

LA PRISE EN COMPTE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LES PROJETS DE TUNNELS

Laetitia D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER
MEEDDAT – Centre d'Études des Tunnels (CETU)

1. INTRODUCTION

1.1. Les missions du CETU

Le CETU est un service technique central du MEEDDAT en charge de l'ensemble des aspects techniques relatifs aux tunnels. Il est rattaché à la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) qu'il conseille notamment sur le suivi du patrimoine, sur la conduite du programme de rénovation, ainsi que sur la définition et l'évolution de la réglementation. Il intervient à tous les stades depuis la conception jusqu'à la gestion du patrimoine, tant sur le plan des équipements qu'en matière de génie civil.

Le CETU contribue à l'amélioration de la technicité et de la qualité des ouvrages à travers son implication dans de nombreux projets d'études, de construction et de rénovation en parallèle et en partenariat de maîtres d'œuvre et de bureaux d'études privés. Il fonde sa spécificité sur la complémentarité entre ses différents champs d'actions comme par exemple : les techniques et les méthodes de construction, l'insertion dans l'environnement, l'entretien, l'exploitation et la sécurité des tunnels routiers. Cette complémentarité se retrouve dans ses missions de recherche et de doctrine ainsi que dans ses interventions à caractère opérationnel d'ingénierie et d'expertise pour le compte des maîtres d'ouvrages et des exploitants de tunnels.

1.2. Les enjeux liés à la prise en compte du développement durable dans les tunnels

La construction d'un tunnel constitue toujours un chantier très lourd au plan de ses incidences économiques et de ses impacts sur l'environnement : importance des volumes de matériaux mis en œuvre, consommation énergétique, nuisances diverses, etc. L'exploitation de cet ouvrage soulève d'autres enjeux de sécurité, de transport et d'environnement mais en contrepartie préserve la surface et offre des opportunités de mieux utiliser le sous-sol.

Le projet d'études et de recherche que propose actuellement le CETU, vise à établir une hiérarchie des enjeux liés à la prise en compte du développement durable dans l'ensemble de ce processus. Pour chacune des phases identifiées, que ce soit au stade de la conception de l'ouvrage comme à celui de sa réalisation, il s'agira de préciser les enjeux principaux, puis les méthodes et outils d'évaluation disponibles et adaptés, ainsi que les possibilités de choix techniques alternatifs respectueux à la fois des fonctions à assurer et des exigences en matière de préservation de la planète.

Sur cette base, des actions concrètes pourront être lancées. Le CETU sera ainsi mieux armé pour être un relais de ces enjeux et de ces préoccupations auprès de la profession du souterrain.

1.3. La réflexion menée en interne au CETU

1.3.1. Constat sur l'évolution de nos missions

Les préoccupations et les attentes des maîtres d'ouvrages en matière d'environnement sont de plus en plus nombreuses. Des enjeux importants sont notamment liés à la recherche de solutions visant à optimiser la gestion des déblais tout en respectant les contraintes techniques et environnementales. On citera également les réflexions liées à la nécessité ou non de traiter l'air aux extrémités du tunnel, pour limiter les concentrations en polluants lorsque les ouvrages sont situés en milieu urbain.

Le CETU est également sollicité par des maîtres d'ouvrage pour soutenir et porter des réflexions, ainsi que pour développer des méthodologies d'évaluation de la prise en compte du développement durable dans le cadre de grands projets incluant des traversées en souterrain.

Ainsi, au-delà des avis réglementaires réguliers qu'il donne pour les projets du réseau routier national, le CETU est de plus en plus fréquemment amené à intervenir soit en assistance à maîtrise d'ouvrage, soit en appui ou conseil à des maîtres d'ouvrages de tunnels. C'est généralement un second regard sur des études qu'ils ont fait réaliser par ailleurs, ou la confirmation de la bonne prise en compte de l'ensemble des enjeux que recherchent ces maîtres d'ouvrages auprès du CETU. Si elle s'exerce tout naturellement pour le compte des maîtres d'ouvrage d'Etat, cette assistance répond aussi à un besoin réel des collectivités locales et d'autres maîtres d'ouvrages que les maîtres d'ouvrages routiers.

Par conséquent le CETU est amené à jouer un rôle prépondérant dans l'aide à la prise de décision. Facilitateur de projets, appui et partenaire dont l'expertise est précieuse dans son domaine, il répond en cela aux nouvelles attentes du MEEDDAT à l'égard de ses services [1].

