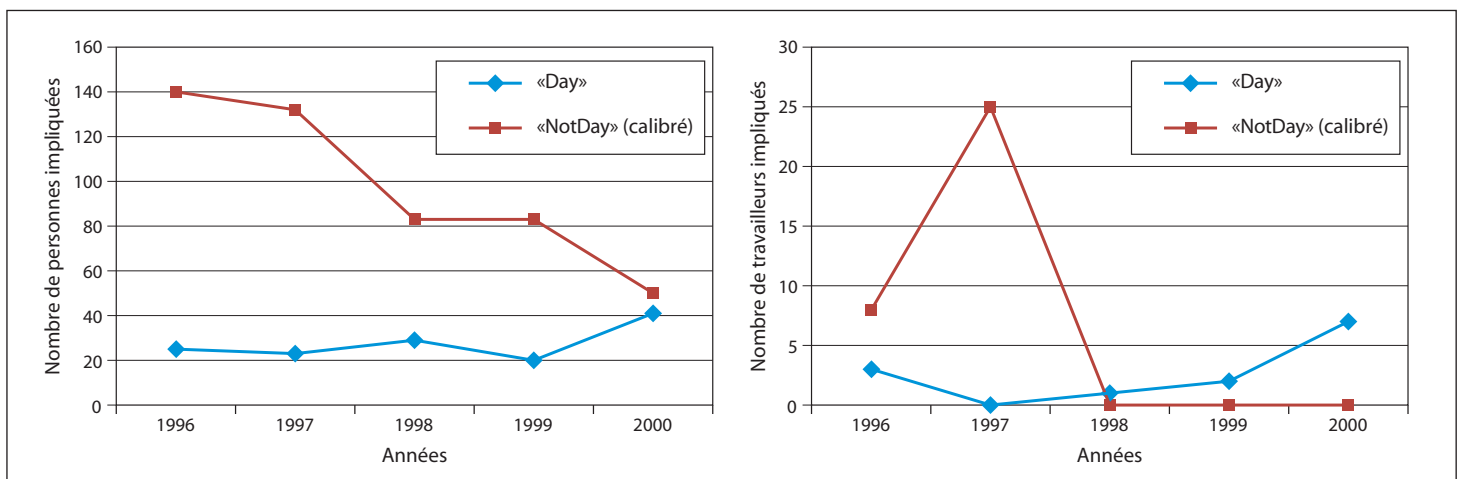
$f_3$  : facteur de calibration pour le nombre d'heures respectivement de jour et de nuit. [16, p. 402]

Cette étude suppose que si le nombre d'accidents de nuit est divisé par le facteur d'étalonnage  $f$ , le résultat peut être comparé au nombre d'accidents de jour et des conclusions valables en être tirées. Lorsque l'on compare (figure 3.1) le nombre d'accidents survenant le jour au nombre d'accidents survenant la nuit «calibré» à l'aide du facteur  $f$  ci-dessus, on peut observer que le nombre d'accidents de nuit («NotDay») était en effet en moyenne environ cinq fois supérieur à celui de jour («Day»).



**Figure 3.1 – Nombre d'accidents mortels survenant le jour («Day») comparé au nombre d'accidents survenant la nuit, calibré à l'aide du facteur  $f$  («NotDay»)** [16, p. 402]

L'analyse du nombre de personnes impliquées (travailleurs, usagers, etc.) a également permis de conclure que les zones de travail de nuit étaient plus dangereuses que celles de jour (figure 3.2). L'étude dont question ici indique toutefois une nette diminution, durant les trois dernières années (1998 à 2000) de l'étude, de l'écart entre le nombre (calibré à l'aide du facteur  $f$ ) de personnes impliquées dans des accidents sur chantier de nuit par rapport à celui de jour, en particulier pour ce qui concerne le nombre de travailleurs impliqués.



**Figure 3.2 – Nombre de personnes impliquées (à gauche) ou travailleurs impliqués (à droite) dans des accidents survenant sur des chantiers de jour («Day») et de nuit («NotDay»; nombre calibré à l'aide du facteur  $f$ )** [16, p. 403]

Quoiqu'il en soit, ces résultats semblent démontrer que les travaux de construction ou d'entretien menés en conditions d'obscurité présentent un risque relatif plus élevé que ceux exécutés de jour. En tout état de cause, ils confirment que des mesures spéciales doivent être prises au moment d'entreprendre les travaux de nuit.

En 2007, le SWOV (Pays-Bas) résume une revue de littérature à propos de l'insécurité au droit des chantiers routiers [17] comme suit.

«D'un point de vue absolu, les travaux de nuit vont de pair avec un nombre moindre d'accidents (de trafic). Le nombre plus élevé d'accidents le jour s'explique notamment par des intensités plus élevées et une quantité plus importante de travaux routiers.

La littérature, fait par contre généralement état d'un risque accru d'accident la nuit, ainsi qu'un sentiment d'insécurité plus important parmi les travailleurs routiers. Ce risque plus élevé est probablement causé par la visibilité médiocre des travaux, par le fait que ces circonstances provisoires ont probablement plus d'impact la nuit que le jour, et par l'efficacité moindre des mesures de sécurité la nuit.

L'impact de la fatigue de l'alcool, notamment, peut aussi être plus important la nuit. Cet impact peut être plus important dans les situations de circulation complexes engendrées par les travaux routiers. D'autre part, aucune image univoque n'a été trouvée dans l'étude bibliographique [...]. [Il y a] notamment aussi des études [...] qui mentionnent un risque moindre la nuit. Ceci peut s'expliquer par le fait que les travaux de nuit ont lieu en général sur des autoroutes bien éclairées alors que de jour, de nombreux travaux se font sur des routes relativement moins sûres.

[D'après certaines études], il s'avère qu'un certain nombre d'accidents se produisent dans des zones de travail inactives, surtout de nuit. Les mesures de sécurité font probablement défaut ou les usagers de la route n'estiment pas le danger de la situation de trafic modifiée à sa juste valeur quand il n'y a pas d'activité dans une zone de travail. Dès lors, les usagers de la route n'adaptent pas suffisamment leur comportement.» [17, pp. 28-9]

Les conclusions de la revue de littérature réalisée par le SWOV, et en particulier les éléments remettant en cause l'augmentation du risque durant la nuit, s'appuient notamment sur une étude menée aux Etats-Unis d'Amérique par Gerald Ullman en 2006<sup>7</sup>.)

Dans la première partie de l'étude, utilisant six années (2000-2005) de données sur les accidents de travail du Département des transports de l'état de New-York (NYSDOT), les différences relatives ont été examinées du point de vue des types et de la sévérité des accidents de la circulation et des accidents impliquant des travailleurs pendant les opérations de travail diurnes et nocturnes sur les autoroutes et voies rapides. Cette étude conclut que:

- dans l'ensemble, il semblait y avoir peu de différence en matière de gravité des accidents de la circulation entre les opérations de travail diurnes et nocturnes. Cependant, les accidents impliquant un travailleur étaient significativement plus sévères la nuit que pendant la journée. L'auteur note toutefois que cela ne signifie pas nécessairement que des travailleurs ont été impliqués dans une collision avec un véhicule; en effet, le pourcentage plus élevé de collisions graves la nuit concernait souvent des conducteurs ou des passagers plutôt que les travailleurs eux-mêmes (supposant dès lors que bien qu'étant concernés, ils ont pu éviter la collision). Les données indiquaient que l'implication directe d'un travailleur dans une collision entraîne généralement une blessure, que ce soit de nuit ou de jour.

7

**Ullman, G. L.; Finley, M. D.; Ullman, B. R. (2006)** *Analysis of crashes at active night work zones in Texas*. In Transportation Research Board (TRB) (Ed.): Transportation Research Board 85th Annual Meeting. Washington, January 22-26. Cité dans [17] **van Gent, A.L.; Janssen, S.T.M.C. (2007)** *Verkeersonveiligheid bij werk in uitvoering. Een literatuurstudie*. Leidschen-dam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersonveiligheid (SWOV). (SWOV Rapport, R-2007-5). Disponible en ligne, <https://www.swov.nl/publicatie/verkeersonveiligheid-bij-werk-uitvoering>, dernière consultation le 24/072017.

- des **différences** significatives ont été **observées dans les types de collisions qui se sont produites sur les autoroutes et voies rapides au cours des travaux de jour par rapport aux travaux de nuit:**

- la proportion de collisions par l'arrière était plus faible lors des travaux de nuit (réduction de la congestion et des files). En outre, les chantiers de nuit ne semblaient pas se traduire par des collisions par l'arrière plus graves que pendant les opérations de jour;
- les collisions impliquant des travailleurs, des véhicules ou du matériel ou encore des matériaux de construction (accidents avec intrusion dans la zone de chantier) représentaient un pourcentage plus élevé des collisions la nuit que le jour.

Une explication possible à ces observations pourrait être **qu'en journée le phénomène de formation de files éloigne les zones de conflit/ralentissement en amont de la zone de travail (où se produisent habituellement les collisions par l'arrière). Cette contrainte de congestion n'apparaissant habituellement pas durant la nuit, les conséquences de l'inattention ou du comportement inapproprié des conducteurs convergent vers la zone de travail;**

- les accidents avec intrusion impliquant des travailleurs représentaient un pourcentage plus élevé des collisions la nuit que le jour. Toutefois, ils ne constituaient qu'une faible proportion de l'ensemble des accidents à hauteur de la zone de travail, dans l'une et l'autre des périodes;
- la gravité des accidents (non liés au trafic) concernant les travailleurs sur la zone de travail n'était pas significativement différente entre les opérations de jour et de nuit.

Le deuxième volet de l'effort de recherche consistait à recueillir et à analyser des données détaillées à propos d'accidents survenus en présence de chantiers routiers en Californie, en Caroline du Nord, dans l'Ohio et à Washington. Il est apparu que, dans l'ensemble, les chantiers de nuit n'entraînaient pas un risque d'accident considérablement plus élevé pour les automobilistes, en comparaison des chantiers exécutés de jour. En outre, cette seconde analyse a confirmé que les accidents de la circulation qui se produisent dans les zones de travail nocturnes ne sont pas nécessairement plus sévères que ceux se produisant de jour dans des chantiers et opérations similaires.

En bref, les conducteurs traversant un chantier de nuit où des voies de circulation sont fermées encouraient un risque plus élevé (en moyenne) de 42,3 % (contre 45,5 % le jour) d'être impliqué dans un accident avec blessures par comparaison avec une situation sans chantier. Ces chiffres devenant respectivement 74,8 % (de nuit) et 80,8 % (de jour) lorsque l'on considère les accidents n'impliquant que des dégâts matériels, et 61 % vs. 66 % lorsque l'ensemble des accidents sont considérés. Les conséquences de ces analyses sont que les chantiers nécessitant des fermetures temporaires de voies présentent un impact absolu largement inférieur du point de vue de la sécurité des automobilistes lorsqu'ils sont conduits la nuit.

En présence d'un chantier actif, mais pour lequel aucune fermeture provisoire de voie n'était utilisée, l'augmentation des accidents graves calculée la nuit était sensiblement plus élevée (41,4 %) que pendant la journée (17,4 %). De même, l'augmentation calculée dans les accidents avec dégâts matériels était supérieure durant les chantiers nocturnes (66,6 %) à celle en journée (39,8 % d'augmentation). Dès lors, et bien qu'aucune de ces différences n'était statistiquement significative en raison de la grande variabilité d'un projet à l'autre, il semble que le fait des chantiers de nuit sans fermeture temporaire de voie peut affecter les risques de collision plus qu'on ne le pensait.

De même, en présence d'un chantier non actif et sans fermeture temporaire de voie, l'étude indique que les conducteurs encouraient un risque d'accident avec blessures plus élevé de 11,4 % la nuit et 2,0 % la journée (respectivement 33,0 % et 19,6 % pour les accidents avec dégât matériel) par rapport à une situation sans chantier.

Les augmentations légèrement plus élevées de la nuit reflètent vraisemblablement des conditions géométriques quelque peu dégradées dans la zone de travail par rapport à la zone en amont combinée à des questions spécifiques à la nuit.

***S'il semble clair que, grâce à la réduction sensible du trafic, le nombre absolu d'accidents survenant le long de chantiers de nuit est réduit, les différentes études citées ci-avant aboutissent à des conclusions contrastées quant à l'influence que peut avoir, sur le taux d'accidents, le fait de mener des opérations de nuit plutôt que de jour.***

***Quoiqu'il en soit, il est évident que les chantiers de nuit présentent un ensemble distinct de facteurs de risque pour les travailleurs et les usagers: diminution de la visibilité, éblouissement suite à l'éclairage de la zone de travail et aux phares des véhicules, vitesses plus élevées, déficiences des conducteurs (alcool, drogues, fatigue), confusion des usagers motorisés, problème de vision des conducteurs âgés. Dès lors, dans la mesure où certaines études tendent à indiquer que ces facteurs conduisent à une augmentation des décès dans la zone de travail pendant la nuit par rapport aux taux de la zone de travail pendant la journée, le principe de précaution doit s'appliquer et des mesures de sécurité proactives supplémentaires sont essentielles pour envisager un chantier présentant les meilleures conditions de sécurité possible, en particulier dans la zone de travail. Les implications en matière de sécurité doivent toujours être prises en compte, même si le chantier est de courte durée, ou si la zone de travail est très courte, ou même est située sur une bande d'arrêt d'urgence ou en accotement.***

***Du point de vue de la sécurité, la nuit, un aspect important concerne la visibilité des travailleurs et le caractère rétro réfléchissant de la signalisation. Il s'agit en effet de s'assurer que les signaux et les dispositifs de guidage sont en bon état, propres, visibles et rétro réfléchissants pour les usagers.*** Un équipement de protection individuelle (EPI) de haute visibilité participe quant à lui grandement à la protection des travailleurs en aidant à les reconnaître en situation de faible luminosité.

Par ailleurs, les travailleurs devraient être informés des risques et des dangers propres aux travaux de nuit, tant du point de vue de l'environnement de travail, que de l'influence de cette période de travail particulière sur leur propre comportement ou rythme et sur celui des usagers.

