



Construction de tunnels autoroutiers : l'évolution des coûts est-elle sous contrôle ?

Evaluation de dix ouvrages souterrains

Impressum

Edition et diffusion	© Contrôle fédéral des finances (CDF), http://www.efk.admin.ch/
Numéro de commande	1.7367.806.00293.12
Complément d'informations	Centre de compétences « Audit de rentabilité et évaluation », CDF, e-mail : laurent.cremieux@efk.admin.ch , tél. 031 323 11 12.
Langue du texte original	Français
Résumés	Français (« L'essentiel en bref ») Deutsch (« Das Wesentliche in Kürze ») Italiano (« L'essenziale in breve ») English (« Key facts »)
Reproduction	Autorisée. Merci de mentionner la source.

Construction de tunnels autoroutiers : l'évolution des coûts est-elle sous contrôle ?

Evaluation de dix ouvrages souterrains

L'essentiel en bref

Selon différentes études internationales menées sur les infrastructures de transport, les coûts de neuf projets sur dix sont sous-estimés. Ainsi, les coûts finaux sont en moyenne 30% plus élevés que les coûts estimés lors de l'approbation des projets. Cette sous-estimation systématique des coûts concerne tout type de projet. Dans le domaine des infrastructures, la construction d'ouvrages souterrains est particulièrement coûteuse et complexe, notamment du point de vue de la gestion des risques et des incertitudes. Et pour ce type spécifique d'ouvrage, le risque de dépassement des coûts est encore plus fort et s'élève en moyenne à 35%.

Le Contrôle fédéral des finances (CDF) a analysé la situation en Suisse à propos de projets de tunnels autoroutiers. L'évaluation a donc pour objectif d'identifier les évolutions de coûts sur la base de projets achevés et d'examiner concrètement la qualité des coûts prévisionnels ainsi que celle des devis. Il s'agit également de connaître les causes de l'évolution des coûts. Cet aspect est intimement lié à la gestion des projets et à la maîtrise des risques. Le CDF a donc analysé dix cas de tunnels et travaux souterrains autoroutiers. Il a également examiné un projet supplémentaire dont la maîtrise d'ouvrage est désormais assurée par l'Office fédéral des routes (OFROU).

Un accès à l'information difficile et des données peu standardisées

Dès le début de cette analyse, le CDF a constaté que l'OFROU n'était pas en mesure de communiquer des informations et des données précises sur les coûts finaux des projets, ni encore sur l'évolution des coûts dans les phases intermédiaires. Par ailleurs, la distinction entre les coûts de l'ensemble d'un projet, les coûts d'un tronçon ou les coûts d'un ouvrage particulier ne va pas de soi. Sur la base des données fournies par les cantons, le CDF a dû créer une grille d'analyse standardisée afin de reconstituer l'évolution des coûts pour les dix ouvrages retenus. De plus, il est difficile d'avoir une vision d'ensemble d'un projet, étant donné la spécificité des différents métiers qui interagissent dans un projet de construction. Ainsi, au niveau de la gestion d'un projet, les données concernant le second œuvre et les équipements électromécaniques (ventilation, signalisation, installations de surveillance, équipements de sécurité) sont toujours traitées séparément. La présentation des données de base sur les coûts est différente d'un projet à l'autre.

Un manque de traçabilité dans l'évolution des coûts

Le CDF note un manque de transparence et de traçabilité dans l'évolution des coûts pour les ouvrages analysés, des ouvrages pourtant récemment ouverts à la circulation ou achevés en 2009. Les informations relatives à la documentation des projets sont souvent lacunaires et d'une qualité très variable : absence de journal de projet ; controlling des coûts qui se limite le plus souvent à un simple reporting ; rapports d'étape parfois succincts avec peu ou pas d'explications relatives à l'évolution des coûts pendant le déroulement du projet. Le suivi de l'évolution des coûts vient souvent de l'initiative du maître d'ouvrage, voire du mandataire principal (bureau d'ingénieurs). En 2001, l'OFROU a édicté plusieurs directives sur la gestion de projet qui précisent les principales étapes à respecter et les informations nécessaires à fournir concernant les coûts tout au long d'un projet. Cependant, la terminologie utilisée ne correspond pas toujours à la norme professionnelle

SIA 103 qui traite également de la gestion de projet. Dans le cadre des ouvrages analysés par le CDF, les maîtres d'ouvrage se sont davantage orientés sur la norme SIA. Il faut souligner que la planification, voire dans plusieurs cas, la phase de construction ont débuté avant 2001.

Une augmentation moyenne de 20% entre les coûts devisés et les coûts finaux

Sur la base des dix projets examinés, les coûts finaux avec renchérissement, à savoir les coûts réels, représentent entre 77% et 187% des coûts devisés (100%) et affichent en moyenne une augmentation de 20%. Ces résultats sont meilleurs que les résultats des études internationales. La variation des prix, soit le renchérissement effectif représente en moyenne 10% du coût final d'un ouvrage souterrain. Cependant, le CDF a constaté que l'évolution des coûts n'est pas linéaire, c'est-à-dire que les coûts peuvent évoluer tantôt à la hausse et tantôt à la baisse entre le devis du projet approuvé, la passation des marchés, les compléments aux contrats et le coût final.

Une forte évolution des coûts à la hausse ou à la baisse lors de la passation des marchés

La différence entre le devis et le coût final n'est pas le seul indicateur intéressant et ne suffit pas pour apprécier la qualité de la gestion du projet, en particulier sous l'angle financier. La plus grande différence dans l'évolution des coûts survient lors de la passation des marchés et de l'adjudication. Les montants adjugés représentent entre 58% et 165% des montants devisés. Pour sept des dix ouvrages examinés, les montants adjugés sont inférieurs aux montants devisés et, pour trois d'entre eux, très inférieurs (environ 40% inférieurs aux devis). Cependant, des modifications traitées sous la forme d'avenants aux contrats peuvent encore survenir durant la phase des travaux et influencer l'évolution des coûts. Entre les montants adjugés et les coûts finaux, l'évolution des coûts de l'ensemble des projets examinés varie entre -12% et +88%, en règle générale à la hausse, avec une moyenne de 27%. Dans quatre cas, l'évolution à la hausse est supérieure à 30%.

Le coût des ouvrages dépend avant tout de leur taille et de leur complexité

En examinant les coûts de construction par mètre de voie de circulation (soit les voies utilisables pour la circulation), on constate des différences importantes, puisque les coûts évoluent entre 18'000 et 45'000 francs avec une moyenne de 26'500 francs. Les ouvrages bi-directionnels qui disposent d'une galerie de fuite ne sont pas particulièrement plus coûteux que les autres. Le petit ouvrage de la Roche Saint-Jean (211 mètres) est quasiment le plus cher (44'000 francs) alors qu'il ne possède pas d'équipement de sécurité spécifique, ni de centrale de ventilation. Le coût du tunnel du Kirchenwald s'explique par sa grande complexité (géométrie et échangeur souterrain). Avec 37'000 francs par mètre de voie de circulation, le tunnel d'Uetliberg est un ouvrage relativement onéreux ; les explications sont à rechercher au niveau de son diamètre (plus large que le tunnel de l'Aescher, par exemple) et par les parties à ciel ouvert le long des tubes du tunnel. Le cas d'Opfikon montre que le réaménagement d'une autoroute existante (agrandissement à 2 x 3 voies et couverture de l'autoroute) est relativement cher (22'000 francs).

Des causes d'évolution des coûts très différentes selon les projets

Le niveau de précision du devis (degré d'exactitude des coûts) devrait être, selon les normes en vigueur, de plus ou moins 10% au niveau du projet définitif. Parmi les ouvrages examinés par le CDF, cinq ouvrages entrent dans cette fourchette, trois dépassent les 110% et deux se situent en-dessous de 90% par rapport aux coûts finaux. Le résultat dépend en grande partie de la phase d'adjudication, mais des évolutions peuvent encore survenir durant l'exécution des travaux.

Lorsque les coûts finaux se situent en-dessous de 90%, ceci n'implique pas forcément que le projet ait été bien géré.