1.3.2. Une réflexion pour le montage d'un futur thème de recherche prioritaire

Le CETU a mis en place depuis l'automne 2008 un groupe de travail transversal aux pôles internes de compétences. Ce groupe est chargé de conduire une réflexion sur la prise en compte du développement durable dans le domaine des tunnels. Les objectifs de ce groupe de travail peuvent se décliner de la manière suivante :

- Se sensibiliser et sensibiliser ses collègues à la problématique de développement durable,
- Mettre en place les bases de ce qui constituera un nouveau thème de recherche prioritaire sur la prise en compte du développement durable dans la conception et l'exploitation des tunnels.

De manière plus concrète il s'agit :

- D'échanger autour du développement durable : de se familiariser avec ces nouveaux concepts, de se tenir informé de l'actualité politique et réglementaire, de découvrir les outils déjà développés au sein du Ministère ou à l'extérieur et de développer un nouveau réseau susceptible de servir de support à de futures collaborations,
- De donner un nouvel éclairage à nos actions d'une part en identifiant et en valorisant les réflexions et les travaux déjà menés ou en cours au sein du CETU et susceptibles de relever de la problématique de développement durable. D'autre part en identifiant de nouvelles pistes de travail et de réflexion qui pourraient être lancées et qui pourraient apporter une dimension développement durable nouvelle à certaines de nos actions.
- D'identifier les projets qui pourraient servir de support à la mise en pratique d'outils d'analyse des enjeux liés à la prise en compte du développement durable. Certains de ces outils existent déjà et nécessiteraient le cas échéant quelques adaptations, d'autres sont encore à développer. Ils seront mis à la disposition des décideurs afin de les éclairer sur leurs choix au regard de la problématique de développement durable.

Pour le CETU, l'année 2009 est considérée comme une année préparatoire. A ce titre, des Actions de Recherche et de Doctrine (ARD) démarrent. L'objectif étant de poser les bases du futur thème de recherche prioritaire sur la prise en compte du développement durable dans la conception et l'exploitation des tunnels et d'en préparer ainsi le lancement en 2010.

1.3.3. Des conditions favorables de réussite

Des conditions favorables à la réussite de cette réflexion sur la prise en compte du développement durable dans le domaine des tunnels, se dessinent à travers la multiplicité des compétences techniques d'ores et déjà disponibles aussi bien dans le domaine du génie civil que dans celui des équipements. Ces compétences techniques sont également complétées par des approches plus sociologiques comme par exemple sur le comportement des

usagers en matière de sécurité. Au delà du seul CETU, ce travail d'approfondissement peut être relayé dans le cadre des relations privilégiées avec l'ensemble des acteurs et professionnels concernés (bureaux d'études, entreprises, aménageurs, dans le cadre de l'AFTES notamment). C'est ainsi par exemple que la dimension de l'espace souterrain peut faire l'objet d'une attention particulière du fait des opportunités nouvelles qu'elle peut offrir dans un contexte de préservation de la surface.

Il reste aujourd'hui à conduire un travail important d'acquisition et d'approfondissement des connaissances et de développement des compétences en matière de développement durable, ainsi qu'un travail de sensibilisation du personnel à travers la formation et l'ouverture sur l'extérieur. La maîtrise des outils du développement durable associée à l'adhésion des personnes à une nouvelle manière de penser et d'agir, nous permettra d'assurer le succès de notre positionnement futur. Dans cette perspective, plusieurs organismes du Réseau Scientifique et Technique (RST) désormais élargi du Ministère, peuvent avoir un apport essentiel. L'expérience acquise par ces organismes (ADEME, CERTU, CETE,...) permettra de gagner beaucoup de temps ; ces différents partenariats et leurs contributions attendues sont évoqués plus loin.

2. TUNNEL ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

2.1. La problématique

Le premier constat que l'on peut faire est que le tunnel est généralement un élément d'une infrastructure de transport plus large.

Fort de ce constat, le tunnel ne peut pas être dissocié de l'infrastructure globale lors des phases amont ; c'est l'ensemble du projet qui doit être évalué et comparé avec d'autres types de solutions. A ce stade, la problématique consiste pour le CETU à évaluer l'apport spécifique du tunnel sous l'angle du développement durable, en considérant le plus complètement possible, aussi bien les aspects économiques (coût du tunnel, impact économique du chantier, etc.), que sociaux (incidence du tunnel sur le tissu local, etc.) ou encore environnementaux. Pour ce faire, il sera intéressant de nous rapprocher d'organismes tels que le SETRA qui a une bonne expérience de ces évaluations amont. On voit aussi l'intérêt de garder en tête, dans un premier temps, l'idée de développer des outils modulaires qui pourront être intégrés par la suite dans des outils plus globaux. Ceci, même si des interactions sont inévitables notamment en terme de stratégies de construction ou de maintenance.