## 3.2 Gestion de la vitesse

Au Royaume-Uni, les travaux d'entretien du réseau routier géré par l'autorité routière nationale (*Highways Agency*) sont principalement exécutés sur de courtes durées pendant la nuit pour réduire l'impact des travaux sur la congestion. Selon la référence [18], cette pratique peut toutefois augmenter le risque du point de vue de la sécurité des travailleurs, et ce principalement suite aux vitesses excessives de nombreux véhicules. ***La réduction de la vitesse du trafic à hauteur des travaux routiers à court terme devrait améliorer la sécurité des travailleurs et réduire les accidents graves, à la fois pour les usagers et les travailleurs.***

Lors de l'étude expérimentale conduite par le *Transport Research Laboratory* [18], la ***méthode la plus efficace pour réduire la vitesse des véhicules à travers les travaux routiers semblait être l'utilisation d'une limite de vitesse*** de 50 mph (80 km/h). La vitesse moyenne diminue alors de l'ordre de 5 mph (8 km/h), toutes conditions météorologiques confondues. Un ***contrôle répressif régulier est toutefois nécessaire pour encourager et maintenir un comportement du conducteur conforme à la limite de vitesse.***

Par ailleurs, ***l'éclairage du chantier*** ne joue pas seulement un rôle pour les travaux, mais influence les usagers, comme ***reflété dans les mesures de vitesse sur les chantiers de nuit*** (figure 3.3) [14].

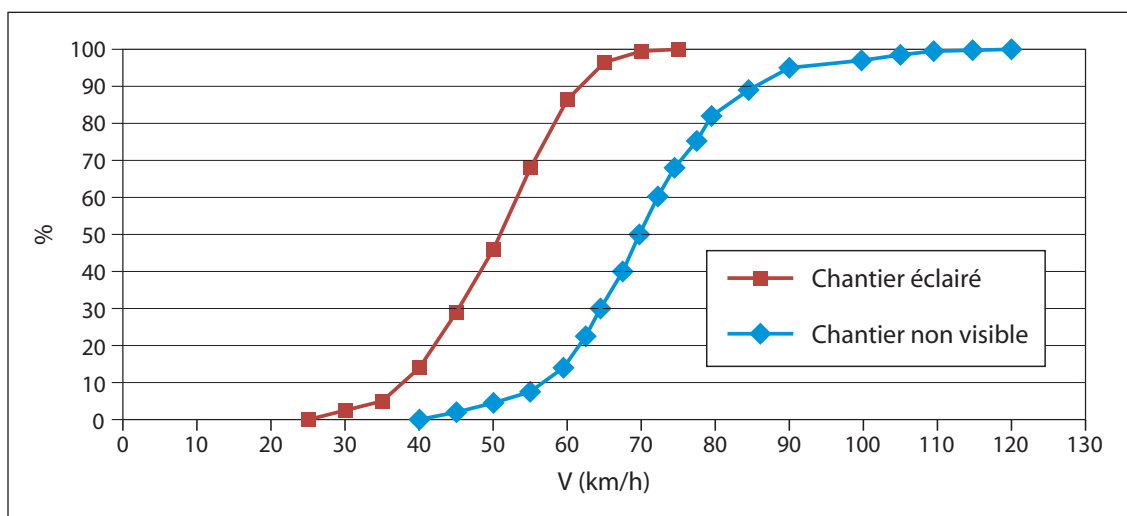


Figure 3.3 – Distribution de vitesse en fonction de l'éclairage d'un chantier de nuit [14, p.80]<sup>8</sup>

### 3.3 Qualité des travaux

8

**Kob, Stefan (2000)** *Verlegung von Straßenunterhaltungsarbeiten in Nachtstunden*. Diplomarbeit am Institut für Straßen- und Eisenbahnenwesen der Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe & **Ressel, W. (1994)** *Untersuchung zum Verkehrsablauf im Bereich der Leistungsfähigkeit an Baustellen auf Autobahnen*. Informationen – Verkehrsplanung und Straßenwesen, Universität der Bundeswehr München, Heft 37, München. Cités dans [14] **Roos, Ralf; Hess, Rainer; Norkauer, Axel; Zimmermann, Matthias (2006)** *Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen*. Bremerhaven: Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: V, Verkehrstechnik, 143). Disponible en ligne, <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2011/260/pdf/V143.pdf>, dernière consultation le 20/07/2017.

Dans leur guide, Shane et al. (2012) [1] indiquent que la plupart des agences routières aux Etats-Unis rapportent que la qualité de la construction de nuit est égale ou meilleure à celle obtenue de jour, et qu'un **examen de la littérature montre également que la qualité des projets de construction de nuit est comparable à celle des projets exécutés de jour**.

**Le travail nocturne profite des faibles volumes de trafic et des températures plus fraîches. D'autres facteurs importants ont une incidence sur la qualité de la construction nocturne:**

- un **éclairage** insuffisant et une mauvaise **visibilité**: la qualité du travail dépend fortement de la capacité de voir ce que l'on fait. Avec un éclairage suffisant, le résultat final est d'une qualité similaire à celui obtenu en journée. Chacune des activités, lorsqu'elle est effectuée la nuit, peut avoir sa propre exigence visuelle (§ 3.4 Besoin et Gestion de l'éclairage);
- les **facteurs humains** (§ 4.2 Productivité au travail): de nuit, les travailleurs éprouvent souvent de la fatigue suite au manque de sommeil, de repos, ainsi que des problèmes d'adaptation à l'idée de travailler la nuit. Les travailleurs fatigués peuvent être incapables de rester mentalement alertes et de se concentrer sur leur travail;
- l'insuffisance de l'**inspection** et de la **surveillance**: une bonne supervision assure que le résultat final réponde aux spécifications et aux normes, même si le travail est effectué la nuit.

Toujours selon Shane et al. (2012) [1], certaines études ont révélé que la qualité des revêtements posés la nuit satisfait aux spécifications d'uni, mais peut être moindre par rapport à la qualité des revêtements posés de jour. D'autres ne révèlent aucune différence entre l'uni des revêtements posés de jour ou de nuit. On peut toutefois conclure que l'entrepreneur doit faire preuve de plus d'attention et renforcer son contrôle de la qualité lors d'opérations de pose de revêtement la nuit, afin d'assurer un uni raisonnable. Le compactage de l'asphalte est une autre opération dont la qualité peut être affectée la nuit. L'effet sur le compactage est cependant moins important que sur l'uni du revêtement.



Pour ce qui concerne la pose de revêtement, les avantages à l'exécution de nuit sont, du point de vue de la qualité, liés au fait que les matériaux sont livrés à un rythme régulier suite aux facteurs suivants: meilleure production la nuit, moindre trafic vers et depuis le chantier, interférences de l'extérieur moins nombreuses, moindre congestion à la centrale lors du chargement des camions, meilleure utilisation des camions et évitement des heures de pointe du trafic.

Aux Etats-Unis, **la perception commune des entrepreneurs et des gestionnaires routiers semble être que la qualité des revêtements en asphalte posés la nuit, que ce soit pour des réparations ou des recouvrements, et en utilisant des procédures appropriées, des inspections et des essais adéquats et un contrôle strict, est plus que comparable à la qualité des revêtements posés en journée.**

Les défis en matière de surveillance des opérations d'asphaltage de nuit concernent: le respect des alignements, les problèmes de mélange (ségrégation, température, agglomérats), la propreté des bennes des camions, l'échantillonnage (plus difficile en raison de l'éclairage).

### 3.4 Besoin et gestion de l'éclairage

Sur un chantier de nuit, **un éclairage adéquat est nécessaire à la fois pour assurer la qualité des travaux et pour réduire la probabilité d'accidents. Un éclairage adéquat aide les travailleurs à exécuter les tâches de façon productive et en sécurité. L'éclairage doit également être installé de sorte qu'il n'éblouisse pas les automobilistes approchant la zone de travail.**

Selon le guide pratique rédigé par Shane et al. (2012) [1], la qualité de l'éclairage de la zone de travail peut être évaluée à l'aide de **trois paramètres principaux: l'éclairement lumineux<sup>9</sup>, l'uniformité de l'éclairage et l'éblouissement.**

Une bonne spécification requiert un niveau minimal d'éclairement moyen sur le chantier. Cette spécification d'éclairement lumineux garantit l'intensité de la lumière incidente sur les surfaces du site en travaux. L'uniformité de l'éclairage garantit une répartition homogène de celui-ci sur le chantier. Enfin, le troisième paramètre de qualité spécifié est l'éblouissement maximum, qui est quantifié en utilisant les niveaux de luminance<sup>9</sup> présents sur le site.

Après avoir passé en revue les tâches visuelles effectuées dans les travaux de construction et d'entretien des routes durant la nuit, Ellis et al. (2001)<sup>10</sup> ont recommandé que plusieurs catégories d'éclairement soient utilisées dans la conception et la mise en œuvre de systèmes d'éclairage pour les chantiers de nuit (tableau 3.1).

Le tableau 3.1 indique que:

- **les niveaux d'éclairement recommandés varient selon la tâche;**
- **les tâches nécessitant des niveaux de précision plus élevés nécessitent des niveaux d'éclairement plus élevés;**
- **un éclairement minimal de 54 lux doit être maintenue dans les zones de travail générales, pour la sécurité des travailleurs et des conducteurs.**

9

En photométrie, l'éclairage lumineux correspond à un flux lumineux reçu par unité de surface. Son unité le lux; 1 lux (lx) correspond à un flux lumineux de 1 lumen (lm) couvrant uniformément 1 mètre carré (m<sup>2</sup>). La luminance se définit comme le quotient de l'intensité lumineuse de la surface source par l'aire de cette source projetée sur la perpendiculaire à la direction d'observation. Son unité SI est la candela par mètre carré (cd/m<sup>2</sup>).

10

**Ellis, Jr. Ralph D. (2001)** *Lighting Fundamentals for Nighttime Highway Construction*. In: Donn E. Hancher (Ed.): Proceedings of Construction Institute sessions at the ASCE 2001 civil engineering conference. Houston, Texas, United States, October 10-13, 2001. Reston: American Society of Civil Engineers, pp. 96-105. Disponible en ligne <http://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/40591%28269%2911>. Cité dans [1] **Shane, Jennifer Sue; Kandil, Amr Ahmed; Schexnayder, Cliff J. (2012)** *A guidebook for nighttime construction. Impacts on safety, quality, and productivity*. Washington D.C.: Transportation Research Board. (NCHRP report, 726). Disponible en ligne, <http://dx.doi.org/10.17226/22723>, dernière consultation 19/07/2017.

| Catégorie d'éclairage | Eclairage minimal (lx) | Zone à éclairer   | Type d'activité  | Exemples d'activités  |
|-----------------------|------------------------|---|--|---|
| I                     | 54                     | Eclairage sur toute la zone de travail                                | Eclairage général de la zone de travail, et exécution de tâches visuelles à grande échelle, ou de contraste moyen, ou faible précision requise | Excavation<br>Brossage  |
|                       |                        |   |  | Eclairage général de toutes les zones de travail et les zones de déplacement entre les tâches |
| II                    | 108                    | Eclairage de la zone de travail et dans les zones le long du matériel | Exécution de tâches visuelles à moyenne échelle, ou de contraste moyen à faible, ou précision moyenne requise                                  | Mise en œuvre d'un revêtement<br>Fraisage   |
|                       |                        |   |  | Zones où un revêtement est mis en œuvre   |
| III                   | 216                    | Eclairage de la tâche   | Exécution de tâches visuelles à petite échelle, ou de contraste faible, ou précision élevée requise, ou finition soignée                       | Colmatage des fissures<br>Systèmes de signalisation   |
|                       |                        |   |  | Eclairage direct de la tâche  |

Note: lx est le symbole de lux.

**Tableau 3.1** – Niveau d'éclairage requis pour les activités de construction routière [1, p. 19 – traduction libre]

## 3.5 Signalisation de chantier

### 3.5.1 Signaux rétro réfléchissants

Comme nous l'avons mentionné précédemment, **durant la nuit, la visibilité des travailleurs et le caractère rétro réfléchissant de la signalisation sont des facteurs importants du point de vue de la sécurité. Il s'agit en effet de s'assurer que les signaux et les dispositifs de guidage sont en bon état, propres, visibles et rétro réfléchissants pour les usagers.**

D'ailleurs, la convention sur la signalisation routière adoptée à Vienne en 1968 stipule en son Article 31 – alinéa 2 – Signalisation des chantiers que: «Lorsque l'importance des chantiers et de la circulation le justifie, il sera disposé, pour signaler les limites des chantiers sur la chaussée, des barrières, intermittentes ou continues, peintes en bandes alternées blanches et rouges, jaunes et rouges, noires et blanches ou noires et jaunes, **et, en outre, de nuit si les barrières ne sont pas rélectorisées, des feux et des dispositifs réfléchissants.** Les dispositifs réfléchissants et les feux fixes seront de couleur rouge ou jaune foncé et les feux clignotants de couleur jaune foncé.» [19]

A la suite, l'A.M. du 07/05/1999 (toujours d'application tant qu'il n'a pas été remplacé par des dispositions régionales) indique bien que tous les signaux routiers doivent être soit du type rétro réfléchissant soit du type à éclairage propre (art. 1.3.1.). L'article 1.4. indique quant à lui que «lorsqu'un dispositif d'éclairage est prévu, il fonctionne entre la tombée et le lever du jour ainsi qu'en toute circonstance où il n'est plus possible de voir distinctement jusqu'à une distance d'environ 200 m», et précise que «par atmosphère limpide, l'éclairage doit rendre la signalisation visible à 150 m au moins.» [20]



Selon le manuel du chef de chantier relatif à la signalisation temporaire sur les routes bidirectionnelles, publié par le SETRA en 2000 [21], qu'il soit en activité ou non, un chantier de nuit présente des risques particuliers pour l'utilisateur et pour le personnel. Sa signalisation doit donc être renforcée.

Ce manuel précise que **le premier panneau de danger rencontré doit être équipé d'un revêtement rétro réfléchissant** de classe 2 (structure en nid d'abeille visible à 250 m, selon la classification adoptée en France) **ou doté de trois feux de balisage et d'alerte** synchronisés. L'association des deux équipements est autorisée. Ce manuel indique également qu'au droit des biseaux, il est souhaitable que les cônes, piquets ou balises soient rétro réfléchissants de classe 2. Par ailleurs, les dispositifs assurant le balisage frontal (biseau, droit des voies affluentes, etc.) peuvent être équipés de feux synchronisés ou à défilement; ceux assurant le balisage longitudinal peuvent être dotés, pour certains d'entre eux, de dispositifs lumineux notamment en présence de fouilles, dénivellation importante ou dépôt de matériaux.