Si les adjudications représentent le principal facteur d'évolution des coûts, les changements de projet ou les modifications de commandes durant l'exécution constituent un autre facteur important. Les incidents survenant sur le chantier durant le percement ou la construction peuvent également avoir des conséquences financières. Quasiment tous les ouvrages analysés par le CDF ont connu des changements de projet durant la phase d'exécution en raison de la nécessité d'appliquer des nouvelles normes de sécurité. Dans ce cas, il s'agit de facteurs externes d'évolution des coûts sur lesquels le chef de projet n'a que peu d'influence. Cinq projets ont connu des adaptations de quantités ou de prestations sans lien avec un changement de projet, ce qui peut signifier un manque de précision dans le devis de base. A noter que, pour un ouvrage, les travaux effectués ne correspondent pas au projet de départ ; ceci explique la grande évolution à la hausse observée au niveau des coûts. A l'inverse la survenance d'un incident durant les travaux n'entraîne pas nécessairement une forte augmentation des coûts. Une anticipation et une bonne gestion des risques peuvent en effet limiter l'évolution des coûts à la hausse, même lorsqu'un imprévu d'une certaine ampleur survient.

Des lacunes dans la gestion administrative et financière

Dans plusieurs cas, il existe une confusion entre le controlling des coûts et le reporting des coûts. La plupart du temps, la gestion des coûts se résume à un simple reporting, parfois très succinct. Un véritable controlling, faisant le lien précis entre coûts et prestations ou coûts et quantités est rare. Pour les cas examinés, le suivi des coûts lors de l'exécution des travaux repose souvent sur le seul chef de projet. De fait, il n'est pas aisé d'avoir une vision financière de l'ensemble d'un projet, étant donné, par exemple, la spécificité de l'électromécanique et du second œuvre et le fait que ces deux domaines soient gérés séparément.

Par ailleurs, il est souvent difficile de retrouver les bases du renchérissement effectif, permettant de prendre en compte les variations de prix, et celui-ci n'est pas systématiquement comptabilisé, facturé et décompté de manière séparée.

Au niveau du financement, selon le système en vigueur jusqu'à fin 2007, l'OFROU prévoyait un supplément de 15% au crédit d'engagement (sur la base des contrats). Il n'existe cependant pas de bases précisant, le cas échéant, dans quels cas ces 15% peuvent être utilisés : servent-ils à financer les éventuelles modifications de projet, les imprécisions du devis ou encore le renchérissement ? Dans les faits, ces 15% correspondent simplement à une marge de manœuvre que se laisse l'OFROU, sans devoir recourir à une augmentation du crédit à disposition.

L'OFROU avant tout perçu comme un organe de soutien technique

L'OFROU a privilégié un soutien technique aux projets et s'est assuré que l'application de standards techniques, notamment dans le domaine de la sécurité, soit respectée. La performance technique constitue une priorité plus importante que la dimension financière. Le fait de ne pas pouvoir communiquer le coût final d'un ouvrage est à ce titre révélateur. Lors de l'analyse des dix ouvrages retenus, le CDF n'a que très rarement trouvé de la documentation ou toute autre information sur le rôle et l'influence de l'OFROU dans la gestion de projet tout comme sur l'évolution des coûts. Il est par conséquent difficile de savoir si et comment l'OFROU est intervenu lors de l'élaboration d'un devis, dans la phase d'adjudication ou encore lors de changements de

projet. Certes, certaines phases doivent faire l'objet d'une approbation formelle de l'OFROU, mais cette approbation se borne souvent à une simple formalité. Dans les projets examinés, le CDF n'a pas trouvé la trace d'un refus de l'OFROU. Dans un cas, on ne sait pas sur quelle base repose l'approbation de l'OFROU.

Des changements qui vont dans le bon sens...

La mise en œuvre de la réforme de la péréquation financière (RPT) entraîne des changements en profondeur, puisque, depuis le 1^{er} janvier 2008, l'OFROU assume l'entière responsabilité du réseau des routes nationales et endosse désormais le rôle de maître d'ouvrage à l'exception toutefois des projets liés à l'achèvement du réseau.

Des nouvelles directives ont été adoptées, tant sur la gestion des projets, que les procédures, le suivi financier, les règles de financement et la répartition des compétences. Pierre angulaire de ce nouveau processus, la directive sur le controlling des investissements fournit les bases pour une gestion des investissements et des coûts des projets selon les différentes phases. Au niveau du financement, la marge de manœuvre a été réduite à 10% et n'est plus affectée automatiquement.

Liée à la mise en œuvre de la nouvelle péréquation financière, l'introduction du système de controlling des investissements TDCost est un progrès incontestable. Grâce à cette nouvelle application, il est désormais possible de connaître avec précision les coûts d'un projet de construction autoroutière et leur évolution en fonction des différentes phases. Sur la base des données qui sont désormais standardisées, ce système permet en outre d'avoir une vision pour l'ensemble d'un projet ou pour les objets individuels qui composent un projet ou un ouvrage. Si un tel système avait existé auparavant, la comparaison de projets aurait été grandement simplifiée et la transparence des coûts aurait certainement été assurée.

... mais dont les effets ne pourront être effectivement mesurés que dans plusieurs années

Cependant, pour pouvoir apprécier pleinement les effets du nouveau système, il faudra attendre l'achèvement d'un ouvrage exécuté, voire conçu selon les nouveaux processus, soit environ en 2016, date de l'achèvement du tunnel de Roveredo (GR), seul ouvrage d'importance entièrement sous la maîtrise de l'OFROU et intégré dans le système TDCost. Le projet de Roveredo est en quelque sorte un projet pilote pour l'application des nouvelles directives et des dispositifs générés par TDCost. La plupart des ouvrages actuellement en construction continuent par ailleurs à être gérés par les cantons.

Potentiel d'amélioration et recommandations

Le CDF estime que l'introduction des nouvelles directives sur la gestion de projet et le controlling des investissements vont dans la bonne direction, mais que des améliorations sont encore possibles. Les enjeux sont importants puisque la Confédération continuera à construire et à assainir des tunnels durant les prochaines années, que ce soit dans le cadre de l'élimination des goulets d'étranglement, de l'extension du réseau ou du réaménagement de tronçons.

Le CDF voit des améliorations possibles au niveau du degré de précision de la gestion des coûts, ainsi que dans la gestion de projet, la qualité des devis, la gestion des risques et le rôle de l'OFROU lors de l'approbation des projets. Ainsi, le CDF adresse huit recommandations à l'OFROU.

L'OFROU a pris position sur chacune des recommandations en soulignant que des mesures ont été prises ou le seront prochainement afin d'améliorer la situation. En dépit de quelques points de divergence, l'office indique que la plupart des recommandations du CDF seront mises en œuvre d'ici fin 2010, voire fin 2011. Etant donné l'importance des enjeux financiers, le CDF suivra avec attention l'engagement de l'OFROU et sa volonté de mettre en œuvre les recommandations afin de garantir une plus grande transparence des coûts. La prise de position de l'OFROU se trouve à l'annexe 9 du rapport.

Bau von Autobahntunnel: Ist die Kostenentwicklung unter Kontrolle? Evaluation von zehn unterirdischen Bauwerken

Das Wichtigste in Kürze

Gemäss verschiedenen internationalen Studien werden die Kosten von Projekten im Bereich Verkehrsinfrastrukturen in neun von zehn Fällen unterschätzt. Laut diesen Quellen liegen die Endkosten durchschnittlich 30% über den bei der Genehmigung des Projekts geschätzten Kosten. Diese systematische Unterschätzung der Kosten betrifft alle Arten von Projekten. Bei Infrastrukturbauten ist die Konstruktion von unterirdischen Bauwerken besonders kostspielig und komplex, dies vor allem im Hinblick auf das Risikomanagement und den Umgang mit Unsicherheitsfaktoren. Bei diesem speziellen Typ von Bauten ist das Risiko einer Kostenüberschreitung noch höher und beträgt im Durchschnitt 35%.

Die Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) hat die Situation in der Schweiz im Bereich der Autobahntunnel analysiert. Ziel dieser Evaluation war es, die Kostenentwicklung auf der Grundlage von abgeschlossenen Projekten zu ermitteln und die Qualität der geplanten und veranschlagten Kosten konkret zu überprüfen. Gleichzeitig sollten auch die Gründe für die Kostenentwicklung ermittelt werden, wobei dieser Aspekt eng mit dem Projektmanagement und dem sicheren Umgang mit Risiken verbunden ist. Die EFK hat zehn Tunnel- und unterirdische Bauprojekte einer Analyse unterzogen. Ausserdem hat sie ein zusätzliches Projekt überprüft, bei dem die Bauherrschaft nun vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) wahrgenommen wird.