En considérant toujours la phase amont, mais à partir du moment où l'objet « tunnel » peut être considéré comme un élément acquis dans le projet d'infrastructure, la problématique se situe alors dans l'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement du projet de tunnel lui-même à travers l'adoption d'une démarche du type Analyse de Cycle de Vie (ACV). Cette démarche doit être associée à une analyse socio-économique. La mise en place de cette dernière peut se faire à travers le développement d'indicateurs spécifiques aux tunnels (prise en compte des nuisances sonores pour les riverains en phase chantier et en phase d'exploitation, par exemple). Ce positionnement nécessite donc une bonne connaissance des aspects techniques du projet (solutions techniques possibles en matière de méthodes de creusement, de soutènements et de revêtements définitifs) et une prise en compte de la phase exploitation. C'est pourquoi, bien que se situant en amont, i.e. au stade des études de conception, ce positionnement nécessite quand même d'être tourné vers l'aval, i.e. vers les phases chantier et exploitation. De plus, si certains aspects ne sont pas encore définitivement arrêtés comme par exemple, le tracé exact ou bien encore l'organisation du chantier, le recours à des outils plus généraux du type de ceux développés dans le cadre du positionnement amont, peut être également intéressant.

2.2. Un nouvel éclairage pour nos activités

Aujourd'hui, la question n'est pas nécessairement de lancer immédiatement de nouvelles activités. Dans un premier temps, il s'agit de mener une réflexion sur un nouvel éclairage à apporter à ce que nous faisons déjà. Ce nouvel éclairage va nous permettre, si nécessaire, de redéfinir nos priorités, et de compléter nos référentiels d'expertise. Il s'agit de trouver une nouvelle cohérence dans nos missions, de redéfinir et d'identifier les thématiques sur lesquelles nous devons porter nos efforts afin d'identifier et de mieux maîtriser les enjeux liés à la prise en compte du développement durable dans notre champ d'action.

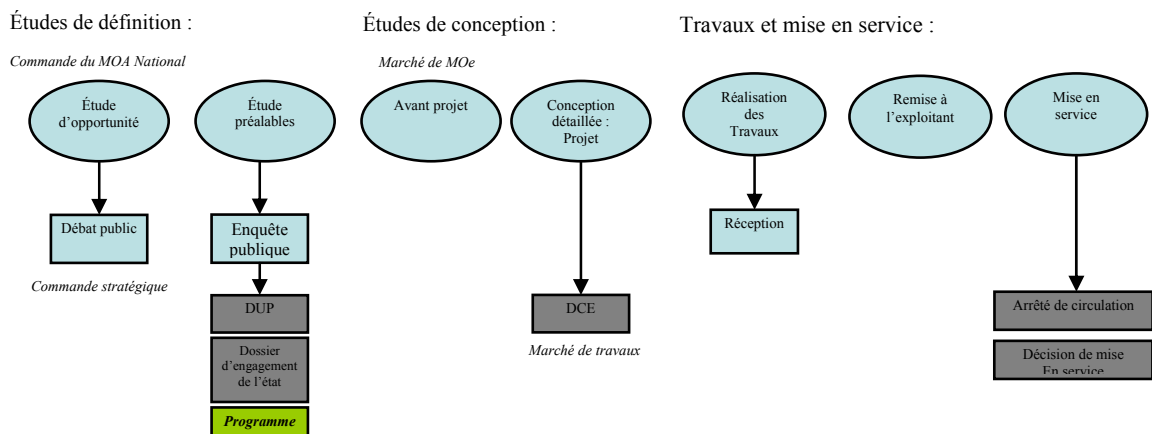
Un point important à souligner, est que cette réflexion induit nécessairement une vision holistique des différentes questions techniques. Ainsi, l'éclairage n'est plus seulement un simple équipement, mais il interagit également avec les propriétés photométriques de la chaussée, le génie civil et son entretien (mise en peinture et lavage des piédroits), la consommation d'énergie, les aspects sécurité et confort de l'utilisateur, voire avec les aspects « dépollution ».

2.3. Les différentes phases d'un projet

La circulaire du 7 janvier 2008 fixe les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement sur le réseau routier national [2].

Cette circulaire et en particulier son projet d'annexe 1 (phases de conception et de réalisation, commandes et points d'arrêt), permettent de mieux identifier le rôle des différents acteurs tout au long du processus qui s'articule autour de grandes étapes de concertation ou de débat. Le processus est ponctué par des décisions successives qui arrêtent les choix. Le déroulement complet des études et des travaux est illustré dans la Figure 1. Cette description simplifiée nous permet de clarifier notre positionnement « amont » au stade des études d'opportunité et notre positionnement « amont tourné vers l'aval » au stade des études de conception : avant projet et projet.

Figure 1 : Les grandes phases d'un projet [2].