**En Wallonie**, le CCT Qualiroutes [22] prévoit que **les signaux routiers et barrières utilisés en signalisation de chantier soient revêtus d'un film rétro réfléchissant de type 3** (classes de performance selon les tableaux A et C du PTV662 [23]), pour en assurer la visibilité et la lisibilité en toute circonstance d'éclairage.

**En Flandre**, le *Standaardbestek 250* [24] prévoit que les balises (type IIc selon l'A.M. du 07/05/1999 [20]) soient recouvertes d'un **film de type 3.a ou 3.b** (cf. tableaux A et B du document PTV662 [23]). Il en est de même des autres signaux classiquement utilisés au droit des zones de chantier.

### 3.5.2 Lampes jaunes clignotantes (flash)

**Les lampes jaunes clignotantes présentent une diversité d'applications sur les chantiers routiers:** avertissement en présignalisation, sur les balises ou barrières pour attirer l'attention, en séquence au niveau d'un biseau pour guider l'utilisateur ou encore sur un véhicule (flèche ou croix) pour informer, guider. **Elles doivent donc, en principe, être clairement visibles et susciter un regain d'attention de la part des conducteurs sans toutefois les éblouir** (directement ou par reflet).

Selon le rapport du projet conjoint scandinave *Disturbing lights at road works during night time* [25], il est généralement admis que la visibilité, l'effet d'attention et l'effet perturbateur des lampes jaunes clignotantes dépendent de leur intensité lumineuse effective, de la distance à laquelle elles doivent produire un effet et des niveaux de lumière ambiante. Il est également admis que l'intensité lumineuse effective dépend de la durée du flash.

**La norme EN 12352 «Équipement de régulation du trafic – Feux de balisage et d'alerte» définit des classes de lampes jaunes clignotantes sur base d'exigences en matière d'intensité lumineuse et des caractéristiques du faisceau angulaire** [26]. Elle ne propose naturellement pas de guide pratique du point de vue de l'utilisation de ces lampes. L'étude scandinave menée par Ihs et al. (2008) [25] indique que l'intensité lumineuse devrait être proportionnelle au carré de la distance à laquelle la lampe clignotante doit agir. Cette distance est liée à la vitesse des usagers à l'endroit où la lampe doit être utilisée.

Cette étude fournit des recommandations d'intensités lumineuses, en fonction du niveau d'éclairage ambiant et de la distance d'action de la lampe clignotante (tableau 3.2).

| Lumière ambiante, exprimée par l'intensité lumineuse sur le plan horizontal (lx) |                                   | Portée de la lampe clignotante       |       |       |       |        |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|  |                                   | 50 m                                 | 71 m  | 100 m | 141 m | 200 m  |
|  |                                   | Intensité lumineuse recommandée (cd) |       |       |       |        |
| 0,4 lx   | (obscurité)                       | 25                                   | 50    | 100   | 200   | 400    |
| 4 lx   | (éclairage routier faible)        | 50                                   | 100   | 200   | 400   | 800    |
| 40 lx  | (éclairage routier fort/pénombre) | 100                                  | 200   | 400   | 800   | 1 600  |
| 400 lx   | (crépuscule)                      | 200                                  | 400   | 800   | 1 600 | 3 200  |
| 4 000 lx   | (lumière du jour faible)          | 400                                  | 800   | 1 600 | 3 200 | 6 400  |
| 40 000 lx  | (ensoleillement)                  | 800                                  | 1 600 | 3 200 | 6 400 | 12 800 |

**Tableau 3.2** – Intensités lumineuses recommandées pour les lampes clignotantes [25, p. 7 – traduction libre]

En outre, les lumières clignotantes agissant à longue distance doivent avoir un faisceau puissant mais étroit, tandis que les lumières clignotantes agissant à distance plus courte peuvent avoir un faisceau plus faible, mais aussi plus large.

A ce jour, le cahier des charges type Qualiroutes (chap. L. 1.2.2) [22] prévoit que, de nuit, le matériel de balisage est surmonté de l'éclairage prescrit: des lampes de couleur jaune-orange équipent une balise sur deux en signalisation d'approche et toutes les balises en signalisation latérale. Le CCT (chap. L.1.3.10) précise également les classes de la NBN EN 12352 auxquelles les différents types de feux utilisés sur chantier doivent correspondre pour ce qui concerne, notamment, l'intensité lumineuse et la fréquence de clignotement.

En Flandre aussi [24, Hoofdstuk 10 – § 3.3], les feux utilisés pour la signalisation de chantier satisfont aux classes particulières de la NBN EN 12352 en matière d'intensité lumineuse, de zone continue d'émission lumineuse, de vitesse de clignotement et de résistance mécanique.

## 3.6 Nuisances

En général, les nuisances majeures pour les riverains d'un chantier, associées à la construction nocturne sont le bruit, l'éclairage (voir § 3.4) et les vibrations. Les problèmes de nuisance sont fonction de la nature du travail nocturne effectué et de l'emplacement de ce travail.

### 3.6.1 Le bruit

Sur son site [27], l'Office fédéral des routes suisse (OFROU) n'est pas très favorable aux travaux de nuit. Il indique que le bruit des travaux nocturnes dérange la population riveraine de l'autoroute, la Suisse étant un pays densément peuplé. De plus, conformément à l'ordonnance sur la protection contre le bruit [28], les niveaux sonores admissibles sont plus bas la nuit que le jour. Par ailleurs, le travail nocturne sur les chantiers autoroutiers implique que l'on travaille aussi de nuit chez les fournisseurs de matériel et dans les autres entreprises associées aux travaux. Il est fréquent que le travail de nuit y soit exclu, les niveaux sonores plus bas admis la nuit s'appliquant aussi aux installations de production fixes.

Dès lors, en Suisse, le concept de lutte contre le bruit inscrit dans le droit sur la protection de l'environnement s'applique aussi aux chantiers [29]:

- «priorisation: le bruit des chantiers doit prioritairement être combattu à la source et sur son chemin de propagation;
- prévention: afin d'éviter le bruit des chantiers, il convient, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable;
- renforcement: ces mesures seront renforcées si l'on constate ou s'il est à prévoir que les atteintes seront nuisibles ou incommodantes.

L'[Office fédéral de l'environnement] tient un catalogue où sont recensées les mesures connues permettant de limiter les émissions de bruit.» [29, p. 10]

«Les mesures à prendre pour les travaux de construction et les travaux de construction très bruyants sont définies selon: la distance entre le chantier et les plus proches locaux à usage sensible au bruit, l'heure de la journée et le jour de la semaine durant lesquels sont effectués les travaux; les phases de construction bruyantes et la durée des travaux de construction très bruyants; la sensibilité au bruit des zones touchées.» [29, p. 13] (tableau 3.3).

| Mesures pour travaux de construction ou travaux de construction très bruyants?  |  |
|---|--|
| Distance entre le chantier et les plus proches locaux à usage sensible au bruit | Heure  |
|   | 7 heures 12 13 heures 19 heures  |
| 600 m   | Aucune mesure selon catalogue  |
| 300 m   | Mesures selon catalogue si <ul style="list-style-type: none"> <li>• phase de construction bruyante <math>\geq 1</math> semaine ou</li> <li>• durée des travaux de construction très bruyants <math>\geq 1</math> semaine ou</li> <li>• travaux de construction ou travaux de construction très bruyants pendant la nuit</li> </ul> |
| 0 m   |  |

**Tableau 3.3** – Test rapide pour décider s'il y a lieu de prendre des mesures pour les travaux de construction et les travaux de construction très bruyants [29, p. 14]

«Aux Pays-Bas, une attention de plus en plus grande de normes de bruit légales ont été introduites, ce qui a fait de la maîtrise du bruit de construction une condition préalable essentielle à l'exécution de projets de construction (et de démolition) [...] Dans des circulaires de 1981 et 1991, les choses étaient simples: un niveau sonore moyen de 60/65 dB(A) le jour (7 h - 19 h) à hauteur des façades des habitations. Il était supposé qu'aucun travail de nuit n'avait lieu; aussi, aucune directive n'était donnée à ce sujet. Avec l'apparition de la Circulaire bruit de construction 2010, une nouvelle systématique d'évaluation a été introduite. Elle permet des niveaux sonores plus élevés, mais limite la durée d'exposition. Dans le *Bouwbesluit 2012*, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> avril 2012, la systématique de la Circulaire bruit de construction 2010 est presque entièrement reprise pour les activités de construction et de démolition [...].

Le tableau 3.4 donne les valeurs limites pour le bruit de construction et de démolition, valables les jours ouvrables entre 7 h et 19 h à hauteur des façades des habitations.» [30, p. 1]

| Valeur diurne 07h00 - 19h00 | Jusqu'à 60 dB(A)       | Au-dessus de 60 dB(A) | Au-dessus de 65 dB(A) | Au-dessus de 70 dB(A) | Au-dessus de 75 dB(A) | Au-dessus de 80 dB(A) |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Durée maximale d'exposition | Pas de limite en jours | ≤ 50 jours            | ≤ 30 jours            | ≤ 15 jours            | ≤ 5 jours             | 0 jours               |

**Tableau 3.4** – Valeurs limites de bruit diurne conformément au *Bouwbesluit 2012 (NI)* [30, p. 1 – traduction libre]

«Une dispense des valeurs limites pour le bruit de construction du *Bouwbesluit 2012* est possible et nécessaire si:

- la valeur journalière est supérieure à 80 dB(A) dans la période diurne les jours ouvrables (entre 7h00 et 19h00);
- la charge sonore ne satisfait pas au critère des jours admissibles (tableau 3.4);
- des activités de construction sont nécessaires pendant les périodes de soirée ou nocturnes, ou le week-end, et que les niveaux sonores maximums sont de 60 dB(A) ou plus.» [30, p. 4]

«Des conditions peuvent être posées à une dispense telles que la charge maximale au bruit, la durée et l'application de techniques de mise en œuvre silencieuses.» [30, p. 1]

Selon van der Maarl, W. (2013) [30], une communication préalable sur le bruit provoqué par les travaux est cruciale pour un soutien dans le voisinage. Le bruit nocturne sans avis préalable peut vite entraîner des plaintes pour nuisances sonores. Dans la pratique, il ressort que des informations anticipées permettent de limiter la quantité de plaintes pour nuisances sonores, même en cas de niveaux sonores relativement élevés. Cela dépend bien sûr du type de projet de construction.

### 3.6.1.1 Atténuation du bruit à la source

Selon Shane et al. (2012) [1], la plupart des bruits de construction résultent du fonctionnement des engins et équipements de construction. Le type, le modèle et l'état de l'équipement, ainsi que l'opération effectuée influent sur le bruit généré par celui-ci.

**Le contrôle physique du bruit vise une réduction et/ou une modification du champ sonore perçu. Il repose sur la modification du niveau de bruit ou de son impact sur le récepteur. L'atténuation des bruits gênants doit en effet prendre en compte le contrôle de la source, de l'environnement de propagation et des récepteurs. Le bruit recouvrant également une composante psychologique, l'implication des riverains est un élément essentiel de gestion des nuisances sonores.**

Le bruit individuel de chaque équipement, même la source de bruit la plus forte, n'est pas toujours la première priorité. Les décibels sont des quantités logarithmiques, non linéaires. Par conséquent, les niveaux sonores ne peuvent pas simplement être ajoutés, soustraits ou calculés en moyenne.

La référence [1] suggère que le contrat définisse des critères «absolus» pour les catégories d'équipement. L'utilisation de certains équipements pourrait être interdite pendant les heures de soirée et de nuit ou à une certaine distance d'un endroit sensible au bruit pendant les heures de nuit.

### 3.6.1.2 Contrôle de la propagation du bruit et mesures vis-à-vis du récepteur

Après avoir épuisé toutes les méthodes d'atténuation possibles pour contrôler le bruit à la source, **la deuxième ligne d'attaque consiste à contrôler la propagation du bruit**. Sous cet angle, **les trois techniques d'atténuation sont: la distance, la réflexion et l'absorption** [1].

En doublant la **distance** entre la source et le récepteur, une réduction de 3 à 6 dB peut être atteinte, et une réduction de 6 dB représente un changement notable du niveau de bruit. Les écrans visent principalement à **réfléchir** efficacement le bruit loin des récepteurs sensibles. Cependant, l'énergie sonore réfléchie peut se déplacer vers la source et avoir éventuellement un impact sur les récepteurs dans l'autre sens.

Dans ces cas, des écrans avec des faces acoustiquement absorbantes peuvent être nécessaires. L'**absorption** peut être utile pour éviter les réflexions indésirables ou pour l'utilisation à l'intérieur des enceintes. Toutefois, elle n'agit pas sur la réduction du champ sonore direct, elle ne fonctionne que pour absorber une partie du son qui interagit réellement avec les matériaux absorbants.

Lorsque toutes les autres approches à la lutte contre le bruit ont été insuffisantes, les efforts de contrôle au niveau du récepteur devraient être entrepris. **Les problèmes de récepteurs impliquent habituellement des individus situés très près de l'activité génératrice de bruit, auquel cas il peut être plus efficace d'améliorer l'environnement acoustique de l'individu plutôt que de contrôler l'ensemble du bruit émis** [1]. La politique de réduction des nuisances peut comporter des mesures originales, comme offrir un bon d'hôtel à tous les riverains d'un carrefour en chantier.

### 3.6.2 Les vibrations

De nombreux types d'activités de construction provoquent des vibrations qui se propagent à travers le sol. **Bien que la force** (exprimée en vitesse de vibration – mm/s) **des vibrations diminue avec la distance à la source, elles peuvent produire des nuisances dans les bâtiments très proches des chantiers de construction**. Les humains et les animaux sont en effet sensibles aux vibrations, en particulier dans la gamme des basses fréquences (1 Hz à 100 Hz).

Pour contrôler ou limiter les vibrations causées par le projet, le guide pratique [1] suggère **la possibilité de fixer des contraintes sur les méthodes de construction, sur les temps admissibles et l'équipement utilisé**. Cependant, la détermination de niveaux de vibrations acceptables est très difficile en raison de la nature subjective des nuisances. **L'approche de base en ce qui concerne la gestion contractuelle des vibrations est l'imposition d'une valeur limite**.