Schwieriger Zugang zu Informationen und kaum standardisierte Daten

Bereits zu Beginn ihrer Arbeiten hat die EFK festgestellt, dass das ASTRA nicht in der Lage war, genaue Informationen und Daten über die Endkosten der Projekte zu liefern, ebensowenig wie über die Kostenentwicklung in den einzelnen Zwischenphasen. Im Übrigen erwies sich die Unterscheidung zwischen den Gesamtkosten eines Projektes, den Kosten eines Teilstückes oder den Kosten für bestimmte einzelne Bauten als schwierig. Mit Hilfe der von den Kantonen gelieferten Daten musste die EFK eine standardisierte Grundlage für die Analyse schaffen, um die Kostenentwicklung für die zehn ausgewählten Projekte rekonstruieren zu können. Hinzu kommt, dass es aufgrund der spezifischen Besonderheiten der verschiedenen an einem Bauprojekt beteiligten Fachgebiete generell schwierig ist, einen Gesamtüberblick über ein Projekt zu erhalten. So werden beispielsweise auf der Ebene des Projektmanagements die Daten im Zusammenhang mit dem Ausbau und den elektromechanischen Ausrüstungen (Belüftung, Signalisation, Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen) immer separat behandelt. Die Basisdaten für die Kosten werden je nach Projekt unterschiedlich präsentiert.

Fehlende Nachvollziehbarkeit der Kostenentwicklung

Die EFK stellt eine mangelnde Transparenz und Nachvollziehbarkeit in Bezug auf die Kostenentwicklung bei den analysierten Bauwerken fest, die erst vor kurzer Zeit für den Verkehr eröffnet oder 2009 fertiggestellt wurden. Die Informationen zur Dokumentation der Projekte sind oft lückenhaft und von sehr unterschiedlicher Qualität: fehlendes Projektjournal; ein Kosten-Controlling, das sich meist auf ein einfaches Reporting beschränkt; zuweilen knappe Standberichte mit wenigen oder gar keinen Erklärungen zur Kostenentwicklung während der Projektabwicklung. Die Kontrolle der Kostenentwicklung erfolgt oft auf Initiative des Bauherrn oder sogar des leitenden

Beauftragten (Ingenieurbüro). Im Jahr 2001 hat das ASTRA mehrere Richtlinien zum Projektmanagement erlassen, in denen präzisiert wird, welche wichtigsten Etappen einzuhalten sind und welche Informationen bezüglich der Kosten während des gesamten Projektes zur Verfügung gestellt werden müssen. Allerdings entspricht die darin verwendete Terminologie nicht in jedem Fall der SIA-Norm 103, die sich ebenfalls mit dem Projektmanagement befasst. Bei den von der EFK analysierten Bauwerken haben sich die Bauherren vorwiegend an der SIA-Norm orientiert. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Planung und in mehreren Fällen auch die Bauphase dieser Projekte noch vor 2001 angelaufen ist.

Die Endkosten überschreiten die veranschlagten Kosten um durchschnittlich 20%

Laut der Analyse der zehn überprüften Projekte betragen die Endkosten inklusive Teuerung, die effektiven Kosten also, zwischen 77% und 187% der veranschlagten Kosten (100%), wobei sich eine durchschnittliche Erhöhung von 20% ergibt. Diese Ergebnisse sind besser als die Resultate internationaler Studien. Die Preisänderung, das heisst die effektive Teuerung, beträgt durchschnittlich 10% der Endkosten eines unterirdischen Bauwerks. Die EFK hat allerdings festgestellt, dass die Kostenentwicklung nicht linear verläuft. Dies bedeutet, dass sich die Kosten zwischen dem genehmigten Kostenvoranschlag, der Auftragsvergabe, den Vertragsergänzungen und den Endkosten sowohl nach oben als auch nach unten entwickeln können.

Starke Kostenentwicklung nach oben oder unten bei der Auftragsvergabe

Die Differenz zwischen veranschlagten Kosten und Endkosten ist nicht der einzige interessante Indikator für die Kostenentwicklung und reicht nicht aus, um die Qualität des Projektmanagements insbesondere in finanzieller Hinsicht zu beurteilen. Die grössten Unterschiede in der Kostenentwicklung zeigen sich bei der Auftragsvergabe. Die Vergabesummen belaufen sich auf 58% bis 165% der veranschlagten Kosten. Bei sieben von zehn analysierten Bauwerken liegen die Vergabesummen unter den veranschlagten Kosten, bei drei von ihnen sind sie sogar deutlich tiefer (rund 40% unter dem Kostenvoranschlag). Aber auch wenn sich die Vergabesummen nach unten entwickeln, können während der eigentlichen Bauarbeiten noch immer Änderungen erfolgen, die als Zusatzvereinbarungen zu den Verträgen behandelt werden und die Kostenentwicklung beeinflussen. Die Differenz zwischen Vergabesummen und Endkosten beträgt zwischen -12% und +88%; im Allgemeinen tendiert die Kostenentwicklung nach oben und beläuft sich auf durchschnittlich 27%. In vier Fällen liegt sie bei über 30%.

Die Kosten sind vor allem abhängig vom Umfang und von der Komplexität der Bauwerke

Wenn man die Baukosten pro Meter Fahrspur (d. h. pro Einheit, die für den Verkehr nutzbar ist) analysiert, sind deutliche Unterschiede feststellbar: Sie schwanken zwischen 18'000 und 45'000 Franken, wobei der Durchschnitt bei 26'500 Franken liegt. Nicht richtungsgetrennte Tunnels, die über einen Fluchtstollen verfügen, sind nicht wesentlich teurer als andere. Der kurze Tunnel de la Roche Saint-Jean (211 Meter) ist praktisch der teuerste (44'000 Franken), obwohl er über keine besonderen Sicherheitseinrichtungen und keine Belüftungsanlage verfügt. Die Kosten für den Kirchenwaldtunnel erklären sich durch die grosse Komplexität dieses Projektes (Geometrie und Autobahnverzweigung im Berg). Mit 37'000 Franken pro Meter Fahrspur ist auch der Uetlibergtunnel verhältnismässig teuer. Die Gründe dafür sind sein Durchmesser (grösser als beispielsweise derjenige des Aeschertunnels) sowie die im Tagbau-Verfahren errichteten Teile. Der Fall von Opfikon zeigt zudem, dass der Ausbau einer bestehenden Autobahn (Erweiterung auf 2 x 3 Spuren und Überdachung der Autobahn) relativ kostspielig ist (22'000 Franken).

Höchst unterschiedliche Gründe der Kostenentwicklung je nach Projekt

Der Präzisionsgrad des Kostenvoranschlags (Kostengenauigkeit) auf der Basis Ausführungsprojekt sollte gemäss den geltenden Normen plus/minus 10% betragen. Fünf der von der EFK überprüften Bauwerke fallen in diesen Bereich. Bei drei von ihnen betragen die Endkosten mehr als 110% und bei zweien weniger als 90% der veranschlagten Kosten. Das Ergebnis hängt zu einem Grossteil von der Vergabephase ab, wobei sich die Kosten auch während der Bauausführung noch verändern können. Wenn sich die Endkosten auf weniger als 90% der veranschlagten Kosten belaufen, dann bedeutet dies nicht zwingend, dass das Projekt gut geführt worden ist.

Die Vergaben sind der wichtigste Faktor für die Kostenentwicklung, aber auch Projekt- oder Bestellungsänderungen spielen eine bedeutende Rolle. Zudem können auch Zwischenfälle auf der Baustelle, die sich während den Ausbruch- oder Bauarbeiten ereignen, finanzielle Auswirkungen haben. Bei fast allen von der EFK analysierten Bauwerken wurden während der Ausführungsphase Projektänderungen vorgenommen, weil neue Sicherheitsnormen berücksichtigt werden mussten. Dies sind externe Faktoren der Kostenentwicklung, auf die der Projektleiter kaum einen Einfluss hat. Bei fünf Projekten wurden unabhängig von einer Projektänderung die Mengen oder Leistungen geändert, was auf eine ungenügende Genauigkeit im ursprünglichen Kostenvoranschlag hinweisen kann. Anzumerken ist, dass bei einem Projekt die ausgeführten Arbeiten nicht dem anfänglichen Projekt entsprachen, was den markanten Kostenanstieg in diesem Fall erklärt. Umgekehrt muss ein Zwischenfall während der Bauarbeiten nicht zwingend hohe Mehrkosten nach sich ziehen. Durch Vorausplanung und ein gutes Risikomanagement kann die Kostenentwicklung nach oben begrenzt werden, auch wenn ein grösserer unvorhergesehener Vorfall eintreten sollte.