2.4. Les outils du développement durable

Un certain nombre d'outils existent déjà et sont mis en œuvre dans les domaines de l'aménagement, de la construction ou bien encore du bâtiment. On notera par exemple la démarche HQE® [3], l'Analyse du Cycle de Vie [4,5], la méthode Bilan Carbone® [6] développée par Jean Marc Jancovici pour le compte de l'ADEME, ou bien encore des grilles d'évaluation comme la grille RST02 développée au sein du RST par le CERTU et les CETE à la demande de la DGUHC (Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction) [7].

Même si ces outils permettent d'adopter des mesures visant à améliorer la situation actuelle, ils ne sont bien sûr pas équivalents. Ainsi, la méthode Bilan Carbone® permet de comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre de toute organisation, entreprises industrielles ou tertiaires et d'optimiser la mise en place d'actions de réduction. La grille RST02 permet, quant à elle, d'analyser un projet, de le questionner vis-à-vis du développement durable et d'identifier des marges de progrès pour l'améliorer. Un premier travail consistera donc à analyser ces outils et à voir comment ils peuvent s'appliquer à notre problématique. Des adaptations seront-elles nécessaires ? Sera-t-il possible de mettre en œuvre ces adaptations ou devons-nous procéder à de nouveaux développements ? Cette première analyse nous amènera probablement à envisager de combiner ces différents outils selon les phases du projet ou nous nous situerons de manière privilégiée. En effet, ce ne sont forcément les mêmes outils qui seront pertinents aux différents stades d'études et de réalisation du projet ou durant la phase d'exploitation.

2.5. La notion de projet « support »

Après une première sélection, une des méthodes que nous avons retenue pour analyser les outils disponibles, est leur mise en œuvre sur des projets réels afin de déterminer leur degré de pertinence. Ces projets réels dits « support » sont des projets sur lesquels nous sommes intervenus à différents stades : études de conception et/ou réalisation. Nous disposons donc de données importantes, fiables et relativement complètes sur ces projets. Ces données sont issues du retour d'expérience, voire de contacts avec les différents acteurs les ayant suivis si les projets sont encore en cours. Ces données peuvent avoir trait aux enjeux mêmes du projet, aux éléments de conception, aux éléments de réalisation (phasage des travaux, matériaux excavés ou mis en œuvre, etc.), aux éléments de maintenance et d'entretien des équipements, à la consommation énergétique en phase d'exploitation, aux éléments de sécurité, etc.

Ces projets « support » sont donc fondamentaux dans la méthodologie que nous proposons de suivre pour évaluer le degré de pertinence des outils existants.

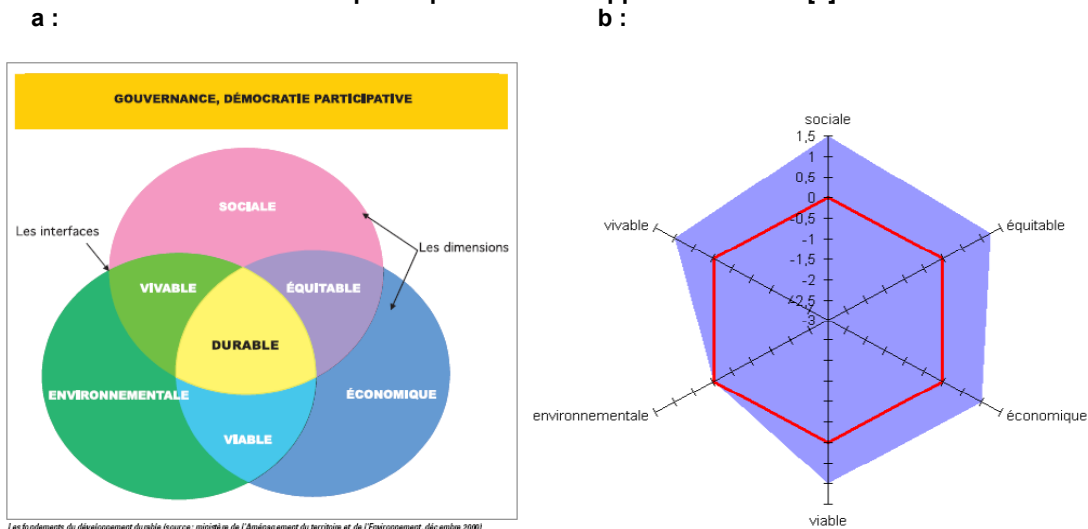
3. L'ÉVALUATION « AMONT » : L'ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ

Nous avons choisi d'évaluer la pertinence de la grille RST02 dans le cadre d'une collaboration avec le CERTU et le Département Ville et Territoires du CETE de Lyon à travers son application à un projet « support » : la LINO. Ce projet est en cours. Il a dépassé le stade de la simple étude d'opportunité, mais cela nous permettra de nous positionner à différents niveaux y compris celui de l'étude de conception. Nous continuons en parallèle l'analyse d'autres outils existants.