La prise en compte et le contrôle adéquat du bruit, des vibrations et de la poussière générés par les travaux routiers s'avèrent donc être des outils efficaces pour atténuer les impacts négatifs des travaux sur les communautés riveraines. Dans les chantiers de nuit, l'objectif principal est de minimiser l'impact du bruit généré par les travaux, les personnes y étant plus sensibles la nuit.

Bien entendu, la gêne occasionnée par un chantier routier ne se limite souvent pas aux seules nuisances causées aux riverains par le fait des activités nocturnes. D'autres groupes cibles en subissent les conséquences comme le rappelle le paragraphe suivant (§ 3.6.3 Réduction de la gêne globale occasionnée par un chantier).

### 3.6.3 Réduction de la gêne globale occasionnée par un chantier

**Les travaux routiers engendrent presque toujours des nuisances. Les usagers de la route ne sont pas les seuls à en subir les conséquences, mais aussi les riverains, les commerçants et divers autres groupes cibles. En prenant des mesures spécifiques de réduction des nuisances, il est possible de réduire sensiblement la gêne occasionnée par des travaux routiers.**

Ainsi, le projet *Minder Hinder* [31] a permis d'identifier onze principes valables pour une politique de réduction des nuisances en général, ceci dans l'optique d'une application concrète sur le terrain (tableau 3.5).

|   |
|---|
| 1. Prêter attention à la réduction des nuisances dans un ordre logique: prévenir – atténuer – remédier  |
| 2. Prêter attention le plus tôt possible à la réduction des nuisances (phase de planification étendue)  |
| 3. Chacun prend ses responsabilités (délimitation claire des responsabilités)   |
| 4. La réduction des nuisances constitue une tâche supplémentaire (prévoir des postes distincts dans les cahiers des charges, délimitation claire des tâches)  |
| 5. La réduction des nuisances est un travail sur mesure (veiller à la cohérence par rapport au projet)  |
| 6. Adapter les mesures à l'ampleur des nuisances (les nuisances sont déterminantes et non la taille/ le budget du projet)   |
| 7. Respecter le principe STOP (prêter attention par ordre de priorité aux piétons, cyclistes, transports en commun, transport privé)  |
| 8. Procéder à une analyse coûts-bénéfices des mesures de réduction des nuisances (coût social des nuisances: aspect financier, sécurité routière, sécurité et santé sur le chantier, qualité de vie de la population) |
| 9. Veiller à une communication intégrée (depuis la phase de planification jusqu'à la phase d'évaluation)  |
| 10. Grouper autant que possible les travaux routiers  |
| 11. Intégrer la réduction des nuisances dans les processus des travaux routiers (procédures et règlements)  |

**Tableau 3.5** – Onze principes pour une politique de réduction des nuisances occasionnées par un chantier routier [31, p. 11].

Ces onze principes sont détaillés et illustrés dans l'annexe 2.

## Chapitre 4

# Impact du travail de nuit sur la santé des travailleurs et sur la productivité au travail

### 4.1 Santé, facteur social

#### 4.1.1 Contraintes

**«L'homme, comme tous les êtres vivants, alterne les phases actives et les phases de repos. Ces phases se succèdent selon un rythme régulier.» [2, p. 37] En particulier, le corps humain est soumis à des rythmes dits circadiens ou biologiques dont la période est d'environ vingt-quatre heures.**

Diverses études menées vers la fin des années septante fournissent des preuves d'un effet du travail de nuit sur le rythme biologique (circadien) de l'homme<sup>11</sup>. Une adaptation du corps aux exigences du travail de nuit est difficile et est souvent accompagnée d'un abus de l'usage de stimulants et de somnifères, qui conduisent à une augmentation des problèmes de santé des systèmes digestif et circulatoire. En outre, suite à un travail de nuit régulier, on peut s'attendre à des effets négatifs sur la famille et l'environnement social de l'employé<sup>12</sup>.

Selon Roos et al. [14], le travail de nuit doit donc être envisagé pour des raisons technologiques légitimes ou en raison d'un besoin public urgent.

La brochure du SPF Emploi, Travail et Concertation sociale (2008) à propos de la réglementation du travail de nuit et la réduction de ses inconvénients [2] détaille les contraintes du travail de nuit. Elle indique notamment que, du fait du rythme biologique (circadien) auquel il est soumis, «on constate [chez l'homme] que [sa] température, [son] pouls, [sa] pression artérielle, [ses] rythmes électroencéphalographiques, [sa] consommation d'oxygène, l'activité de [ses] glandes endocrines présentent des variations cycliques au cours d'une période de vingt-quatre heures. La plupart de ces variations connaissant un maximum diurne et un minimum nocturne.

**Les rythmes biologiques sont des rythmes génétiques. Ils sont toutefois renforcés par des facteurs de l'environnement, appelés synchroniseurs sociaux.** Ces synchroniseurs résultent à la fois de l'alternance du jour et de la nuit mais aussi d'autres facteurs tels que la lumière, les bruits, les horaires familiaux, l'horaire des repas, les horaires de travail, ceux de la vie sociale au sens large.

#### 4.1.2 Conséquences

**Dans le cas du travailleur de jour, l'horaire biologique et l'horaire «social» sont confondues et se renforcent donc l'un l'autre. Chez le travailleur de nuit par contre, les horaires entrent en opposition et ses biorythmes sont de ce fait soumis à l'influence contradictoire de deux synchroniseurs (les horaires de travail et les horaires socio-familiaux).**

11

**Carpentier, J.; Cazamian, P. (1981)** *Nachtarbeit, ihre Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden*. Eschborn: Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW). Projekt A-137, Abteilung Arbeits- und Sozialwirtschaft (ASW). Disponible en ligne, [http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1981/81B09\\_32\\_germ.pdf](http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1981/81B09_32_germ.pdf), dernière consultation le 26/07/2017 & **Stratmann, Inge Katharina. (1979)** *Veränderungen der Circadianrhythmik durch Nachtarbeit in Abhängigkeit von der Individuellen Phasenlage*. Dissertation an der Universität zu Marburg. Cités dans [14]\*.

12

**Ulrich, Eberhard; Baitsch, Christof (1979)** *Schicht- und Nachtarbeit im Betrieb*. Rüslikon-Zürich: GDI-Verlag. Cité dans [14]\*.

\* 11 &amp; 12

Citées dans [14] **Roos, Ralf; Hess, Rainer; Norkauer, Axel; Zimmermann, Matthias (2006)** *Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen*. Bremerhaven: Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen: V, Verkehrstechnik, 143). Disponible en ligne, <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2011/260/pdf/V143.pdf>, dernière consultation le 20/07/2017.



[...] Un travail de nuit, même prolongé, ne provoque jamais de véritable inversion des rythmes biologiques. Les synchroniseurs sont en contradiction et empêchent, de ce fait, une adaptation de l'organisme au travail de nuit. On constate, au mieux, une atténuation de l'amplitude de certains rythmes, d'autres ne se modifiant pas du tout. [...] Il n'y aura jamais de travail de nuit permanent car dès le premier jour de repos, les ajustements partiels qui se sont opérés sont balayés et on constate alors un lent retour à la normale.

Ce qui demande le plus d'énergie à l'organisme est représenté par sa légère adaptation au bout de quatre ou cinq jours et ensuite le retour à la normale. Les études montrent d'ailleurs que les personnes dont l'organisme s'adapte le moins [...] supportent mieux, à long terme, le travail alternant [...].

On constate donc que le travailleur de nuit est confronté à une double contrainte: **travailler en désactivation nocturne**, ce qui nécessite de plus grands efforts, et **se reposer en phase d'activation diurne**, avec comme effet un sommeil moins réparateur. **Les dommages de cette situation sont surtout importants en cas de travaux intellectuels.**» [2, pp. 37-39]

### 4.1.3 Effets sur la santé

Selon la réglementation du travail de nuit et la réduction de ses inconvénients, «la perte de qualité de sommeil diurne conduit à un épuisement permanent qui finit par engendrer un état de mal-être, voire de vieillissement prématuré, surtout s'il y a cumul avec d'autres nuisances sur le lieu de travail (bruit, solvant, etc.). Cet état peut s'exprimer par des symptômes psychiques (stress, anxiété, voire même dépression) ou somatiques (des troubles digestifs, tensionnels, circulatoires). Parfois, les deux types de symptômes sont associés.

Le repas de nuit, absorbé en un temps de désactivation nocturne des sécrétions gastriques, favorise les troubles digestifs. [...] Le travailleur de nuit est également exposé à la prise inconsidérée de somnifères pour dormir de jour et de stimulants pour rester éveillé la nuit.» [2, p.43]

Toujours selon cette référence, «**il n'y a pas d'accoutumance mais une intolérance progressive au travail de nuit et, pour cette raison, il conviendra de recruter avec prudence pour la nuit les travailleurs âgés de plus de 40 ans qui n'ont encore jamais travaillé auparavant en horaires de nuit.** En effet, l'adaptation au travail de nuit est d'autant plus lente que le travailleur est plus âgé.» [2, p. 45]

En 2010, l'*Economisch Instituut voor de Bouw* aux Pays-Bas a réalisé une analyse des coûts-bénéfices sociaux des variantes d'exécution du travail de nuit et de week-end pour l'entretien des routes [33]. Dans cette étude, les chercheurs ont mené une vaste enquête auprès de 6 000 travailleurs du secteur routier afin de mieux connaître la manière dont y était perçu le travail de nuit et de week-end, et s'enquérir de leur appréciation des aspects sociaux.

Il apparaît de manière assez singulière que la considération pour le travail de nuit et de week-end augmente proportionnellement aux suppléments de salaire, mais qu'elle diminue à nouveau en cas de suppléments supérieurs à 20 %. L'étude s'intéresse également aux absences pour cause de maladie des travailleurs du secteur routier. **Quand on regarde le nombre de déclarations de maladie par travailleur par an, il semble que le chiffre augmente à mesure que le pourcentage de travail de nuit est plus élevé dans le nombre d'heures de travail prestées.** Cela s'applique à toutes les classes d'âge de travailleurs et à tous les groupes de métiers étudiés. Les chercheurs en tirent la conclusion prudente que la diminution du travail de nuit peut avoir un impact positif sur les absences pour cause de maladie [33].

L'adoption de mesures d'atténuation est une composante importante de toute approche organisationnelle globale de gestion des risques associés à la problématique de la fatigue sur les chantiers. Selon Sanquist et al. (2014) [32], la mesure principale est l'éducation et la sensibilisation de tout le personnel,



y compris le management, pour dissiper les mythes et les croyances erronées à propos de la fatigue et inculquer une compréhension des fondements biologiques de la fatigue et des démarches qui peuvent être adoptées à ce sujet.

Le guide rédigé par Sanquist et al. (2014) [32] décrit plusieurs mesures qui ont démontré une certaine efficacité dans une variété d'environnements industriels, y compris la sieste défensive avant le travail de nuit et la sieste à des moments appropriés pendant la période de travail (comme la pause-déjeuner), la caféine pendant les périodes de fatigue élevée ou pour réduire l'inertie du sommeil (la sensation de fatigue lors du réveil) après les siestes de milieu de travail, les courtes pauses en cours de travail et une bonne planification des horaires et tâches tenant compte des susceptibilités individuelles à la fatigue.

Le tableau 4.1 liste les techniques les plus prometteuses pour la gestion et l'atténuation de la fatigue dans la construction routière.

| Impact   | Type de mesure d'atténuation   |   |
|--|--|---|
|  | Préventive   | Opérationnelle  |
| Généralement efficace                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sommeil adéquat</li> <li>- Sieste défensive</li> <li>- Bon environnement de sommeil</li> <li>- Limitation des heures supplémentaires et/ou modification des horaires</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caféine</li> <li>- Sieste</li> <li>- Sommeil de fond</li> <li>- Pauses</li> </ul>  |
|  | - Education à la fatigue   |   |
| Moins efficace                                       | - Régime   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperature et ventilation</li> <li>- Autocontrôle et contrôle par les collègues</li> </ul>  |
|  | - Exercice   |   |
| Peu de preuves d'efficacité ou difficile à appliquer | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Somnifères ou stimulants</li> <li>- Optimisation des horaires par modélisation</li> <li>- Système de gestion des risques liés à la fatigue</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivi de l'état des travailleurs et alerte</li> <li>- Technologies</li> <li>- Lumière vive ou mélatonine pour changer le rythme circadien</li> </ul> |

**Tableau 4.1** – Mesures d'atténuation de la fatigue classées par type et estimation du niveau d'efficacité et de complexité de mise en œuvre [32, p. 24 – traduction libre]

## 4.2 Productivité au travail

Les avis varient quant au niveau d'influence du travail de nuit sur la productivité. Certains estiment que le niveau de performance des travailleurs est un facteur clé qui peut causer une perte de la productivité durant les chantiers de nuit. D'autres études citent la moindre congestion de la circulation comme étant un élément majeur qui contribue à l'amélioration de la productivité pendant les pauses de nuit. Selon Shane et al. (2012) [1], **la littérature fournit des preuves solides montrant que la productivité n'est pas, pour de nombreuses activités, impactée par le fait de réaliser les opérations la nuit. Cela pourrait être attribué à deux facteurs antagonistes qui s'équilibrent: une perte de productivité des travailleurs et une amélioration des conditions de travail pendant les heures de nuit.** Les niveaux de productivité plus élevés la nuit pourraient s'expliquer par une moindre interférence de la circulation et des périodes de travail plus longues.

Les **facteurs ayant un impact potentiel sur la productivité de nuit** peuvent être regroupés en deux classes principales: les **facteurs humains** (impact du travail de nuit sur les ouvriers et les superviseurs) et

l'**environnement de travail** (mesures de gestion de la zone de travail). Pour ces deux classes, la situation spécifique du chantier peut avoir un impact positif ou négatif sur la productivité.

#### 4.2.1 Facteurs humains [1]

La nature du travail affecte la fatigue des travailleurs à travers trois voies principales: le nombre d'heures de travail, l'horaire de la pause, et les exigences spécifiques de la tâche. Ces facteurs sont largement contrôlés par les rythmes physiologiques circadiens du corps humain.

Des périodes de travail prolongées ont un impact à long terme sur la productivité du travail. L'effet sur la productivité dépend également de la constance (ou par opposition périodicité) de l'affectation à un travail à horaire décalé (assignation permanente ou travail alterné entre les périodes de jour ou de nuit). Ces deux situations ont des impacts différents sur la récupération du sommeil, et la capacité d'adaptation du rythme circadien affecte la productivité du travail.