Lücken in der administrativen und finanziellen Führung

In mehreren Fällen ist eine Vermischung zwischen Kosten-Controlling und Kosten-Reporting zu erkennen. Meistens reduziert sich das Kostenmanagement auf ein einfaches Reporting, das in gewissen Fällen äusserst knapp ausfällt. Ein eigentliches Controlling, das eine klare Verbindung zwischen Kosten und Leistungen oder Kosten und Mengen herstellt, ist selten. In den überprüften Fällen ist die Kostenkontrolle während der Ausführung der Arbeiten oft allein dem Projektleiter überlassen. Wenn man die spezifischen Besonderheiten etwa der Elektromechanik oder auch des Ausbaus bedenkt sowie die Tatsache berücksichtigt, dass diese beiden Bereiche separat geleitet werden, dann ist es jedoch in der Tat nicht einfach, den finanziellen Überblick über das gesamte Projekt zu bewahren.

Im Übrigen ist es oft schwierig, die Preisbasis der effektiven Teuerung zu rekonstruieren, die eine Berücksichtigung der Preisänderungen ermöglichen würden, und die Teuerung wird zudem nicht systematisch separat erfasst, fakturiert und abgerechnet.

Bei der Finanzierung sah das ASTRA gemäss dem bis Ende 2007 geltenden System einen Zuschlag von 15% zum Verpflichtungskredit (auf Vertragsbasis) vor. Es gibt jedoch keine Grundlagen, die präzisieren würden, in welchem Fall die 15% eingesetzt werden können: ob zur Finanzierung allfälliger Projektänderungen, Ungenauigkeiten des Budgets oder der Teuerung. Diese 15% entsprechen im Grunde ganz einfach einem Spielraum, den das ASTRA nutzen kann, ohne eine Krediterhöhung beantragen zu müssen.

Das ASTRA wird in erster Linie als Organ zur technischen Unterstützung wahrgenommen

Das ASTRA hat den Schwerpunkt auf die technische Unterstützung von Projekten gelegt und sichergestellt, dass die technischen und insbesondere die sicherheitstechnischen Standards eingehalten werden. Die technische Leistung ist von höherer Priorität als die finanzielle Dimension. In dieser Hinsicht ist die Tatsache, dass die Endkosten eines Bauwerks nicht beziffert werden können, bezeichnend. Bei der Analyse der zehn ausgewählten Bauwerke hat die EFK nur äusserst selten Unterlagen oder andere Informationen über die Rolle und den Einfluss des ASTRA auf das Projektmanagement und die Kostenentwicklung finden können. Es ist daher schwierig zu beurteilen, ob und wie das ASTRA bei der Ausarbeitung von Kostenvoranschlägen, in der Vergabephase oder bei Projektänderungen mitgewirkt hat. Selbstverständlich müssen gewisse Phasen formell vom ASTRA genehmigt werden, aber diese Genehmigung ist oftmals kaum mehr als eine reine Formalität. In den überprüften Fällen hat die EFK keinerlei Hinweise auf einen abschlägigen Bescheid durch das ASTRA gefunden. In einem Fall ist zudem nicht klar, worauf sich die Genehmigung des ASTRA stützt.

Änderungen, die in die richtige Richtung gehen ...

Die Umsetzung der Neugestaltung des Finanzausgleichs (NFA) bringt tiefgreifende Änderungen mit sich, da das ASTRA per 1. Januar 2008 die gesamte Verantwortung über das Nationalstrassennetz übernommen hat und seither ausser bei Projekten, die mit der Fertigstellung des Netzes zusammenhängen, als Bauherr auftritt.

Sowohl für das Projektmanagement und die Verfahrensabläufe als auch für die Kostenkontrolle, die Finanzierungsmodalitäten und die Aufteilung der Kompetenzen wurden neue Richtlinien festgelegt. Eckpfeiler dieses neuen Systems ist die Richtlinie über das Investitionscontrolling, welche die Grundlagen für das Management der Investitionen und Projektkosten entsprechend der verschiedenen Projektphasen vorgibt. In Bezug auf die Finanzierung wurde der zusätzliche Spielraum auf 10% reduziert und er wird nicht mehr automatisch eingeräumt.

Die Einführung des Controlling-Systems für Investitionen TDCost, die mit der Umsetzung des NFA verbunden ist, stellt zweifelsohne einen Fortschritt dar. Dank diesem neuen System können die Kosten eines Autobahnprojekts und ihre Entwicklung in Abhängigkeit der verschiedenen Phasen präzise ermittelt werden. Ausgehend von nunmehr standardisierten Daten ermöglicht dieses System zudem einen Überblick über das ganze Projekt oder über einzelne Bestandteile eines Projekts oder eines Bauwerks. Wäre bereits in der Vergangenheit ein solches System zur Verfügung gestanden, dann wäre dadurch der Vergleich zwischen verschiedenen Projekten erheblich erleichtert worden und die Kostentransparenz wäre zweifellos gewährleistet gewesen.

... deren Auswirkungen aber erst in mehreren Jahren wirklich messbar werden

Bis die Auswirkungen des neuen Systems voll abgeschätzt werden können, muss jedoch erst der Abschluss eines Bauvorhabens abgewartet werden, das vollumfänglich gemäss den neuen Verfahrensabläufen durchgeführt und geplant worden ist. Dies wird etwa im Jahr 2016 der Fall sein, wenn der Tunnel von Roveredo (GR) fertiggestellt sein wird: das erste bedeutende Bauwerk, das voll und ganz unter der Leitung des ASTRA gebaut wird und in das TDCost-System integriert ist. Das Tunnelprojekt von Roveredo ist in gewisser Hinsicht ein Pilotprojekt für die Anwendung der neuen Richtlinien und Vorgaben gemäss TDCost. Die meisten heute im Bau befindlichen Projekte werden im Übrigen nach wie vor durch die Kantone geleitet.

Verbesserungspotenzial und Empfehlungen

Nach Ansicht der EFK geht die Einführung von neuen Richtlinien für das Projektmanagement und das Investitionscontrolling in die richtige Richtung, aber es ist noch weiteres Verbesserungspotenzial vorhanden. Es steht viel auf dem Spiel, da die Eidgenossenschaft auch in den kommenden Jahren Tunnels bauen und sanieren wird, sei dies im Rahmen der Engpassbeseitigung, des Ausbaus des Strassennetzes oder der Erneuerung von Teilstücken.

Die EFK sieht mögliche Verbesserungen im Bereich der Genauigkeit beim Kostenmanagement und beim Projektmanagement, bei der Qualität der Offerten, beim Risikomanagement sowie bei der Rolle des ASTRA im Zusammenhang mit der Genehmigung von Projekten. Die EFK unterbreitet dem ASTRA demzufolge acht Empfehlungen.

Das ASTRA hat zu jeder der Empfehlungen Stellung genommen und unterstrichen, dass Massnahmen zur Verbesserung der Situation getroffen wurden oder in nächster Zeit eingeleitet werden. Trotz einiger Differenzpunkte, gibt das Bundesamt an, dass die Empfehlungen bis Ende 2010 bzw. Ende 2011 umgesetzt werden. In Anbetracht der Verwendung bedeutender finanzieller Mittel, wird die EFK die Bestrebungen und die Bereitschaft des ASTRA, die Empfehlungen hinsichtlich der Gewährleistung einer grösseren Kostentransparenz umzusetzen, im Auge behalten. Die Stellungnahme des ASTRA befindet sich im Anhang 9 zum Bericht.

Originaltext in Französisch

Costruzione delle gallerie autostradali : l'evoluzione dei costi è sotto controllo ? Valutazione di dieci opere sotterranee

L'essenziale in breve

Stando a diversi studi internazionali condotti sulle infrastrutture di trasporti, i costi di nove progetti su dieci sono sottostimati. I costi finali sono in media del 30 per cento superiori ai costi stimati al momento dell'approvazione dei progetti. La sistematica sottovalutazione dei costi riguarda tutti i tipi di progetto. Nel settore delle infrastrutture, la costruzione di opere sotterranee è particolarmente onerosa e complessa, soprattutto sotto l'aspetto della gestione dei rischi e delle incertezze. Per questo specifico tipo di opera il rischio di superamento dei costi è ancora più elevato e raggiunge in media il 35%.