3.1. Présentation de la grille RST02

La grille RST02 présente l'avantage d'être un outil développé au sein de notre Ministère depuis plusieurs années déjà [7,8]. Le CERTU dispose donc d'un certain retour d'expérience. Volontairement objective, elle s'appuie sur les principes de la déclaration de Rio de 1992. Elle comporte 29 critères à passer en revue. On trouve un nombre équivalent de critères selon les dimensions et les interfaces (à savoir 4, ou 5 pour la gouvernance) (cf. Figure 2a). Ces critères sont d'égale importance et non hiérarchisés entre eux. Les projets peuvent être de nature variable. Ils peuvent être relatifs à un aménagement (zone 30, requalification d'une route départementale en traversée d'agglomération, etc.) ou bien concerner un plan ou un programme d'action (un ScoT, un PLU, etc.) ou bien encore une opération contractuelle (un contrat d'agglomération, un agenda 21 local, etc.).

**Figure 2 : a : Les dimensions et interfaces du développement durable [7].
b. Exemple de profil de développement durable [7]**



Un guide de questionnaire et des recommandations générales permettent de s'interroger sur la qualité de la prise en compte de chaque critère dans le projet et d'attribuer une note située entre -3 et 3. Une note moyenne est alors calculée pour chaque domaine et chaque interface ainsi que pour la gouvernance. La représentation des résultats se fait essentiellement sous forme d'un diagramme radar appelé profil de développement durable (cf. Figure 2b). Il est essentiel de rappeler que cette grille doit être utilisée au sein d'une équipe projet réunissant des compétences et des sensibilités différentes. L'utilisation de cette grille est l'occasion de confronter des points de vue, de générer de la réflexion et de prendre du recul. La grille RST02 peut nécessiter l'adaptation du guide de questionnaire. Les questions peuvent être reformulées et les critères réexaminés. Actuellement la grille se décline dans des métiers comme l'eau, les transports, l'urbanisme et le logement.

3.2. Présentation du projet « support »

La LINO est le projet de Liaison Nord de l'agglomération dijonnaise. Ce projet est en cours et le CETU assure une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage. A terme, la LINO reliera les extrémités de la rocade est (N274) et de l'autoroute A38. Elle permettra également de desservir les secteurs des alentours. Ce projet long de 7.5 kilomètres comprend une quinzaine d'ouvrages d'art dont un tunnel de 600 mètres et une tranchée couverte de 300 mètres.

3.3. La démarche adoptée

Nous avons prévu de constituer un groupe de 5 à 6 personnes. Ces personnes sont, soit directement impliquées dans le projet, soit extérieures au projet. Il s'agira donc de définir au préalable une base de références documentaires sur le projet. Cette base sera mise à la disposition du groupe. Plusieurs séances seront programmées et animées par le CETE de Lyon à quelques jours d'intervalle pour permettre un certain temps de

réflexion. Lors de ces séances, le chef de projet commencera par présenter le projet lui-même afin de travailler à partir d'un même référentiel. Il s'agira ensuite d'appliquer la grille et de définir le degré de pertinence des critères et des questions au regard du projet. La difficulté essentielle, au-delà de la connaissance même de l'ensemble des enjeux du projet, réside dans la définition même du champ d'interrogations qui oscillera probablement et inévitablement entre celui de l'infrastructure et du tunnel. Notre objectif étant bien d'évaluer l'apport du tunnel dans le projet d'infrastructure.

Dans une seconde phase, on pourra envisager d'élargir la palette d'acteurs pour réaliser l'exercice. Une troisième phase verrait alors la reformulation éventuelle des critères et/ou des questions, en vue d'une application spécifique aux tunnels. Ce qui se pratique effectivement déjà pour d'autres domaines. L'enjeu étant de conserver l'esprit d'une grille générale mais pouvant faire l'objet de déclinaisons « métiers ».