Le processus circadien, produit par notre horloge biologique, favorise l'éveil pendant la journée et la somnolence pendant la nuit, ne facilitant dès lors pas le maintien du réveil pendant la nuit, même lorsque précédée d'une période de sommeil. **La fatigue et la performance sur le lieu de travail dépendent à la fois de la durée de la période d'éveil (dû à la durée du travail), de l'heure (en raison du travail à pause), ainsi que de la nature du travail.** Par conséquent, le rythme circadien de l'homme peut influencer les activités de construction nocturnes en termes de productivité du travail.

De la pratique du travail industriel à pause, il est connu qu'une chute de performance survient pendant la nuit (figure 4.1). En conséquence, le nombre d'erreurs de production et d'accidents augmente.

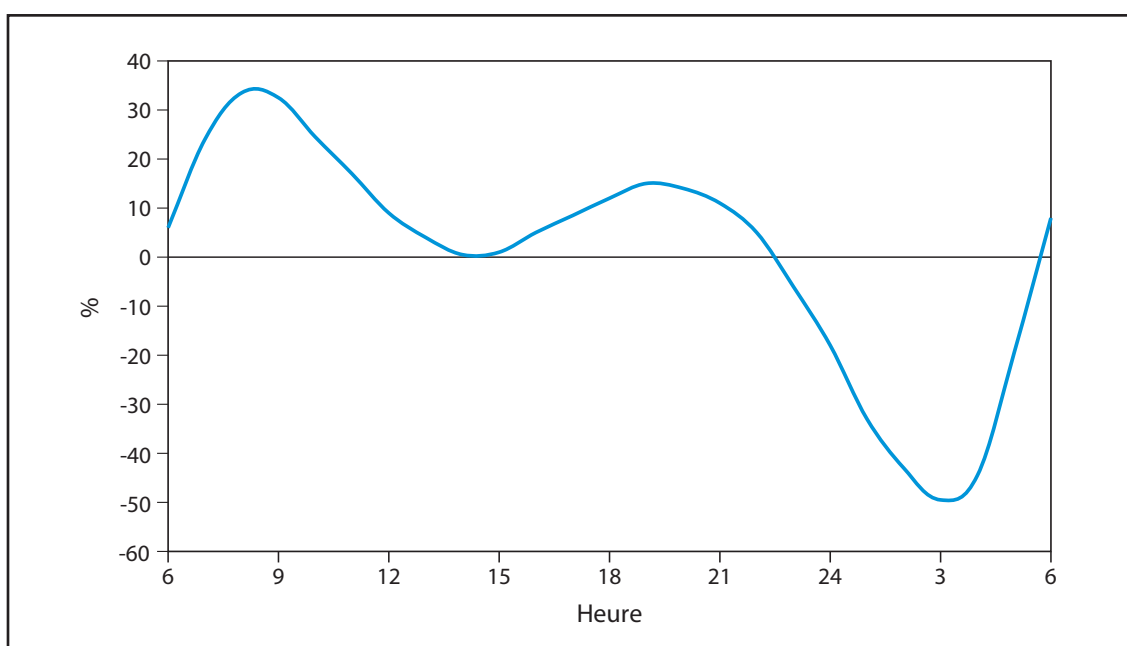


Figure 4.1 – Motivation physiologique sur 24 h [14, p. 81]

**Les heures de moindre vigilance se produisent entre 1 h et 6 h du matin. Par conséquent, dans la conception des opérations nocturnes, les tâches nécessitant des niveaux élevés de compétence et de vigilance doivent être évitées pendant ces heures. Si des tâches de haute compétence doivent être effectuées pendant ces heures, une attention particulière doit être accordée au contrôle de la qualité afin d'éviter des pertes de productivité causées par des réfections.**

Selon la réglementation du travail de nuit et la réduction de ses inconvénients [2], «il n'y a pas que les paramètres biologiques pour témoigner de la désactivation nocturne et de la surfatigue du travailleur de nuit. Les tests psychologiques de type cognitif sont également révélateurs. **On observe par exemple un allongement du temps de réaction moteur.** La vigilance, très importante pour certains travaux, est aussi altérée. **On observe des difficultés de concentration. Ces effets sont maximaux vers 3 h du matin.**

La conjonction des effets biologiques et neuropsychologiques n'est donc pas sans incidence sur le rendement, la sécurité et l'absentéisme des travailleurs de nuit. En matière de sécurité, la moins bonne performance de l'activité cérébrale au cours de la nuit induit une plus grande quantité d'accidents graves au cours du poste de nuit et davantage de difficultés pour le travailleur qui effectue des tâches intellectuelles que pour celui qui effectue des tâches manuelles.» [2, p. 39]

Toutefois, selon Shane et al. (2012) [1], les gens qui préfèrent travailler la nuit présentent une meilleure performance au fur et à mesure que la soirée progresse, tandis que les personnes préférant le travail matinal ont une diminution de leur performance lors du travail en soirée. Les habitudes et attentes des travailleurs influencent donc également leur performance au travail.

En outre, «**la tolérance au travail de nuit semble meilleure lorsque la charge physique est importante.** Elle s'amenuise à mesure que le travail demande plus d'attention intellectuelle. Ce phénomène est en rapport avec la perte de sommeil paradoxal. [...] **Le sommeil diurne,** [plus court et donc souvent amputé d'une partie de la période de sommeil paradoxal (qui paraît jouer un rôle spécifique en matière de réparation de la fatigue mentale),] **répare la fatigue causée par les travaux lourds de type traditionnel mais non la fatigue ou tension mentale qui est propre aux tâches mécanisées et automatisées intellectuelles ou de vigilance.**

**L'évolution technologique ne peut donc qu'augmenter la gravité du problème.** Dans certaines tâches de vigilance pure, on rajoute parfois du travail physique (déplacements, etc.) appelé «tâche ajoutée» pour maintenir cette vigilance et équilibrer les types de fatigue.» [2, pp. 40-41]

#### 4.2.2 Facteurs relatifs à l'environnement de travail [1]

**Les facteurs de la zone de travail qui affectent la productivité comprennent l'éclairage et la visibilité, les dispositions en matière de gestion de la circulation, le trafic lui-même et l'environnement routier.** L'exposition à la lumière affecte le processus circadien.

Par conséquent, pour le travail nocturne, l'éclairage est nécessaire à la fois pour la visibilité, pour l'exécution du travail, et important vis-à-vis de la capacité des travailleurs à résister à la fatigue et à rester productifs.



# Chapitre 5

## Evaluation économique

### 5.1 Coûts ou bénéfices pour la société

Calculé en termes de coût supplémentaire lié aux accidents, il ressort de l'étude d'Ullman et al. (2008) [15] que travailler la nuit lorsque les travaux nécessitent une fermeture temporaire des voies de circulation entraîne des coûts d'accident plus faibles que lorsque les mêmes travaux sont effectués de jour, pour l'ensemble des niveaux de volume de trafic. Il apparaît même que sur les routes supportant un trafic élevé, il y a, du point de vue de la sécurité, un avantage économique global très important pour le trafic automobile d'exécuter les travaux de nuit.

***Du point de vue de la sécurité des usagers, l'impact global des chantiers qui impliquent des fermetures temporaires de voies a toujours tendance à être moindre la nuit, et l'avantage de recourir aux chantiers de nuit augmente logiquement à mesure que l'intensité du trafic sur la section de route considérée est plus élevée.***

A l'opposé, effectuer des travaux de nuit lorsqu'une fermeture temporaire de voie n'est pas nécessaire présente peu, voire aucun, intérêt en termes de coût lié à la sécurité. Pour le cas particulier des nuits où la zone de travail est inactive et où aucune fermeture temporaire de voie n'est requise, l'augmentation des coûts liés aux accidents est légèrement plus élevée pour les opérations de nuit par rapport à celles réalisées en journée.

Par ailleurs, la référence [14] fait état de ***ratios avantages-coûts des pertes de temps évitées vs. les coûts d'exploitation qui ont été établis*** (en première approximation) ***pour différents scénarios***. Sur la base des trajets et des conditions de circulation propres au réseau autoroutier allemand, le ***travail de nuit*** (D1 dans le tableau 5.1) donne, en moyenne, un ratio bénéfice/coût de douze. Si les conditions de circulation le permettent, un déplacement vers le ***week-end*** (D2 dans le tableau 5.1) est encore bien meilleur (ratio B/C = 112). Si la chaussée et les distances entre échangeurs le permettent, l'***utilisation de l'accotement*** (D5 dans le tableau 5.1) est la mesure qui offre le potentiel le plus élevé.

| Mesures visant à réduire la congestion | Coût [€/d]                 | Bénéfice [€/d] | Rapport bénéfice/coût |
|--|----------------------------|----------------|-----------------------|
| D1 Travail de nuit                     | 2 156,40                   | 25 389,00      | 12                    |
| D2 Travail le week-end                 | 221,25                     | 24 783,00      | 112                   |
| D3 Combinaison                         | 0,00                       | 12 556,00      |                       |
| D4 Interruption du travail             | Dépend fortement du rythme |                |                       |
| D5 Bande d'arrêt d'urgence             | 0,00                       | 25 479,00      |                       |
| D7 Déplacement du trafic               | 411,40                     | 15 425,00      | 37                    |

**Tableau 5.1** – Rapport bénéfice/coût en moyenne en Allemagne [14, p. 82 – traduction libre]

Le rapport coût-bénéfice calculé pour les itinéraires particulièrement congestionnés donne encore de bien meilleurs résultats.

Au milieu des années nonante, le *Rijkswaterstaat* (Pays-Bas) s'est engagé sur la voie d'une gestion routière visant une réduction des embouteillages. Cela implique qu'en cas d'intervention sur l'infrastructure routière, on travaille autant que possible à des moments où l'intensité du trafic reste modérée, ce qui

signifie en grande partie le soir et la nuit. En outre, lorsque l'ampleur des travaux d'entretien et de rénovation est plus importante, ceux-ci sont régulièrement réalisés le week-end [33]. Les avantages de cette méthode sont évidents: travailler à des périodes calmes signifie que les travaux routiers impactent le moins de trafic possible. L'impact sur la congestion et le nombre d'heures perdues dans le trafic sont minimales. Mais selon Groot et al. (2010) [33], l'entretien réalisé la nuit se caractérise par son ampleur moindre. Le nombre limité d'heures disponibles la nuit mène à une utilisation relativement inefficace du personnel et du matériel. **En cas de plages horaires nocturnes limitées, le temps net disponible pour les travaux d'asphaltage est d'environ trois à quatre heures. Du travail de nuit à petite échelle engendre des frais supplémentaires par rapport à des variantes d'exécution qui permettraient de travailler à plus grande échelle.**

L'institut néerlandais *Economisch Instituut voor de Bouw* a réalisé à cet effet une analyse des coûts-bénéfices sociaux. Le projet d'entretien calculé est un projet de type entretien variable (le remplacement de 5 cm d'enrobé sur un grand nombre de petites sections est considéré comme représentatif pour ce type d'entretien routier. Ces tronçons sont répartis sur les bandes de gauche et de droite dans une section de route de 10 km. Le projet est réalisé sur une route nationale de 2x2 bandes).

L'étude a choisi comme alternative zéro des travaux d'entretien réalisés pendant un certain nombre de nuits avec des plages limitées. Le chantier a lieu sur une seule bande, l'autre bande reste disponible. Cinq alternatives stratégiques ont en outre été formulées. D'une part, les restrictions de temps ont été diminuées (plages plus vastes) et, d'autre part, les limitations en espace et en échelle ont été réduites.

Le tableau 5.2 récapitule les alternatives zéro et stratégiques. Pour les alternatives N2 à N5, les chercheurs sont partis du principe qu'une chaussée complète était fermée pour cause d'entretien; le trafic est dévié dans une direction.

|    | Nom              | Description  |
|----|------------------|--|
| N0 | Alternative zéro | Travail de nuit dans des plages limitées, entre 23h et 5h    |
| N1 | Nuit+            | Travail de nuit dans des plages plus vastes, entre 20h et 5h |
| N2 | Week-end         | Travail en continu du vendredi 20h au lundi 5h               |
| N3 | Jour/soir        | Travail le jour/soir de 10h à 22h                            |
| N4 | Jour             | Travail le jour de 7h à 22h                                  |
| N5 | Semaine continue | Travail en continu du mardi 10h au jeudi 19h                 |

Remarque: pour les alternatives N2 à N5, on parle d'une déviation sur 30 km

Source: EIB

**Tableau 5.2** – Aperçu des alternatives zéro et stratégiques [33, p. 6 – traduction libre]

L'analyse des coûts-bénéfices sociaux considère plusieurs types d'effets (directs et indirects). Les coûts de mise en œuvre du projet d'entretien comptent parmi les effets directs. Les effets générés par le projet d'entretien mais qui ne sont pas portés en compte directement à l'initiateur comptent parmi les effets externes (entre autres les coûts de la gêne à la circulation, les coûts pour l'environnement).

**Les calculs avec le modèle indiquent que la réalisation du projet (entretien variable) revient moins cher dans toutes les alternatives stratégiques étudiées que la méthode actuelle avec beaucoup de travail de nuit à petite échelle.** Selon les modélisations, des plages nocturnes plus vastes permettent d'épargner 10 % sur les coûts de mise en œuvre. Dans le cas d'alternatives à beaucoup plus grande échelle, comme du travail de week-end ou du travail continu en semaine, les économies potentielles de l'ordre de 35 % sur les coûts de mise en œuvre sont encore plus grandes [33]. Contrairement aux coûts de mise en œuvre, les frais de la gêne à la circulation sont dans toutes les alternatives supérieurs à ceux de l'alternative zéro avec du travail de nuit à petite échelle. Les frais de la gêne à la circulation diffèrent fortement entre les alternatives stratégiques et varient bien sûr fortement selon l'intensité du trafic.

Dans les alternatives stratégiques N2 à N5, ces frais sont principalement déterminés par le temps de trajet supplémentaire induit par l'itinéraire de déviation (tableau 5.2).