Il Controllo federale delle finanze (CDF) ha esaminato la situazione dei progetti di gallerie autostradali in Svizzera. L'analisi persegue l'obiettivo di tracciare l'evoluzione dei costi sulla base di progetti conclusi, di esaminare concretamente la qualità dei costi previsti e di individuare le cause dell'evoluzione dei costi. Quest'aspetto è strettamente legato alla gestione dei progetti e dei rischi. Il CDF ha pertanto preso in esame dieci casi di gallerie e lavori sotterranei autostradali, più un progetto supplementare in cui l'opera è ormai gestita dall'Ufficio federale delle strade (USTRA).

Difficile accesso alle informazioni e carente standardizzazione dei dati

Fin dall'inizio dell'analisi, il CDF ha constatato che l'USTRA non era in grado di comunicare informazioni e dati precisi sui costi finali dei progetti, né sull'evoluzione dei costi nelle fasi intermedie. Peraltro non è semplice distinguere tra i costi complessivi di un progetto, quelli di un tratto stradale o di un'opera particolare. Per ricostruire l'evoluzione dei costi delle dieci opere considerate il CDF ha dovuto creare una base d'analisi standardizzata sulla base dei dati forniti dai Cantoni. Inoltre, è difficile avere la visione d'insieme di un progetto, data la specificità dei diversi mestieri che interagiscono nella costruzione. In effetti, sul piano della gestione, i dati sui i rami accessori dell'edilizia e le infrastrutture elettromeccaniche (ventilazione, segnaletica, installazioni per la sorveglianza e sistemi di sicurezza) vengono sempre elaborati separatamente. La presentazione dei dati di base sui costi varia da un progetto all'altro.

Mancanza di tracciabilità nell'evoluzione dei costi

Il CDF ha riscontrato una mancanza di trasparenza e di tracciabilità nell'evoluzione dei costi delle opere aperte alla circolazione recentemente o completate nel 2009. Le informazioni riguardanti la documentazione dei progetti sono spesso lacunose e di qualità variabile: il giornale di cantiere non viene allestito, il controlling dei costi si limita perlopiù ad un semplice reporting, il rapporto sullo stato di avanzamento dei lavori è a volte succinto e presenta carenze o assenza di spiegazioni relative all'evoluzione dei costi in corso di progetto. Il controllo dell'evoluzione dei costi avviene spesso per iniziativa del committente e perfino del mandatario principale (studio d'ingegneria). Nel 2001, l'USTRA ha emanato diverse direttive sulla gestione dei progetti che specificano le principali fasi da rispettare e le informazioni sui costi che devono essere necessariamente fornite per la durata di un progetto. Ciononostante, la terminologia utilizzata non corrisponde sempre alla norma professionale SIA 103 che concerne anche la gestione dei progetti. Nel quadro delle opere esaminate dal CDF, i committenti si sono basati maggiormente sulla norme SIA. Va specificato che la pianificazione e in molti casi la costruzione sono iniziate prima del 2001.

Un aumento medio del 20% tra costi finali e costi previsti

Sulla base dei dieci progetti esaminati, i costi finali con il rincaro, vale a dire i costi reali, rappresentano tra il 77% e il 187% dei costi previsti (100%) e presentano in media un aumento del 20%. Questi risultati sono migliori di quelli ottenuti dagli studi internazionali. La variazione dei prezzi, ovvero il rincaro effettivo, rappresenta mediamente il 10% del costo finale di un'opera sotterranea. Ciononostante il CDF ha constatato che l'evoluzione dei costi non è lineare, dato che vi possono essere fluttuazioni tra il preventivo del progetto approvato, la procedura di aggiudicazione delle commesse, le clausole contrattuali ed i costi finali.

Forte oscillazione dei costi nella fase di aggiudicazione delle commesse

La differenza tra preventivo e costo finale non è l'unico indicatore interessante e non basta per valutare la qualità della gestione di un progetto, in particolare sotto l'aspetto finanziario. La maggiore differenza dell'evoluzione dei costi si verifica nella fase di aggiudicazione delle commesse. Gli importi aggiudicati rappresentano tra il 58% e il 165% dei costi previsti. In sette opere su dieci gli importi aggiudicati sono inferiori agli importi previsti e in tre casi di molto (ca. - 40% rispetto alle somme preventivate). Se gli importi aggiudicati diminuiscono, durante la fase dei lavori i costi possono essere influenzati da eventuali modifiche, trattate sotto forma di clausole contrattuali. Tra gli importi aggiudicati e i costi finali, i valori oscillano tra -12% e +88% e di regola subiscono un incremento medio del 27%. In quattro casi l'aumento supera il 30%.

I costi dipendono anzitutto dalle dimensioni e dalla complessità delle opere

Esaminando i costi di costruzione per ogni metro di corsia (ossia le strade utilizzabili per la circolazione) si constatano notevoli differenze, poiché i costi sono compresi tra 18'000 e 45'000 franchi e ammontano in media a 26'500 franchi. Le opere a due sensi di marcia con un cunicolo di sicurezza non sono particolarmente più onerose. La piccola opera di Roche Saint-Jean (211 m) è quasi la più costosa (44'000 franchi) sebbene non sia dotata di un particolare sistema di sicurezza, né di una centrale di ventilazione. Il costo della galleria di Kirchenwald è determinato dalla notevole complessità (geometria e svincolo sotterraneo). Con i suoi 37'000 franchi per ogni metro di corsia, la galleria di Uetliberg è un'opera relativamente cara a causa del suo diametro (maggiore, ad es., della galleria di Aescher) e delle parti a cielo aperto lungo i tubi della galleria. Il caso di Opfikon mostra che il risanamento di un'autostrada esistente (ampliamento da due a tre corsie su entrambi i sensi di marcia e copertura dell'autostrada) è relativamente oneroso (22'000 franchi).

Cause dell'evoluzione dei costi molto diverse da progetto a progetto

Secondo le norme in vigore, il grado di precisione del preventivo rispetto al progetto definitivo (esattezza dei costi) deve iscriversi entro un margine di circa 10%. Tra le opere esaminate dal CDF, cinque sono conformi, tre superano il 110% e due si situano al di sotto del 90% dei costi finali. Il risultato è perlopiù determinato durante la fase di aggiudicazione, ma possono verificarsi cambiamenti anche durante l'esecuzione dei lavori. Nei casi in cui i costi finali si situano al di sotto del 90% il progetto non è necessariamente stato gestito bene.

Se il fattore principale dell'evoluzione dei costi è rappresentato dalle aggiudicazioni, un altro elemento importante è costituito dai cambiamenti di progetto o dalle modifiche delle ordinazioni durante i lavori. Possono avere conseguenze sul piano finanziario anche gli incidenti occorsi sul cantiere durante la perforazione e la costruzione. In quasi tutte le opere esaminate, i progetti sono stati modificati durante la fase di esecuzione per applicare nuove norme di sicurezza. In questo

caso si tratta di fattori esterni su cui il capoprogetto ha poca influenza. Cinque progetti hanno subito degli aggiustamenti di quantità o di prestazioni non dovuti a cambiamenti di progetto, ciò che può denotare una mancanza di precisione nel preventivo di base. Occorre notare che in uno dei casi presi in esame i lavori effettuati non corrispondono al progetto di partenza, fatto che spiega il notevole aumento dei costi. Al contrario, un incidente durante i lavori non provoca necessariamente un'impennata dei costi. In effetti, l'anticipazione e la buona gestione dei rischi possono limitare l'aumento dei costi, anche se si verifica un imprevisto di una certa portata.

Lacune nella gestione amministrativa e finanziaria

In molti casi si fa confusione tra controlling e reporting dei costi. Molto spesso la gestione dei costi si riduce ad un semplice reporting, talora molto succinto. Un vero controllo con un nesso preciso tra costi e prestazioni oppure tra costi e quantità è raro. Nei casi esaminati sovente il controllo dei costi durante l'esecuzione dei lavori è spesso affidato unicamente al capoprogetto. Di fatto non è semplice avere una visione d'insieme della situazione finanziaria di un progetto a causa, per esempio, della specificità dell'elettromeccanica e dei rami accessori dell'edilizia e per il fatto che questi due settori sono gestiti separatamente.

Pertanto spesso è difficile ritrovare le basi del rincaro effettivo che permettono di considerare le variazioni di prezzi; infine il rincaro non è sistematicamente contabilizzato, fatturato e calcolato separatamente.

A livello di finanziamento, secondo il sistema in vigore a fine 2007, l'USTRA prevedeva un margine positivo del 15% rispetto al credito d'impegno (secondo i contratti). Ciononostante non esistono delle basi che precisano, in quale caso, in che modo questi 15% possono essere impiegati: servono a finanziare eventuali modifiche del progetto, imprecisioni del preventivo o il rincaro? In realtà, questi 15% corrispondono semplicemente ad un margine di manovra che l'USTRA si concede per non ricorrere ad un aumento del credito a disposizione.