4. L'ÉVALUATION « AMONT TOURNÉE VERS L'AVANT » : LES STADES DE CONCEPTION ET DE RÉALISATION

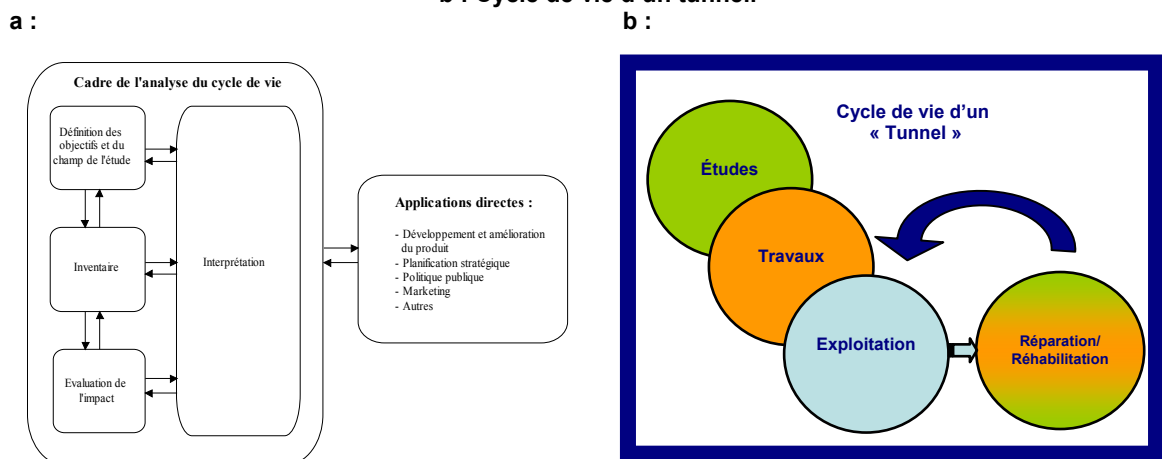
Nous avons choisi d'appliquer la méthode ACV aux tunnels. L'hypothèse initiale est que l'objet « tunnel » est acquis dans le projet d'infrastructure. On s'intéresse alors aux impacts potentiels de sa réalisation sur l'environnement et aux aspects socio-économiques. L'idée est ici de pouvoir comparer des solutions techniques dont la mise en œuvre peut être déterminée par le contexte géologique et par des considérations économiques, tout en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie du tunnel.

4.1. La méthode ACV appliquée aux tunnels

4.1.1. La méthode ACV

Les normes NF EN ISO 14040 et 14044 [4,5] décrivent respectivement les « principes et cadre » de l'ACV et les « exigences et lignes directrices ». L'analyse de cycle de vie est l'une des techniques destinée à appréhender les impacts environnementaux potentiels associés à la production et à la consommation de « produits » (qui inclut ici également la notion de « services »). Elle peut ainsi contribuer à l'identification des possibilités d'amélioration des performances environnementales des produits à différentes étapes de leur cycle de vie, à l'information des décideurs (dans un souci de planification stratégique, d'établissement de priorités, ou bien encore de re-conception de produits et procédés), au choix des indicateurs environnementaux pertinents associés à des techniques adéquates de mesure et enfin au marketing (cf. Figure 3a).

**Figure 3 : a : Phases d'une ACV d'après la norme NF EN ISO 14040 [4].
b : Cycle de vie d'un tunnel.**



Cette technique s'applique déjà au domaine des produits de construction¹ et du bâtiment (NF P 01 010 et NF P 01 020-1 [9,10]) avec de nombreuses fiches de déclaration environnementales et sanitaires (FDES) déjà publiées par type de produit. Son application aux ouvrages de génie civil permettra de traiter les impacts environnementaux potentiels tout au long de leur cycle de vie : de la production à la fin de vie (recyclage et/ou mise en décharge des produits de démolition) en passant par la mise en œuvre et le chantier, ainsi que par la phase de service. On utilise l'expression consacrée : « du berceau à la tombe ». L'ACV permet d'évaluer les interactions entre les procédés

¹ « Tout produit fabriqué en vue d'être incorporé, assemblé, utilisé ou installé de façon durable dans les ouvrages tant de bâtiment que de génie civil » (NF P 01 010) [9].

technologiques et leurs effets sur l'environnement. Elle comprend 4 phases décrites dans la NF EN ISO 14040 (cf. Figure 3a) :

- Les définitions des objectifs et du champ de l'étude
- L'inventaire du cycle de vie (ICV)
- L'évaluation de l'impact du cycle de vie (ACVI)
- L'interprétation.

L'ACV modélise le cycle de vie d'un produit sous la forme d'un système de produits qui remplit une ou plusieurs fonction(s) définie(s). La « fonction » est par exemple le franchissement d'une vallée ou bien encore le passage vers une autre vallée via un tunnel. Le « système de produits » est alors l'ouvrage. Le système de produits est lui-même alors subdivisé en « processus élémentaires »² liés :

- entre eux par des flux de produits intermédiaires et/ou par des déchets destinés au traitement,
- à d'autres systèmes de produits par des flux de produits,
- à l'environnement par des flux élémentaires.