Le tableau 5.3 indique que les **économies réalisées sur la mise en œuvre sont dans beaucoup des alternatives étudiées plus que réduites à néant par les coûts plus importants engendrés par la gêne à la circulation. En d'autres termes, dans ces situations, la méthode de travail actuelle, qui met l'accent sur le travail de nuit à petite échelle, est socialement rentable** [33].

|                                   | N1    | N2       | N3        | N4     | N5               |
|-----------------------------------|-------|----------|-----------|--------|------------------|
|                                   | Nuit+ | Week-end | Jour/soir | Jour   | Semaine continue |
| <b>Intensité de trafic élevée</b> |       |          |           |        |                  |
| Coûts d'exécution <sup>1)</sup>   | 60    | 180      | 145       | 60     | 175              |
| Coûts des nuisances               | -15   | -275     | -690      | -1 145 | -810             |
| Coûts environnementaux externes   |       | -10      | -20       | -30    | -25              |
| <b>Total effets monétarisés</b>   | 45    | -105     | -565      | -1 115 | -660             |
| <b>Intensité de trafic faible</b> |       |          |           |        |                  |
| Coûts d'exécution                 |       | 180      | 145       | 60     | 175              |
| Coûts des nuisances               |       | -120     | -295      | -425   | -335             |
| Coûts environnementaux externes   |       | -5       | -10       | -20    | -15              |
| <b>Total effets monétarisés</b>   |       | 55       | -160      | -385   | -175             |
| <b>Effets pour les employés</b>   |       |          |           |        |                  |
| Appréciation <sup>2)</sup>        | -     | -        | -         | -      | -                |
| Nervosité                         | +     | +        | +         | 0/+    | +                |
| Conflit travail-domicile          | +     | ?        | +         | +      | +                |
| Absence pour maladie              | 0/+   | 0/+      | 0/+       | 0/+    | 0/+              |

<sup>1)</sup> Les coûts sociaux des alternatives sont indiqués par un moins, les bénéfices par un plus.

<sup>2)</sup> En moyenne, les employés apprécient le plus la situation actuelle. Il peut cependant y avoir des différences considérables entre les employés.

Source: EIB

**Tableau 5.3** – Impacts sociaux des alternatives stratégiques, par type d'impact différent par rapport à l'alternative zéro (milliers d'euros) [33, p. 7 – traduction libre]

Toutefois, il existe des situations où une méthode de mise en œuvre alternative apporte davantage de bénéfices sociaux que de coûts:

- pour des intensités de trafic élevées, il peut être bénéfique d'appliquer des plages horaires nocturnes plus étendues. Des plages plus longues permettent d'employer le personnel et le matériel plus efficacement, ce qui réduit le coût de la mise en œuvre. Dans ce modèle, les coûts induits par l'augmentation de la gêne à la circulation sont toutefois inférieurs aux économies;
- lorsque l'intensité du trafic est faible, il peut être socialement avantageux de combiner du travail de nuit à petite échelle et un week-end complet de travail. Des économies considérables dans l'exécution peuvent être réalisées, ce qui est avantageux.

## 5.2 Coût lié à la main d'œuvre [1]

Les opérations de nuit peuvent nécessiter des heures supplémentaires et/ou le versement de primes. Les deux augmentent les coûts horaires de la main-d'œuvre et peuvent également augmenter les coûts pour le gestionnaire routier, mais ces augmentations sont souvent compensées par une meilleure productivité dont le niveau varie. Selon [1], une meilleure productivité découlant d'opérations plus efficaces entraîne une réduction des coûts du contrat.

***L'effet sur la productivité et, par conséquent, le coût du projet est fonction du type de travail*** (certains travaux peuvent être effectués plus rapidement la nuit, tandis que d'autres s'accommodent mal d'un moindre niveau d'éclairage) ***et du nombre d'heures de travail en continu qui est autorisé. En plus du problème des heures de travail, la diminution de la visibilité et la difficulté de communiquer avec les superviseurs et/ou le personnel de soutien technique sont deux autres facteurs qui peuvent avoir un effet négatif sur la productivité et causer une augmentation du coût.***

Le temps réellement disponible pendant une pause de travail impacte le coût lié à la main-d'œuvre, l'installation et l'enlèvement des dispositifs de gestion du trafic prenant du temps.

## 5.3 Coût lié à l'équipement [1]

En raison de la perte de production qui résulterait d'une panne d'une machine importante pendant une pause de nuit, les entrepreneurs placent souvent des machines de réserve sur des projets de nuit.

## 5.4 Approvisionnement en matériaux

***L'approvisionnement en matériaux et fournitures n'est pas toujours possible en dehors des heures normales de travail.*** De telles conditions peuvent forcer l'entrepreneur à ***décaler le transport des matériaux dans le temps ou nécessiter des zones de stockage.*** Si elles ne sont pas la propriété de l'entrepreneur, les centrales à béton et d'enrobage peuvent facturer des frais supplémentaires pour opérer la nuit. Le coût global des matériaux est, lui, davantage lié aux quantités nécessaires.

## 5.5 Gestion du trafic

Durant la nuit, la gestion du trafic nécessite souvent des éléments supplémentaires à ceux nécessaires lorsque le travail est effectué seulement pendant la journée. Comme démontré par l'étude menée aux Pays-Bas par l'*Economisch Instituut voor de Bouw* [33], si le travail de nuit nécessite une mobilisation importante de dispositifs de contrôle de la circulation et leur démobilité à la fin de chaque pause de nuit, le coût du projet sera lourdement impacté.

## 5.6 Dépenses liées à l'éclairage de la zone de travail et aux mesures de lutte contre le bruit

L'installation d'un dispositif d'éclairage est une nécessité vitale du point de vue de la sécurité d'une zone de travail, de la productivité et de la qualité du travail. Elle représente bien entendu un coût supplémentaire par rapport au travail de jour. Il en est de même pour ce qui concerne les éventuelles mesures de lutte contre les nuisances sonores (voir § 3.6.1).



## 5.7 Coûts indirects

**Le coût associé au personnel de l'autorité routière doit être pris en considération dans la mesure où il peut être nécessaire de payer une prime d'heures supplémentaires aux inspecteurs et au personnel du laboratoire de contrôle de la qualité.** Les opérations de nuit peuvent, en outre, nécessiter l'intervention des forces de l'ordre ou de personnel supplémentaire.

## 5.8 En résumé

Les principaux facteurs grevant le coût des travaux de nuit sont liés aux frais d'éclairage, aux mesures différentes ou supplémentaires pour la gestion du trafic et aux primes associées aux heures supplémentaires ou au travail en dehors des heures habituelles. La disponibilité des fournisseurs, des coûts indirects comme ceux liés à une formation spécifique des équipes, à la mise à disposition d'équipement de réserve ou encore à la planification des opérations sont également de nature à faire augmenter le coût global d'un projet.

Cependant, certains de ces coûts peuvent être diminués de façon significative ou compensés par la mise en œuvre d'un travail à pause performant, ainsi que par une bonne planification de projet dès le début de son développement (c'est-à-dire dès avant les procédures d'adjudication).

Pour conclure sur ces questions d'ordre économique, le guide pratique de Shane et al. (2012) [1] indique que des coûts supplémentaires sont parfois occasionnés par l'approvisionnement en matériaux à des heures particulières, par l'inspection et par l'exploitation des centrales à béton et/ou d'enrobage en dehors des heures normales de travail, par des frais supplémentaires d'éclairage et de contrôle du trafic. L'impact relatif sur le coût est bien entendu plus important pour les petits projets où les frais supplémentaires doivent être répartis sur un nombre réduit de postes.

**Toutefois, en dépit de l'augmentation des coûts sur les postes liés à la gestion du trafic et à l'éclairage, les coûts d'utilisation des routes par les usagers sont généralement réduits lorsque le travail est effectué la nuit. En outre, le plus faible volume de circulation nocturne peut entraîner une livraison plus rapide et plus aisée des matériaux sur le chantier et l'évacuation des déchets, ce qui est de nature à réduire le coût global du projet.**

Cependant, **il n'y a pas de consensus sur la question de l'impact des travaux de nuit sur les coûts de construction. Cela semble dépendre de la taille du projet et des opérations de travail spécifiques.**



## Chapitre 6

### Conclusion

Les critiques à propos des chantiers de nuit et leurs nombreux inconvénients sont fréquentes. Cependant, ***lorsqu'on examine attentivement l'ensemble des facteurs, la différence entre la construction de jour et de nuit n'est pas significative, ni en termes de coût, ni en termes de productivité, de qualité ou de sécurité. Bien entendu, un bon éclairage et un meilleur contrôle de la circulation sont nécessaires. Mais surtout, une bonne planification peut atténuer ou limiter l'impact de tous les facteurs moins avantageux de la construction nocturne.***

***De nombreuses stratégies visant à atténuer les risques doivent être considérées au moment de la prise de décision de réaliser les travaux de nuit, de sorte que le processus d'analyse des risques doit commencer dès les premières étapes du développement du projet.***

Ainsi, les chantiers de nuit peuvent s'avérer plus sûrs pour les travailleurs et les usagers les traversant, pour peu que l'ensemble des paramètres clés cités dans cette note aient été correctement pris en compte dès le début du processus de planification: un éclairage temporaire adéquat, des signaux rétro réfléchissants, plus grands et éventuellement plus nombreux, des dispositifs de guidage et de séparation efficaces, des signaux lumineux avertissant du danger et, enfin, des travailleurs, des véhicules et un équipement visibles.

Au-delà des quelques inconvénients, les avantages de la construction nocturne sont évidents. Le principal réside dans la moindre interférence du trafic avec les activités de construction, se traduisant généralement par une productivité renforcée et une qualité équivalente, si pas meilleure dans certains cas.

| Facteur             | Inconvénient   | Atténuation  | Avantage   | Chapitres correspondants |
|---------------------|--|--|--|--------------------------|
| <b>Eclairage</b>    | Nécessité de fournir un bon éclairage  | Nécessite un plan d'éclairage et un bon équipement d'éclairage                   |  | § 3.4                    |
| <b>Nuisances</b>    | Une ordonnance locale peut imposer des restrictions au travail de nuit             | Nécessite un plan de contrôle du bruit et d'un équipement de limitation du bruit |  | § 3.6                    |
|                     | Risque de bruit, vibrations, lumière et autres nuisances                           | Utilisation de nouvel équipement, gestion du bruit dans la zone de travail       |  |                          |
| <b>Productivité</b> | Temps d'installation et de retrait augmentés des régulateurs de trafic et des feux | Plan de régulation du trafic détaillé  | Augmentation de la flexibilité dans la zone de travail due à la diminution de l'interférence du trafic | §§ 3.4, 4.1 & 4.2        |

| Facteur        | Inconvénient   | Atténuation   | Avantage   | Chap. corr. |
|----------------|--|---|--|-------------|
|                | Visibilité réduite de la zone de travail   | Propre éclairage  | Moins d'interférence du trafic et des pauses de travail plus longues ont un impact positif sur la productivité |             |
|                | Sentiment de diminution de la productivité   | Nécessité d'une planification plus détaillée des activités  | Permet la fermeture temporaire de davantage de voies   |             |
|                | Temps de réparation de l'équipement plus long pendant les dépannages                     | Utilisation d'un équipement plus récent, réparation des parties disponibles ou mise à disposition d'un équipement de back-up si délai critique              | Périodes de travail plus longues   |             |
|                | L'organisation du temps de travail peut être plus difficile                              | Planification prudente des activités et bonne communication   | Réduction de la durée du projet  |             |
|                | Des restrictions peuvent être imposées par des syndicats ou des fournisseurs de matériel | Travail avec les syndicats pour comprendre les restrictions et planifier à long terme avec les fournisseurs pour assurer un stock suffisant                 |  |             |
|                | Facteurs liés à l'horloge biologique, manque de sommeil                                  | Approche organisationnelle globale de gestion des risques associés à la problématique de la fatigue sur les chantiers, et mesures d'atténuation y associées |  |             |
|                | Satisfaction de l'employé  |   |  |             |
| <b>Qualité</b> | La qualité du travail peut être affectée négativement                                    | Fournir un bon éclairage basé sur les activités professionnelles  | Des températures plus basses peuvent améliorer l'exécution du revêtement                                       | § 3.3       |
|                | Produits moins agréables visuellement  |   |  |             |
| <b>Coût</b>    | Nécessité de plus de contrôle du trafic  | Bon plan de régulation du trafic  | Impact réduit sur les entreprises  | Chapitre 5  |
|                | Nécessité d'éclairage artificiel   | Bon plan d'éclairage  | Impact réduit sur le trafic  |             |
|                | Impact sur le transport routier  | Communication   |  |             |

| Facteur              | Inconvénient  | Atténuation  | Avantage                                      | Chap. corr. |
|----------------------|---|--|---|-------------|
|                      | Possible augmentation de la livraison des matériaux |  | Interférence réduite avec le trafic           |             |
|                      | Salaire majoré                                      |  |   |             |
| <b>Sécurité</b>      | Davantage d'accidents de la circulation             | Bon contrôle du trafic   | Demande de trafic plus basse                  | Chapitre 3  |
|                      | Davantage d'accidents du travail                    | Formation spéciale pour l'équipe de nuit   | Prise de conscience des pratiques de sécurité |             |
|                      | Niveaux plus bas de limite de vitesse               |  | Les retards liés à la circulation diminuent   |             |
|                      | Fatigue et défaillance du conducteur                | Zones de travail bien éclairées et contrôle du trafic  |   |             |
|                      | Perception des dangers de la part du travailleur    | Meilleure formation requise  |   |             |
| <b>Communication</b> | Report de décisions                                 | L'équipe de projet doit avoir l'autorité pour prendre des décisions dans des délais raisonnables (spécialement de nuit, plutôt que d'attendre le jour suivant) |   |             |

**Tableau 6.1** – Inconvénients, atténuation des inconvénients et avantages de la construction de nuit tels que résumés par <sup>13</sup> [1, p. 109]

Le Tableau 6.1 issu d'une publication américaine synthétise, au regard des différents paramètres abordés dans l'ensemble des chapitres précédents, les avantages et inconvénients habituellement associés à la construction routière de nuit. Le tableau présente également les mesures qu'il est utile de mettre en place pour atténuer les inconvénients.

13

**Ebrahim, O. A. (2008)** *Night-Time Road Construction Operations Synthesis of Practice*. New York: Transportation Research and Development Bureau. New York State Department of Transportation. Disponible en ligne, <https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/technical-services/trans-r-and-d-repository/Final%20Night%20Time%20Report.pdf?nd=nysdot>, dernière consultation le 26/07/2017. Cité dans [1] **Shane, Jennifer Sue; Kandil, Amr Ahmed; Schexnayder, Cliff J. (2012)** *A guidebook for nighttime construction. impacts on safety, quality, and productivity*. Washington D.C.: Transportation Research Board. (NCHRP report, 726). Disponible en ligne, <http://dx.doi.org/10.17226/22723>, dernière consultation 19/07/2017.