L'USTRA percepito soprattutto come organo di sostegno tecnico

L'USTRA ha privilegiato il sostegno tecnico dei progetti e accertato la corretta applicazione degli standard tecnici, specialmente in fatto di sicurezza. La prestazione tecnica rappresenta una priorità maggiore della dimensione finanziaria. Il fatto di non poter comunicare il costo finale di un'opera è in questo senso rivelatore. Durante l'analisi delle dieci opere considerate, il CDF ha trovato solo raramente la documentazione o altre informazioni relative al ruolo e all'influenza dell'USTRA nella gestione del progetto o all'evoluzione dei costi. È pertanto difficile sapere se, e in che modo l'USTRA è intervenuto durante l'elaborazione del preventivo, nella fase di aggiudicazione o ancora in caso di cambiamento di progetto. Certamente alcune fasi devono essere approvati formalmente dall'USTRA, ma spesso ciò sembra ridursi a una mera formalità. Tra i progetti esaminati, il CDF non ha trovato nemmeno un rifiuto da parte dell'USTRA. In un caso non si sa su quali basi poggia l'approvazione.

I cambiamenti vanno nella giusta direzione...

L'applicazione della riforma della perequazione finanziaria (NPC) apporta profondi cambiamenti: dal 1° gennaio 2008 l'USTRA ha assunto la piena responsabilità della rete delle strade nazionali e svolge ormai il ruolo di committente, salvo per i progetti legati al completamento della rete.

Sono state adottate nuove direttive per la gestione dei progetti e delle procedure, il controllo finanziario, le regole di finanziamento e la ripartizione delle competenze. Il cardine di questo nuovo

processo è costituito dalla direttiva sul controlling degli investimenti, che pone le basi per la gestione degli investimenti e dei costi di progetto nelle diverse fasi. Il margine di manovra relativo al finanziamento è stato ridotto al 10% e non è più approvato automaticamente.

Legata all'attuazione della nuova perequazione finanziaria, l'introduzione del sistema di controlling degli investimenti TDCost rappresenta un progresso incontestabile. Grazie a questa nuova applicazione è ormai possibile conoscere con precisione i costi di un progetto di costruzione autostradale e la sua evoluzione attraverso le diverse fasi. Inoltre sulla base di dati ormai standardizzati, questo sistema permette di avere una visione complessiva del progetto o dei singoli elementi che compongono il progetto o l'opera. Se un sistema simile fosse esistito prima, la comparazione dei progetti sarebbe stata molto semplificata e la trasparenza dei costi certamente garantita.

...ma gli effetti concreti potranno essere valutati solo tra diversi anni

Ciononostante, per poter conoscere pienamente gli effetti del nuovo sistema, sarà necessario attendere il completamento di un'opera eseguita o addirittura concepita secondo i nuovi processi, vale a dire all'incirca fino al 2016, data del completamento della galleria di Roveredo (GR), la prima opera interamente gestita dall'USTRA e integrata nel sistema TDCost. Il progetto di Roveredo è una sorta di progetto pilota nell'applicazione delle nuove direttive e dei dispositivi di TDCost. La maggior parte delle opere attualmente in costruzione continuerà peraltro ad essere gestita dai Cantoni.

Potenziale di miglioramento e raccomandazioni

Il CDF ritiene che l'introduzione delle nuove direttive sulla gestione dei progetti e il controlling degli investimenti si stia andando nella giusta direzione, ma che sia possibile apportare ulteriori miglioramenti. Si tratta di una sfida importante, perché nei prossimi anni la Confederazione continuerà a costruire e risanare le gallerie, sia nel quadro dell'eliminazione dei problemi di capacità nella rete che in quello dell'ampliamento della rete o del risanamento di alcuni tratti.

Il CDF vede un potenziale di miglioramento nel grado di precisione della gestione dei costi nella gestione del progetto, nella qualità dei preventivi, nella gestione dei rischi e nel ruolo svolto dall'USTRA nell'approvazione dei progetti. Il CDF rivolge pertanto elaborato otto raccomandazioni all'USTRA.

L'USTRA ha preso posizione su ciascuna delle raccomandazioni sottolineando che misure sono state o saranno prese prossimamente per migliorare la situazione attuale. In dispetto di alcuni punti di divergenza, l'ufficio indica che la maggior parte delle raccomandazioni del CDF saranno implementate fino al 2010, anzi fino al 2011. Dato l'importanza delle sfide finanziarie, il CDF seguirà attentamente l'impegno dell'USTRA e la sua volontà di implementare le raccomandazioni affinché sia garantita una più grande trasparenza dei costi. La presa di posizione dell'USTRA si trova all'allegato 9 del rapporto.

Testo originale in francese

Motorway tunnel construction : Is cost variance under control ?

A study of ten underground structures

Key facts

Various international studies in transport infrastructure have shown that costs are underestimated in nine out of ten projects. On average, actual costs are 30% higher than estimated at the time of project approval. This systematic tendency to underestimate costs applies to all project types. Within infrastructure, the construction of underground structures is particularly costly and complex, especially with respect to managing risk and uncertainty. For this specific type of structure, risk of cost overrun is an even higher 35%.

The Swiss Federal Audit Office (SFAO) has analysed the situation in Switzerland, looking at motorway tunnel projects. The objective of the study was to assess cost variance on the basis of finished projects and to examine, in concrete terms, the accuracy of predicted costs and estimates. It is also about identifying the reasons for a certain cost variance, an aspect closely related to project management and risk control. The SFAO thus selected ten motorway tunnel and underground construction sites for its study. Besides, it looked into an additional project for which the Federal Roads Office (FEDRO) now acts as project owner.

Difficult information access and lack of standardisation in the data available

It became clear to the SFAO from the outset that FEDRO could not provide precise data and information on final project costs or even on how costs evolved in the intermediate phases. Furthermore, no clear distinction was made between overall project costs and the costs for one section or a particular structure. Based on data made available by the cantons, the SFAO had to create a standardised basis in order to determine cost variance in the ten selected structures. In addition, the specific nature of the various trades interacting in a construction project makes it difficult to obtain an overall view of a project. In terms of project management, therefore, the data related to the finishings and the electrical engineering (ventilation, signage, monitoring installations, safety equipment) is always handled separately. Finally, the presentation of basic cost data differs from one project to another.

Insufficient traceability in cost variance

The SFAO noted a lack of transparency and traceability in the cost development for the structures examined, despite the fact that these had been opened to traffic only recently or completed in 2009. The information on project documentation was often incomplete and of inconsistent quality, e.g. no project journal; simple reporting as the only means of keeping track of costs; some very short stage reports, with few or no explanations given for the way costs evolved during the project process. Frequently, cost variance is tracked on the initiative of the project owner, or even the main contractor (engineering firm). In 2001, FEDRO issued several project management directives specifying the main stages to be followed and the cost-related information that must be provided throughout the course of a project. However, the terminology applied here differs at times from that used in the SIA 103 professional standard, which also relates to project management. For the structures studied by the SFAO, the project owner tended to follow the SIA standard. (Note that the planning stage, and in several cases even construction, started prior to 2001.)

Actual costs overrun estimates by an average of 20%

Based on the ten sample projects, the final (inflation-adjusted) costs, i.e. real costs, came in at 77% to 187% of estimated costs (100%), with, on average, an increase of 20%. These are better results than in the international studies. On average, the price variation, in other words the actual inflation, represents 10% of the final costs for an underground structure. However, the SFAO found that the costs trend was not linear, i.e. costs may both increase and decrease between the approved project estimate, the awarding of contracts, the contract addenda and the final costs.

A sharp increase or decrease in costs at the awarding stage

The difference between the estimate and the final costs is not the only indicator worth noting and, on its own, is not sufficient to gauge the standard of project management, particularly from a financial point of view. The greatest discrepancy in cost development occurs in the process of tender and awarding of contracts. The final bids vary between 58% and 165% of the estimates. For seven of the ten structures examined, the bids were lower than the estimates and, for three of these, much lower (some 40% less than the estimates). Even where bids are lower, however, modifications in the form of contract riders may still be made during the construction phase and have an impact on cost development. Between the bids and the final costs, cost variance lies between -12% and +88%, though generally upwards, with an average increase of 27%. In four cases, the increase was greater than 30%.