La décomposition d'un système de produits en processus élémentaires facilite alors l'identification des « intrants »³ et des « extrants »⁴ du système. Les flux élémentaires incluent l'utilisation des ressources et les émissions dans l'eau, l'air et le sol.

Il reste alors à définir « L'unité fonctionnelle » qui permet quant à elle de fournir une référence à laquelle les intrants et les extrants vont être liés. Cette référence va rendre possible la comparaison des résultats d'ACV.

4.1.2. Les spécificités du tunnel au regard de l'ACV

Les impacts potentiels sur l'environnement du tunnel sont conditionnés par les choix techniques et le dimensionnement qui peuvent eux-mêmes dépendre des conditions de site (natures géologiques des terrains traversés, présence d'eau, etc.) et des aspects économiques, ainsi que des contraintes liées à la phase d'exécution des travaux. Ainsi la marge de manœuvre pour limiter les impacts potentiels sur l'environnement, n'est peut-être pas aussi grande qu'elle pourrait l'être, du fait des fortes contraintes techniques et économiques liées à ce type d'ouvrage.

Une interrogation subsiste sur l'impact de la phase d'exécution des travaux par rapport à celle de conception : bilan matériaux de construction et équipements. En ce qui concerne la partie entretien/maintenance de la phase exploitation, on remarquera qu'elle est surtout liée aux équipements.

Une autre interrogation de taille se situe au niveau de la disponibilité de données environnementales sur les très nombreux matériaux de construction (complexe d'étanchéité, matériaux cimentaires et éléments de soutènement divers, protections au feu, etc.), sur les équipements ainsi que sur les engins de chantier parfois très spécifiques, voire uniques comme les tunneliers par exemple.

Enfin, si on cherche à tracer le cycle de vie d'un tunnel (cf. Figure 3b), la question de la définition de la fin de vie du tunnel se pose. En effet, les tunnels n'ont pas réellement de fin de vie comme c'est le cas pour un bâtiment. On ne détruit pas vraiment un tunnel. Le plus souvent, au bout d'une durée d'exploitation significative de plusieurs dizaines d'années, qui inclut l'entretien et la maintenance des équipements, ainsi que quelques travaux de nettoyage et de mise en peinture du génie civil, on va être amené à envisager des travaux de génie civil conséquents visant à requalifier l'ouvrage. Il pourra s'agir d'une mise au gabarit : adaptation d'un tunnel ferroviaire existant en vue de l'exploiter sur une ligne TGV ou bien requalification de l'ouvrage suite à une hausse importante du trafic routier.

Le modèle que nous avons choisi pour représenter la fin de vie du tunnel sera caractérisé par l'arrêt d'exploitation, le démantèlement et le recyclage des équipements : éclairage, chemin de câbles, systèmes de ventilation, ..., le génie civil restant en place. Ainsi, si on envisage un projet de tunnel avec la réutilisation d'un tunnel existant, on quantifiera les impacts potentiels liés à la reprise éventuelle du génie civil et on quantifiera également les impacts évités par la réutilisation de l'ouvrage en fin d'exploitation par rapport à une solution qui impliquerait le creusement d'un nouveau tunnel.

² Matière ou énergie entrant (ou sortant) du système étudié sans subir de transformation préalable (postérieure).

³ Flux de matière, de produits ou d'énergie entrant dans un processus élémentaire.

⁴ Flux de matière, de produits ou d'énergie sortant d'un processus élémentaire.

4.1.3. La démarche adoptée

Concernant le domaine des tunnels, nous formalisons actuellement leur cycle de vie à travers la description et l'analyse des différentes étapes que constituent : le projet (étude géologique, choix des méthodes de creusement et de construction, choix et dimensionnement des équipements (éclairage, ventilation, etc.), réalisation des travaux et le suivi de l'ouvrage dans le temps (maintenance des équipements et réparations).

Dans un premier temps, nous avons choisi de travailler uniquement à partir du bilan « matériaux » de l'ouvrage. La phase d'exécution des travaux sera intégrée ultérieurement. Par ailleurs, l'entretien concerne surtout les équipements. Il reste en général très limité au niveau du génie civil ou ponctuel : mise en peinture des piédroits, lavage, éventuelles réparations du génie civil dues aux accidents du type choc de véhicules ou incendie, etc.

Il s'agit donc d'un premier travail de réflexion et d'une première étude de faisabilité. En effet, l'objectif principal étant d'étudier l'applicabilité de la méthode dite Analyse de Cycle de Vie (ACV) aux tunnels et d'en dégager les spécificités.