# Annexe 1

## Méthode adoptée pour la recherche bibliographique

### Requête bibliographique

Pour débiter, il a été demandé à l'unité Documentation-Bibliothèque du CRR de lancer une requête au sein de la base de données TRID<sup>14</sup>. Cette base de données contient plus d'un million d'enregistrements de références à des livres, des rapports techniques, des actes de conférence, et des articles de revue dans le domaine de la recherche sur les transports. Près de six cents titres de série sont régulièrement analysés et indexés pour TRID.

<sup>14</sup>  
<https://trid.trb.org/> - <http://www.trb.org/InformationServices/AboutTRID.aspx>

Un profil de requête très large a été adopté puisque les champs sémantiques \*Work zone\* combiné à \*Night\* ont été utilisés et un filtre sur la date de publication de 2006 à 2016 appliqué. Cette requête a fourni une centaine de références internationales, parmi lesquelles environ vingt-cinq ont finalement été retenues sur base des résumés, en vue de leur acquisition et d'une lecture approfondie.

### Contacts au sein du réseau d'experts européens

En parallèle, un e-mail a été adressé à divers contacts internationaux du CRR: plusieurs membres du Comité Technique «Conception et exploitation d'infrastructures routières plus sûres» de l'AIPCR (délégués français, suisse, allemand, anglais, québécois, slovène, autrichien, polonais, portugais, espagnol, hongrois et tchèque), le réseau des *Research coordinators* de FEHRL<sup>15</sup> (principalement européens) et quelques autres contacts, partenaires de projets européens récents.

<sup>15</sup>  
<http://www.fehrl.org/?m=309>

Ces contacts ont donné lieu à sept réponses utilisables dans le cadre de cette étude.

### Lecture et analyse des références bibliographiques intéressantes

Les éléments les plus intéressants émanant des documents sélectionnés ou des informations reçues des personnes de contact à l'étranger ont ensuite été résumés dans des notices de lecture structurées de la manière suivante:

- références de la source d'information;
- thème(s) abordé(s): gestion des chantiers, chantiers de nuit, impact sur le trafic, qualité des travaux, coûts des travaux, santé des travailleurs, etc.;
- résumé en français, néerlandais ou anglais.

Les notices de lecture ont servi de support à la préparation de cette synthèse bibliographique.





## Annexe 2

Détails et illustration des onze principes pour une politique de réduction des nuisances occasionnées par un chantier routier proposée dans le cadre du projet *Minder Hinder* (Minder Hinder draaiboek – [www.minderhinderplatform.be](http://www.minderhinderplatform.be))

### Principes de base pour réduire la gêne

|    |    |           |
|----|----|-----------|
| 1  | 2  | 3         |
| 4  | 5  | 6         |
| 7  | 8  | 9         |
| 10 | 11 | Principes |

#### 11 principes valables pour

- Une politique de réduction des nuisances en général
- Une application concrète sur le terrain

#### Bases solides pour

- des travaux routiers acceptés
- avec le moins de nuisances possible

Source: *Draaiboek Minder Hinder Vlaanderen*  
 - TV Minder Hinder Vlaanderen  
 - entre autres CRR, pour VIM

### Principes de base pour réduire la gêne

Prêter attention à la réduction des nuisances dans un **ordre logique**

*Prévenir – Atténuer – Remédier*

- Tout d'abord voir si l'on peut **prévenir** les nuisances
  - Réalisable avec le moins de nuisances possible?
  - Coordination avec d'autres travaux
- Prendre des mesures complémentaires
  - Déterminer les nuisances acceptables
  - Diminuer l'impact des travaux: **atténuation**
  - Options: déviations, signalisation et communication adaptées
- En cas de nuisances inacceptables
  - Proposer des **remèdes**
  - Options: offrir de modes alternatifs, une infrastructure temporaire, travailler à la perception des nuisances



## Principes de base pour réduire la gêne

Prêter attention **le plus tôt possible** à la réduction des nuisances

*Phase de planification étendue*

- Concevoir la réduction des nuisances comme partie **intégrante** de chaque projet
- Développer la stratégie de réduction des nuisances dès que possible
  - Dès la **phase de conception**
- Surveiller la limitation des nuisances pendant les travaux
  - **Suivi** des mesures
  - **Adaptation** régulière de la communication



## Principes de base pour réduire la gêne

**Chacun** prend **ses** responsabilités

*Délimitation claire des responsabilités*

- La réduction des nuisances, une **responsabilité commune** de toutes les personnes impliquées
  - Entrepreneurs / promoteur / gestionnaire routier / partenaires du projet / groupes cibles
- **Attribuer** les responsabilités dès le début du processus
  - Pour chaque aspect de la réduction des nuisances
  - A une partie qui peut réellement l'assurer et s'adapter sur le terrain



## Principes de base pour réduire la gêne

La réduction des nuisances constitue une **tâche supplémentaire**

*Prévoir des postes distincts dans les cahiers des charges – Délimitation claire des tâches*

- Le promoteur doit clairement **définir** la mission de réduction des nuisances
  - Ne pas supposer qu'elle fait implicitement partie du marché passé
  - Formulation claire
    - des tâches
    - des responsabilités
    - du budget
  - **Attribution** à l'entrepreneur des travaux ou à d'autres exécutants



## Principes de base pour réduire la gêne

La réduction des nuisances est un **travail sur mesure**

*Veiller à la cohérence par rapport au projet*

- **Travaux consécutifs** sur un chantier
  - Causent des nuisances qui leur sont propres
- Approche standard impossible au niveau du projet
- Résultat final: un ensemble de mesures cohérent **adapté au projet**



## Principes de base pour réduire la gêne

Adapter les mesures à l'**ampleur des nuisances**

*Les nuisances sont déterminantes et non la taille / le budget du projet*

- Les **petites** interventions causent parfois d'**importantes** nuisances
  - Souvent, absence de mesures de réduction des nuisances
    - avec certains types de contrats (p.ex. entretien pluriannuel)
    - en cas de montant limité
- Très grands projets (prestige)
  - Plus d'argent que nécessaire
- **Accorder le traitement des nuisances** à leur nature et à leur ampleur



## Principes de base pour réduire la gêne

Respecter le principe de prêter attention par **ordre de priorité**

*aux piétons, cyclistes, transports en commun, transport privé  
STOP (NL): Stappers, Trappers, Openbaar vervoer, Privé vervoer*

- Lors de travaux routiers, essayer de respecter le **principe STOP**
  - Parfois impossible sur le terrain
- Lors de l'analyse de l'impact des travaux routiers
  - Attention pour les mesures potentielles de réduction des nuisances pour chaque mode de transport



## Principes de base pour réduire la gêne

Procéder à une **analyse coûts-bénéfices** des mesures de réduction des nuisances

*Coût social des nuisances: aspect financier, sécurité routière, sécurité et santé sur le chantier, qualité de vie de la population*

- Les mesures de réduction des nuisances font généralement gonfler la facture
  - Dès le début, mettre en balance le coût social des nuisances (selon le type de route, les nuisances potentielles, etc.) et les coûts et bénéfices des mesures
- Pas seulement coût financier, mais aussi d'**autres aspects**
  - Sécurité routière, sécurité et santé sur le chantier, qualité de vie de la population

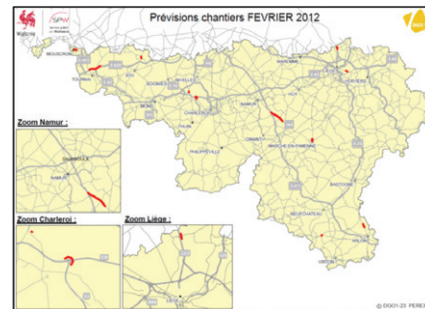


## Principes de base pour réduire la gêne

Veiller à une **communication intégrée**

*Depuis la phase de planification jusqu'à la phase d'évaluation*

- Élément fondamental de la réduction des nuisances
- Y travailler **dès le début**
- Poursuivre **après la fin du projet**
- Intégrer la communication
  - dans le projet complet
  - dans le processus de réduction des nuisances



## Principes de base pour réduire la gêne

**Grouper** autant que possible les travaux routiers

- Comparer avec d'autres travaux routiers, manifestations
  - Utiliser les outils disponibles, p.ex. GIPOD, OSIRIS
- Exécution simultanée / **couplage**
  - Moins de nuisances que lors d'une succession de travaux
  - Favorise l'**acceptation sociale** des travaux routiers



## Principes de base pour réduire la gêne

Typologie de l'**acceptabilité sociale** des chantiers urbains

|  |      |
|--|------|
| Les «partisans»<br>qui considèrent les chantiers comme positifs pour la collectivité                       | 9 %  |
| Les «adeptes»<br>qui voient les aspects positifs des chantiers pour leur intérêt personnel                 | 13 % |
| Les «fatalistes»<br>qui appréhendent les chantiers comme nécessaires et normaux                            | 20 % |
| Les «égoïstes»<br>qui sont gênés personnellement par les activités de chantiers qu'ils jugent négativement | 44 % |
| Les «opposants»<br>qui considèrent les chantiers comme négatifs pour la collectivité                       | 9 %  |

Un faible échantillon (5 %) n'a pas cité adjectif pour qualifier les activités de chantiers.  
Ils sont classés dans les «ne sait pas».

Source: La démarche FURET (2009-2013), France  
*Améliorer la furtivité et l'acceptabilité des chantiers en milieu urbain*

## Principes de base pour réduire la gêne

Intégrer la réduction des nuisances dans les processus des travaux routiers

*Procédures et règlements*

- Partir des cadres et des procédures existants
  - la réduction des nuisances doit y recevoir une place fixe
- Intégration dans les cahiers des charges
- Cf. expérience *Carbon Free Ways*, adjudication durable:
  - réalisation de sections expérimentales sur la N17 à Kontich
  - critères d'adjudication
    - prix: 50 points
    - compteur carbone: 30 points
    - *Traffic Tool*: 20 points
  - compteur carbone
    - tient compte de la quantité de CO<sub>2</sub> produite lors de la production des matériaux, du transport et de la préparation de l'enrobé
  - *Traffic Tool*
    - tient compte de la quantité de CO<sub>2</sub> produite par les nuisances



## Bibliographie

- [1] **Shane, Jennifer Sue; Kandil, Amr Ahmed; Schexnayder, Cliff J. (2012)**  
*A guidebook for nighttime construction. impacts on safety, quality, and productivity.*  
 Washington D.C.:Transportation Research Board. (NCHRP report, 726).  
 Disponible en ligne, <http://dx.doi.org/10.17226/22723>, dernière consultation 19/07/2017.
- [2] **Direction générale Relations individuelles du travail; Direction générale Humanisation du travail (2008)**  
*La réglementation du travail de nuit et la réduction de ses inconvénients.*  
 Bruxelles: SPF Emploi, Travail et Concertation sociale. (Clés pour).  
 Disponible en ligne, <http://www.emploi.belgique.be/publicationDefault.aspx?id=3608>, dernière consultation le 7/19/2017.
- [3] **Service Public de Wallonie (201 ?)**  
*Prise en compte de la sécurité, de la mobilité et de la communication lors de la préparation et du suivi des chantiers routiers: guide méthodologique et ses annexes.*  
 En préparation, non publié.
- [4] **Direction générale Opérationnelle des Routes et des Bâtiments (2014)**  
*Chantiers et interventions sur le réseau structurant. Maintien de la fluidité du trafic.*  
 Namur: Service Public de Wallonie. Circulaire C.T.02.21.(02) - DGO1.21/DA – 2A1.  
 Disponible en ligne, <http://qc.spw.wallonie.be/fr/qualiroutes/doc/QR-A-10.pdf>, dernière consultation le 19/07/2017.
- [5] **Verkeer en Mobiliteit (AVVG) (2010)**  
*Beperking van de verkeershinder en bijhorende onveiligheid, bij werken op autosnelwegen.*  
 Brussel: Agentschap Wegen en Verkeer. Dienstorder MOW/AWV/2010/5.  
 Disponible en ligne, <http://wegenenverkeer.be/sites/awv/files/docs/MOW-AWV-2010-5.pdf>, dernière consultation le 19/07/2017.
- [6] **Bruxelles Mobilité**  
*Coordination des Chantiers – Portail Bruxelles Mobilité (site web).*  
 Disponible en ligne, <http://www.bruxellesmobilite.irisnet.be/partners/professionnels/coordination-des-chantiers>, dernière consultation le 19/07/2017.
- [7] **Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale (2008)**  
*Ordonnance relative aux chantiers en voirie du 3 juillet 2008.*  
 In: Moniteur belge (le), 06/08/2008, n° 2008031362, pp. 41083–41108.  
 Disponible en ligne, [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2008070343&table\\_name=loi](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2008070343&table_name=loi), dernière consultation le 28/07/2017.
- [8] **Région de Bruxelles-Capitale (2018)**  
*Ordonnance relative aux chantiers en voirie publique du 3 mai 2018.*  
 In: Moniteur belge (le), 18/05/2018, n° 2018012008, pp. 41449–41475.  
 Disponible en ligne, [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2018050308&table\\_name=loi](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2018050308&table_name=loi), dernière consultation le 04/06/2018.