Cost of structures determined primarily by their size and complexity

The cost per metre of road constructed (i.e. roads for traffic use) varies substantially, from between CHF 18,000 and 45,000, working out at an average of CHF 26,500. Two-way structures with an escape gallery are not necessarily more expensive. The short Roche Saint-Jean tunnel (211 m) is practically the most expensive (CHF 44,000) even though it has no specific safety equipment and no ventilation plant. The cost of the Kirchenwald tunnel stems from its highly complex nature (geometry and underground interchange). At CHF 37,000 per metre of road, the Uetliberg tunnel is relatively expensive; this is explained by its diameter (wider than the Aescher tunnel, for example) and the open-air sections along the tunnel tubes. The Opfikon case shows that renovating an existing motorway (widening from two to three lanes in each direction and motorway enclosure) is also relatively costly (CHF 22,000).

A wide range of reasons for cost variance, depending on the project

According to the applicable standards, the degree of precision of the estimate should be no more than +/-10% of the final costs. Of the structures studied by the SFAO, five stayed within this guideline range, three exceeded the 110% mark, and two worked out at less than 90% of the final costs. The result depends to a large extent on the awarding phase, but variances may still occur in the course of execution. Incidentally, when the final costs are less than 90%, this does not necessarily mean that the project was well managed.

Although the awarding of contracts represents the main factor in cost variance, project changes or order modifications during execution form another major factor. Incidents that occur on-site during boring or construction may also have financial implications. Practically all of the structures analysed by the SFAO were subject to project changes during execution, due to the need to apply new safety standards. These are external cost variance factors over which the project manager has only little influence. In five projects, changes were made to quantities or services without any actual

project change, which may indicate a certain degree of inaccuracy in the original estimate. For one project, the work ultimately done did not correspond to the original project, which explains the sharp increase observed in costs. However, an incident during the execution phase does not necessarily generate a huge increase in costs: with sound risk management and anticipation, it is possible to rein in spiralling costs, even in the case of a relatively major incident.

Shortcomings in administrative and financial management

In several cases there was clearly some confusion between the tracking and reporting of costs. Most of the time, costs management takes the form of simple reporting, at times quite brief. True cost controlling, showing the precise relationship between costs and services or costs and quantities, was rare. In the sample cases, the project manager often has sole responsibility for keeping track of costs during the execution of the work. This makes it quite difficult to get an overview of the entire project's finances, given e.g. the specific nature of the electrical engineering and the finishings and the fact that these two areas are managed separately.

What's more, it is often difficult to detect the basis for actual inflation used to take price variations into account, and inflation is not systematically entered, invoiced and deducted separately either.

In terms of financing, under the system in place until end-2007, FEDRO added a 15% supplement to the guarantee credit (based on the contracts). However, there were no guidelines as to when this 15% could be used, e.g. to finance any project modifications that may occur, to allow for inaccuracies in the estimate, or even inflation? In fact, the 15% supplement was simply a margin of manoeuvre for FEDRO without having to extend its credit line.

FEDRO regarded first and foremost as a technical support body

FEDRO has focused on providing technical support to projects, ensuring that the technical standards are applied, particularly with regard to safety. Technical performance takes precedence over the financial aspect, something that is particularly evident from the absence of information on the final costs of a structure. In studying these ten structures, the SFAO very rarely came across documentation or indeed any other information on FEDRO's role and influence in project management or on cost development. It is thus difficult to say if and to what extent FEDRO was involved in the drafting of estimates, the awarding of contracts or when project changes were made. There are, of course, certain phases that require FEDRO's approval, but often this is a mere formality. In the projects examined, the SFAO did not find a trace of rejection by FEDRO. In one case, the basis for FEDRO's approval is not clear.

Changes in the right direction...

Implementation of the new organisation of financial equalisation (RET) is bringing about profound change: since 1 January 2008, FEDRO has taken on full responsibility for the national roads network and now assumes the role of project owner, except for projects related to completing the network.

New directives have been adopted concerning project management and procedures as well as financial monitoring, financing rules and skills distribution. As the cornerstone to this new process, the directive on investments controlling provides the basis for managing investments and project costs at the various phases. The margin of manoeuvre for financing has been cut to 10% and is no longer automatically granted.

In association with the implementation of the new fiscal equalisation system, the introduction of the investments controlling system TDCost has brought unquestionable progress. Using this new application, it is now possible to find out the precise cost of a motorway construction project and see how these costs have evolved throughout the various phases. Based on the standardised data, the system can give an overview of the entire project or of the individual items making up a project or structure. If such a system had existed in the past, it would have been much simpler to compare projects, and cost transparency would no doubt have been ensured.

... but the impact will not be measurable until several years from now

However, the impact of the new system can only really be appreciated after a structure has been designed and completed using the new processes. This will not be the case until around 2016, upon completion of the Roveredo tunnel (A13), the first major structure that is fully controlled by FEDRO and integrated into the TDCost system. To a certain extent, the Roveredo project is a pilot project for applying the new directives and the procedures generated by TDCost. Most of the structures currently under construction are still managed by the cantons.

Room for improvement and recommendations

The SFAO regards the introduction of the new directives on project management and investments controlling as a step in the right direction but believes that further improvements could still be made. There is much at stake, with the Swiss Confederation planning to continue building and renovating tunnels over the next few years, whether to relieve bottlenecks, extend the network or refurbish certain sections.

The SFAO sees room for improvement in the accuracy of costs management as well as in project management, the quality of estimates, risk management and the role of FEDRO in project approval. The SFAO thus has eight recommendations for FEDRO.

FEDRO has submitted statements to each recommendation, emphasizing that measures towards improvement of the situation have been taken or will be introduced in the near future. Despite some divergences, the federal office claims that the recommendations will be implemented by the end of 2010 and 2011, respectively. In view of the considerable financial expenses, the SFAO will keep an eye on FEDRO's efforts and willingness to implement the recommendations regarding its commitment to greater cost transparency. The statement of FEDRO can be found in annexe 9 of the report.

Original text in French

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Pourquoi ce sujet ?	1
1.2	Objectifs de l'évaluation	5
1.3	Sélection des cas	6
1.4	Démarche	8
1.5	Les difficultés rencontrées	14
2	Contexte et gestion des projets autoroutiers	17
2.1	Bases légales et règles en vigueur pour les projets retenus	17
2.2	Organisation de projet	20
2.3	Le processus UPlaNS pour les projets d'assainissement	24
2.4	Les principaux acteurs	25
3	Résultats de l'analyse	26
3.1	Synthèse générale de l'évolution des coûts	26
3.2	Evolution des coûts par projet	32
3.3	Degré d'exactitude des projets	40
3.4	Les coûts liés au renchérissement	45
3.5	Le coût par voie de circulation et par mètre de tunnel	46
3.6	Répartition des coûts entre le génie civil et l'électromécanique	49
3.7	Des multiples causes pour expliquer l'évolution des coûts	53
4	La gestion de projet	58
4.1	Une directive peu utilisée pour les ouvrages examinés	58
4.2	Pas de trace d'un journal de projet « officiel »	59
4.3	Des rapports d'étape de qualité variable	60
4.4	Une gestion des avenants peu rigoureuse	61
4.5	Une qualité des devis très inégale	62
4.6	L'existence d'une marge de manœuvre dans l'attribution des crédits	64
4.7	Les tranchées couvertes : de grandes évolutions de projet	65
4.8	Projet d'assainissement : une maîtrise des coûts difficile	67

4.9	Une faible culture des coûts à l'Office fédéral des routes	68
4.10	Les organes politiques et de contrôle peu présents dans la phase de construction	69
5	La gestion des risques	71
5.1	Soigner les phases préliminaires	71
5.2	Le calcul des imprévus : les réserves affectées et non affectées	73
5.3	La nécessité du transfert de connaissances	75
5.4	Plus de professionnalisme quand la gestion du projet est externalisée ?	75
5.5	La maîtrise des coûts et l'analyse des risques : des outils existent	76
6	L'OFROU à partir de 2008 : quels changements ?	79
6.1	Gestion documentaire	80
6.2	Un meilleur suivi des coûts est-il garanti ?	81
6.3	Financement des projets plus strict	82
6.4	Guide de projet	82
7	Conclusion	84
7.1	Réponses aux cinq questions	85
7.2	Améliorations en cours	89
8	Recommandations	91
8.1	L'esprit de nos recommandations : profiter du changement d'organisation de l'OFROU pour renforcer la transparence et la maîtrise des coûts	91
8.2	Huit recommandations	92