Nous appliquerons donc la méthode ACV aux tunnels à partir de l'unique bilan « matériaux ». Nous établirons ainsi un bilan des impacts potentiels sur l'environnement des matériaux utilisés dans la construction d'un tunnel pour un profil type donné, i.e. pour un gabarit, une méthode de creusement, un type de soutènement et un type de revêtement donnés. En effet, à l'aide d'un logiciel interne développé par le CETU dans le cadre du thème « maîtrise des coûts et des délais », nous établirons tout d'abord le bilan des quantités de « matériaux » utilisés pour chaque profil type de section courante de tunnel. Le recours à un logiciel ACV nous permettra ensuite de quantifier les impacts potentiels sur l'environnement par mètre linéaire de tunnel selon le profil type choisi. Nous effectuerons ensuite une analyse critique des résultats obtenus au regard des hypothèses simplificatrices faites et au regard de la pertinence et de la fiabilité des données environnementales disponibles. Nous étudierons également l'influence du type de soutènement, conditionné par la géologie du terrain rencontré lors du creusement, sur le bilan des impacts potentiels sur l'environnement.

Les développements ultérieurs concerneront la prise en compte de la phase d'exécution des travaux, puis celle de la phase exploitation avec notamment l'introduction des équipements dans l'analyse.

4.2. Les limites de la méthode

Le cadre de l'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement nous est donné par la norme NF P 01 010 [9]. Cependant, certains impacts peuvent sortir du cadre défini par les dix indicateurs proposés par la norme. Nous nous appuierons donc sur le fascicule environnement du dossier pilote des tunnels [11] pour identifier ces impacts plus spécifiques aux tunnels. En effet, le contenu du fascicule environnement vient d'être repris. Il bénéficie désormais de nombreux retours d'expériences et intègre le cadre fixé par les dernières évolutions de la réglementation en matière d'environnement. On peut par exemple s'interroger sur la manière de prendre en compte des nuisances sonores et des vibrations en phase d'exécution des travaux ou en cours d'exploitation. Il devient alors nécessaire de définir ou d'utiliser des indicateurs spécifiques complémentaires.

Même si nous avons posé un modèle pour la fin de vie d'un tunnel, la durée d'exploitation est conséquente et ses impacts effectifs sont difficiles à évaluer aujourd'hui. Cette durée d'exploitation peut facilement être considérée comme de l'ordre de la centaine d'années et inclure des travaux de réhabilitation et de requalification de l'ouvrage. Cette phase pourrait se révéler prépondérante dans l'approche et pénaliser fortement le bilan alors que nous ne savons pas réellement anticiper à cent ans les progrès dans les domaines des matériaux, des équipements et des techniques de réparation et de reprises du génie civil.

Enfin, si nous souhaitons prendre en compte les autres dimensions du développement durable dans notre approche, il est nécessaire de réaliser une analyse socio-économique complémentaire.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Face à un enjeu très important visant à prendre beaucoup mieux en compte toutes les incidences des choix successifs qui sont fait lors du processus de conception, construction, plus exploitation d'un tunnel, le présente étude se veut exploratoire, et force de proposition pour une adaptation de nos méthodes d'évaluation et de notre référentiel habituel de travail.

Pour avancer efficacement, il est tout à fait intéressant de s'appuyer sur les outils déjà développés ou en cours de développement au sein du réseau technique du Ministère ; les partenariats envisagés notamment avec le CERTU ou les CETE permettront une première approche à la fois qualitative et quantitative. Son application sur un cas précis de tunnel, complété par une analyse de cycle de vie, devrait dégrossir les principaux enjeux et mettre en évidence les choix cruciaux au sens du développement durable.

A partir de là, les pistes pour une adaptation spécifique aux tunnels des outils actuels d'évaluation pourront être proposées et discutées avec la profession.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Le projet stratégique du Ministère, MEEDDAT, 12 juin 2008.

[2] Circulaire du 7 janvier 2008 fixant les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement sur le réseau routier national.

[3] www.assohqe.org

[4] NF EN ISO 14040 Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre. Octobre 2006.

[5] NF EN ISO 14044 Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Exigences et lignes directrices. Octobre 2006.

[6] Bilan Carbone® Entreprises et Collectivités – version 5.0 – Objectifs et principes de comptabilisation. Janvier 2007.

[7] Prendre en compte le développement durable dans un projet – Guide d'utilisation de la grille RST 02. Publication CERTU, 2006.

[8] E. Boutefeu. Présentation de la grille RST02. CETU, 26 novembre 2008.

[9] NF P 01 010 Qualité environnementale des produits de construction – Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction. Décembre 2004.

[10] NF P 01-020-1 Qualité environnementale des bâtiments – Partie 1 : Cadre méthodologique pour la description et la caractérisation des performances environnementales et sanitaires des bâtiments. Mars 2005.

[11] Fascicule environnement du dossier pilote du CETU, à paraître en 2009.