- [9] **Debont, Marc; Lorbat, Pauline (2018)**  
*Une nouvelle ordonnance chantier. Mieux coordonner les chantiers et indemniser les commerçants à Bruxelles.*  
 Prezly, 9 mars 2018.  
 Disponible en ligne, <https://pascalsmet.prezly.com/une-nouvelle-ordonnance-chantier>, dernière consultation le 04/06/2018.
- [10] **Région de Bruxelles-Capitale (2013)**  
*Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'exécution des chantiers en voirie du 11 juillet 2013.*  
 In: Moniteur belge (le), 06/09/2013, n° 2013031625, pp. 63202–63217.  
 Disponible en ligne, [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2013071140&table\\_name=loi](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2013071140&table_name=loi), dernière consultation le 28/07/2017.
- [11] **Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement (AATL) (2013)**  
*Règlement Régional d'Urbanisme (RRU). Titre III, chantiers [version coordonnée].*  
 Bruxelles: Région de Bruxelles Capitale.  
 Disponible en ligne, [https://urbanisme.irisnet.be/lesreglesdujeu/les-reglements-durbanisme/le-reglement-regional-durbanisme-rru?set\\_language=fr](https://urbanisme.irisnet.be/lesreglesdujeu/les-reglements-durbanisme/le-reglement-regional-durbanisme-rru?set_language=fr), dernière consultation le 20/07/2017.
- [12] **Ministère de l'Équipement (France) (1996)**  
*Circulaire n° 96-14 du 6 février 1996 relative à l'exploitation sous chantier.*  
 In: Bulletin Officiel du Ministère de l'Équipement (6), pp. 24–34.  
 Disponible en ligne, [http://dtrf.setra.fr/notice.html?id=Dtrf-0001908&qid=sdx\\_6&p=1&no=2&nb=10](http://dtrf.setra.fr/notice.html?id=Dtrf-0001908&qid=sdx_6&p=1&no=2&nb=10), dernière consultation le 20/07/2017.
- [13] **Service d'études techniques des routes et autoroutes (2002)**  
*Signalisation temporaire. Volume 6, choix d'un mode d'exploitation: minimiser la gêne due aux chantiers.*  
 Bagneux: SETRA.
- [14] **Roos, Ralf; Hess, Rainer; Norkauer, Axel; Zimmermann, Matthias (2006)**  
*Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen.*  
 Bremerhaven: Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: V, Verkehrstechnik, 143).  
 Disponible en ligne, <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2011/260/pdf/V143.pdf>, dernière consultation le 20/07/2017.
- [15] **Ullman, Gerald L.; Finley, Melisa D.; Bryden, James E.; Srinivasan, Raghavan; Council, Forrest M. (2008)**  
*Traffic safety evaluation of nighttime and daytime work zones.*  
 Washington, D.C.: Transportation Research Board (NCHRP report, 627).  
 Disponible en ligne, [http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_627.pdf](http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_627.pdf), dernière consultation le 20/07/2017.
- [16] **Arditi, David; Lee, Dong-Eun; Polat, Gul (2007)**  
*Fatal accidents in nighttime vs. daytime highway construction work zones.*  
 In: Journal of safety research, 38 (4), pp. 399–405. DOI: 10.1016/j.jsr.2007.04.001.
- [17] **van Gent, A.L.; Janssen, S.T.M.C. (2007)**  
*Verkeersonveiligheid bij werk in uitvoering. Een literatuurstudie.*  
 Leidschendam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV). (SWOV Rapport, R-2007-5).  
 Disponible en ligne, <https://www.swov.nl/publicatie/verkeersonveiligheid-bij-werk-uitvoering>, dernière consultation le 24/07/2017.



- [18] **Wood, R.; Sexton, B.; Rillie, I. (2010)**  
*Speed compliance in overnight road works.*  
 Crowthorne: Transport Research Laboratory (TRL). (Client project report (CPR), 875).  
 Disponible en ligne, <http://assets.highways.gov.uk/specialist-information/knowledge-compendium/2011-13-knowledge-programme/Speed%20compliance%20in%20overnight%20road%20works%20report.pdf>, dernière consultation le 25/07/2017.
- [19] **s.n. (1968)**  
*Convention internationale sur la signalisation routière, faite à Vienne le 8 novembre 1968.*  
 Approuvée le 30 septembre 1988 dans la Loi portant approbation des Actes internationaux suivants: a) 1. Convention sur la circulation routière, et Annexes, faites à Vienne le 8 novembre 1968; 2. Accord européen, et Annexe, complétant cette Convention, faits à Genève le 1er mai 1971; b) 1. Convention sur la signalisation routière, et Annexes, faites à Vienne le 8 novembre 1968; 2. Accord européen, et Annexe, complétant cette Convention, faits à Genève le 1er mai 1971; 3. Protocole sur les marques routières, et Annexes, additionnels à l'Accord européen de 1971, faits à Genève le 1er mars 1973.  
 In: Moniteur belge (le), 28/12/1989, n° 1989015183, p. 21055.  
 Disponible en ligne, <http://reflex.raadvst-consetat.be/reflex/pdf/Mbbs/traiverd/2217.pdf>, dernière consultation le 25/07/2017.
- [20] **s.n. (1999)**  
*Arrêté ministériel relatif à la signalisation des chantiers et des obstacles sur la voie publique du 7 mai 1999.*  
 In: Moniteur belge (le), 21/05/1999, n° 1999014134, p. 17808.  
 Disponible en ligne, [http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi\\_loi/change\\_lg.pl?language=fr&la=F&cn=1999050748&table\\_name=loi](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=1999050748&table_name=loi), dernière consultation le 28/07/2017.
- [21] **Legrand, A.; Bardou, F.; Chauvin, J.M. (2000)**  
*Signalisation temporaire. Volume 1. Routes bidirectionnelles: manuel du chef de chantier.*  
 Paris: Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA).
- [22] **Service Public de Wallonie - Direction Générale Opérationnelle des Routes et des Bâtiments (2012 [Version 2016 consolidée])**  
*CCT Qualiroutes: cahier des charges-type.*  
 Namur: SPW - DGO1.  
 Disponible en ligne, <http://qc.spw.wallonie.be/fr/qualiroutes/index.html>, dernière consultation le 25/07/2017.
- [23] **OCAB (2013)**  
*Équipement routier: signaux fixes de signalisation routière verticale.*  
 Bruxelles: OCAB. (Prescriptions techniques, PTV 662), rév. 2.  
 Disponible en ligne, <http://qc.spw.wallonie.be/fr/normes/doc/662f.pdf>, dernière consultation le 28/07/2017.
- [24] **Vlaamse Overheid - Agentschap Wegen en Verkeer (2016)**  
*Standaardbestek 250 voor de wegenbouw [versie 3.1a].*  
 Brussel: Vlaamse Overheid – AWW.  
 Disponible en ligne, <http://docs.wegenenverkeer.be/Standaardbestek%20250/Versie%203.1a/>, dernière consultation le 25/07/2017.

- [25] **Ihs, Anita; Sorensen, Kai; Augdal, Arve; Tiensuu, Antti (2008)**  
*Road works during night: recommendations for the visual environment*  
 Swedish National Road Administration (VÄGVERKET); Norwegian Public Roads Administration.  
 Disponible en ligne, <http://www.nordfou.org/knowledge/Documents/Road%20Works%20During%20Night.pdf>, dernière consultation le 25/07/2017.
- [26] **Bureau de Normalisation (2006)**  
*Équipement de régulation du trafic: feux de balisage et d'alerte*  
 Bruxelles: NBN. (Norme, NBN EN 12352)
- [27] **Office fédéral des routes**  
*Questions fréquentes: le travail nocturne n'est-il pas plus simple en raison du trafic réduit?*  
 Disponible en ligne, <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/themes/routes-nationales/chantiers/wissenswertes/questions-frequentes.html#1135398933>, dernière consultation le 26/07/2017.
- [28] **Confédération suisse (1986)**  
*Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) du 15 décembre 1986 (Etat le 1er janvier 2016)*  
 In: Recueil systématique du droit fédéral, n° 814.41.  
 Disponible en ligne, <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19860372/index.html#>, dernière consultation le 26/07/2017.
- [29] **Office fédéral de l'environnement (2006)**  
*Directive sur le bruit des chantiers: directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers selon l'article 6 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986.*  
 Berne: ODEV, Etat 2011.  
 Disponible en ligne, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/bruit/publications-etudes/publications/directive-sur-le-bruit-des-chantiers.html>, dernière consultation le 26/07/2017.
- [30] **van der Maarl, W. (2013)**  
*Bouwlawaai; hoe ermee om te gaan in de praktijk.*  
 Zoetermeer: Peutz Group.  
 Disponible en ligne, [http://www.peutz.nl/sites/default/files/publicaties/Bouwlawaai%20WvdM%2004-2013\\_0.pdf](http://www.peutz.nl/sites/default/files/publicaties/Bouwlawaai%20WvdM%2004-2013_0.pdf), dernière consultation le 26/07/2017.
- [31] **Tijdelijke Vereniging Minder Hinder Vlaanderen (2010)**  
*Draaiboek minder hinder Vlaanderen.*  
 Chef de projet Wim Sneyers jusqu'en 2009, puis Marc Schepers. Diepenbeek: Vlaams Instituut voor Mobiliteit (VIM).
- [32] **Sanquist, Thomas; Jackson, J. Elizabeth; Campbell, John L.; McCallum, Marvin C.; Lee, E. B.; van Dongen, Hans P.A. et al. (2014)**  
*Guide to Identifying and Reducing Workforce Fatigue in Rapid Renewal Projects.*  
 Washington, D.C.: Transportation Research Board.  
 Disponible en ligne, <http://www.trb.org/Main/Blurbs/168766.aspx>, dernière consultation le 26/07/2017.
- [33] **Groot, P.J.M.; Saitua Nistal, R.; de Voogt, M. (2010)**  
*Nacht- en weekendwerk in het wegonderhoud: maatschappelijke kosten-batenanalyse van uitvoeringsvarianten.*  
 Amsterdam: Economisch Instituut voor de Bouw (EIB); Rijkswaterstaat; Bouwend Nederland; CNV Vakmensen; FNV Bouw.

Les membres ressortissants et les membres adhérents reçoivent gratuitement les nouvelles publications CRR. Toutes les publications peuvent être téléchargées gratuitement après enregistrement sur notre site web [www.crr.be](http://www.crr.be). Les non-membres peuvent commander une version papier au CRR.

**Pour commander cet ouvrage:**

[publication@brrc.be](mailto:publication@brrc.be) – Tél.: +32 (0)2 766 03 26.




Référence: SF 49 – Prix: 12,00 €.

## Autres publications dans la série «Synthèse»

La série «Synthèse» rassemble les publications CRR qui font l'état de la question sur des problèmes déterminés et proposent des voies de recherche.

| Référence | Titre  | Prix    |
|-----------|--|---------|
| F 48/14   | Instruments pour les gestionnaires routiers<br>(Uniquement disponible au format électronique – <a href="http://www.crr.be/fr/article/f4814">www.crr.be/fr/article/f4814</a> )                        | gratuit |
| F 47/10   | Manuel relatif à la réalisation pratique des passages pour piétons<br>(Uniquement disponible au format électronique – <a href="http://www.crr.be/fr/article/f4710">www.crr.be/fr/article/f4710</a> ) | gratuit |
| F 46/09   | La route: acteur de la mobilité durable  | 14,00€  |
| F 45/09   | Gestion de la sécurité des infrastructures routières: d'une politique curative à une politique préventive  | 14,00€  |
| F 44/07   | Véhicules plus longs et plus lourds – Rapport final  | 15,00€  |
| F 43/07   | Systèmes intelligents – Une tentative de synthèse  | 12,00€  |

## Autres séries CRR

-  Recommandations
-  Méthode de mesure
-  Compte rendu de recherche



## Centre de recherches routières

Votre partenaire pour des routes durables

Etablissement reconnu par application de l'Arrêté-loi du 30 janvier 1947  
 boulevard de la Woluwe 42  
 1200 Bruxelles  
 Tél. : 02 775 82 20  
[www.crr.be](http://www.crr.be)

Le présent document tente de rencontrer deux objectifs principaux. D'une part, établir une synthèse des connaissances et pratiques à propos des chantiers de nuit en Belgique et à l'étranger et, d'autre part, analyser les avantages et inconvénients du travail de nuit au regard de divers paramètres tels que le trafic (congestion, sécurité) et les travaux (qualité, productivité, conduite des travaux), ainsi que les paramètres sociaux (santé des travailleurs, état des conducteurs), économiques (coût des travaux, coûts indirects aux usagers, etc.) et environnementaux (pollution lumineuse, bruit, etc.).

Sur base des références analysées et de l'information reçue, les principaux éléments décisionnels qui orientent le choix du mode d'exploitation d'un chantier routier, y compris le recours au travail de nuit, sont la minimisation des facteurs de gêne (fluidité du trafic) et le maintien d'un niveau acceptable de sécurité sur le tronçon considéré.

En particulier, du point de vue de la limitation de l'impact sur le trafic, il s'agit de planifier des travaux de sorte à réduire l'ampleur et la durée de la gêne occasionnée (sans oublier de tenir compte de l'éventuel report de trafic, organisé ou pas, sur d'autres routes). Concrètement, il s'agira, sur base du trafic existant et en fonction de la période à laquelle se déroule le chantier, de conserver un nombre suffisant de voies de circulation afin de maintenir un niveau de service acceptable. Pour ce faire, on recourt souvent à une classification des sections du réseau routier selon leur sensibilité aux restrictions temporaires et partielles de la circulation.

Dans ce contexte, le recours au travail de nuit ou en dehors des heures habituelles de travail apparaît comme une option qui s'envisage dès lors que d'autres mesures s'avèrent insuffisantes ou impossibles à mettre en œuvre: utilisation de la bande d'arrêt d'urgence, réduction temporaire de la largeur des voies, mise en place d'une déviation, exécution des travaux en journée mais en dehors des heures de pointe, le tout selon le type de travaux considéré.

Les critiques à propos des chantiers de nuit et leurs nombreux inconvénients sont fréquentes. Cependant, lorsqu'on examine attentivement l'ensemble des facteurs, la différence entre la construction de jour et de nuit n'est pas significative, ni en termes de coût, ni en termes de productivité, de qualité ou de sécurité. Bien entendu, un bon éclairage et un meilleur contrôle de la circulation sont nécessaires, mais surtout, une bonne planification peut atténuer ou limiter l'impact de tous les facteurs moins avantageux de la construction nocturne.

De nombreuses stratégies visant à atténuer les risques doivent être considérées au moment de la prise de décision de réaliser les travaux de nuit, de sorte que le processus d'analyse des risques doit commencer dès les premières étapes du développement du projet.

### Mots-clés ITRD

3628 CHANTIER; 9052 NUIT; 1665 SECURITE; 2253 SOCIOLOGIE; 0255 ECONOMIE; 2144 SANTE; 2222 FATIGUE (HOMME); 2238 ATTENTION; 2261 CONDITIONS DE TRAVAIL; 0177 RECOMMANDATION; 1556 LEGISLATION; 8008 BELGIQUE; 8034 EUROPE; 9150 RISQUE; 1643 ACCIDENT; 0556 SIGNALISATION; 0505 INTENSITE LUMINEUSE; 0624 LIMITATION DE VITESSE; 0224 COUT; 6783 VISIBILITE