Répertoire des tableaux

Tableau 1 : Liste des ouvrages retenus	8
Tableau 2 : Développement des coûts de construction	23
Tableau 3 : Synthèse de l'évolution des coûts pour les dix ouvrages selon les différentes phases des projets	27
Tableau 4 : Analyse des coûts des tunnels par voie de circulation et par mètre de tunnel	46
Tableau 5 : Récapitulatif des coûts de construction	48

Tableau 6 : Analyse des coûts des équipements électromécaniques (EM)	
--	--

par voie de circulation et par rapport à la longueur des tunnels	50
Tableau 7 : Récapitulatif des coûts pour les équipements électromécaniques	52

Répertoire des encadrés

Encadré 1 : Un accès à l'information plus facile en Angleterre et plus difficile en France	15
Encadré 2 : Un deuxième avis pour le devis du tunnel du Raimeux	64
Encadré 3 : Le projet de la Vereina	74
Encadré 4 : Le contournement de Roveredo, premier projet de construction de tunnel dont la gestion est assurée par une filiale de l'OFROU	79

Répertoire des illustrations

Illustration 1 : Déroulement des phases de développement d'un projet de construction	20
Illustration 2 : Les principaux acteurs	25
Illustration 3 : Une dérive des coûts inversement proportionnelle à l'investissement dans les études préliminaires	72

Répertoire des graphiques

Graphique 1 : Evolution générale des coûts pour les dix projets depuis le devis de base jusqu'aux coûts finaux	30
Graphiques 2 : Evolution des coûts par rapport au devis de base et commentaires	32
Graphique 3 : Comparaison des coûts finaux des projets sans le renchérissement avec le devis de base	40
Graphique 4 : La part des avenants en comparaison au contrat	41
Graphique 5 : Les parts des contrats et des avenants dans les coûts contractuels	42
Graphique 6 : Evolution entre le montant d'adjudication et les coûts finaux sans le renchérissement	43
Graphique 7 : Pourcentage du renchérissement par rapport aux coûts finaux totaux	45
Graphique 8 : Répartition des coûts finaux entre le génie civil et l'électromécanique	49

Annexes

Annexe 1 : Liste des abréviations	97
Annexe 2 : Bases légales	99
Annexe 3 : Bibliographie	101
Annexe 4 : Personnes interrogées	103
Annexe 5 : Glossaire	106
Annexe 6 : Les principaux acteurs	108
Annexe 7 : Comparaison entre la norme SIA 103 et le modèle de l'OFROU	112
Annexe 8 : Le renchérissement, de quoi s'agit-il exactement ?	114
Annexe 9 : Prise de position de l'Office fédéral des routes	115

Document séparé

Contrôle fédéral des finances (2009), Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés, août 2009. Voir : <http://www.efk.admin.ch>

Toute désignation de personne, de statut ou de fonction s'entend indifféremment au féminin et au masculin.

1 Introduction

1.1 Pourquoi ce sujet ?

Depuis quelques années déjà, l'évolution des coûts dans la construction et dans le développement de projets d'infrastructure routière ou ferroviaire est une préoccupation croissante, partagée par l'ensemble des acteurs et partenaires œuvrant dans ce domaine. Le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), les instances politiques, les autorités de surveillance fédérales et cantonales, les Services des ponts et chaussées, les bureaux d'ingénieurs, les entreprises et les associations professionnelles de construction, les multiples organisations environnementales, les communautés locales et l'ensemble des citoyens : tous se sentent aujourd'hui concernés et responsables des coûts et de leur transparence en matière d'aménagement du territoire, de développement et de construction des infrastructures de transport. Plus que l'évolution des coûts, les dépassements de coûts injustifiés qui accompagnent par trop souvent la réalisation de ce genre de travaux est un thème fréquemment discuté sur le devant de la scène politique et médiatique en Suisse et à l'étranger.

C'est ainsi qu'en avril 2008, les surcoûts de la route de contournement de Bulle (H189) estimés à 75 millions de francs ont fait l'effet d'une onde de choc dans le paysage médiatique suisse¹. Devisé à 215 millions et financé à hauteur de 69% par la Confédération, le projet atteignait déjà un coût de 291 millions de francs au printemps 2008, ce qui correspond à une augmentation de près de 30%. Comment s'explique un tel dépassement de budget ? Et quelles sont les causes d'une telle dérive des coûts ? D'après les informations rendues publiques, le suivi financier et le contrôle de l'exécution des travaux présentaient des déficiences importantes, de même que le contrôle politique s'est révélé quasiment inexistant. La construction de l'autoroute A16 entre Bienne et Boncourt à la frontière française, autre exemple ayant défrayé la chronique, a également connu des dérives de coûts, estimées à 3,6 milliards de francs par rapport au devis initial². Ces cas ne seraient pas isolés, bien au contraire. Une étude internationale du danois Bent Flyvbjerg³ sur l'évolution des coûts des projets d'infrastructures publiques abonde dans ce sens et relève que les coûts sont systématiquement sous-estimés et qu'ils font régulièrement l'objet de dérives financières conséquentes. L'auteur parle de *biais optimistes* inhérents à la planification de toute catégorie de construction (routes, chemin de fer, ponts et tunnels)⁴. Ainsi, les coûts finaux effectifs des projets de construction dépasseraient en moyenne de 28% les coûts estimés initialement et de 34% pour des travaux souterrains et pour les ponts⁵.

En Suisse, les parlementaires se sont également inquiétés de voir d'éventuels dépassements de budget dans la construction des routes nationales ainsi qu'un manque de transparence des coûts. Ursula Leemann, ancienne conseillère nationale, a par exemple déposé en 1996 une interpellation

¹ François Mauron, *Pour 75 millions de plus, l'incroyable ardoise du contournement de Bulle*, in *Le Temps*, 1^{er} avril 2008.

² Bruno Vanoni, *Die teure Autobahn in den Jura*, in *Tages-Anzeiger*, 4 janvier 2007.

³ Bent Flyvbjerg est spécialiste en technologie, ingénierie et géographie urbanistique et Professeur au Département de développement et de planification de l'Université d'Aalborg au Danemark.

⁴ Bent Flyvbjerg en association avec COWI pour le Département britannique des transports (2004), *Procedures for Dealing with Optimism Bias in Transport Planning*, Guidance Document.

⁵ Bent Flyvbjerg et al. (2002), *Underestimating Costs in Public Works Projects. Error or lie ?*, *American Planning Association Journal*, Vol. 68, No. 3, pp. 279 à 295.

à ce sujet en demandant de mettre sur pied un meilleur controlling des projets pour améliorer l'attribution des crédits d'ouvrage et la transparence des coûts⁶. Cette situation a débouché sur la création de groupes de travail et la publication de plusieurs rapports. Un premier rapport, réalisé en mars 1996 par le Département fédéral des transports, des communications et l'énergie (DFTCE)⁷ sur mandat du Conseil fédéral, en collaboration avec le Département fédéral de l'intérieur (DFI) et le Département fédéral des finances (DFF), avait pour objectif de procéder à une analyse critique des normes et des standards applicables dans le domaine des routes nationales et de présenter des propositions de simplification et d'économie au niveau de la planification et de la construction⁸. Ce rapport s'est limité à examiner l'influence des prescriptions environnementales sur les coûts, principalement au niveau de la phase de planification des projets et ne présente pas une lecture comparative de l'évolution des coûts des projets. En avril de cette même année, un deuxième rapport portant cette fois-ci sur l'évolution des coûts et le respect des délais lors de la construction des routes nationales est alors publié⁹. Ce rapport réalisé par le Contrôle parlementaire de l'Administration (CPA) fait état des constats suivants :

- Les coûts moyens d'un kilomètre d'autoroute, estimés à 20 millions de francs dans les années 1960, se sont élevés à 50 millions de francs dans les années nonante et augmenteront jusqu'à 76 millions pour l'achèvement du réseau.
- Parallèlement aux coûts du renchérissement, l'augmentation du nombre d'ouvrages d'art (ponts, tunnels, galeries, etc.) est un élément central de l'évolution des coûts dans la construction des routes nationales.
- Les exigences sociétales en matière de mobilité, de sécurité et de protection de l'environnement ont beaucoup évolué : les autoroutes des années soixante ne sont pas construites de la même manière que celles des années 1990.
- Les coûts estimés pour l'achèvement du réseau sont dix fois plus élevés que les prévisions initiales.

Si ces constats ont entraîné une meilleure prévision des investissements à effectuer pour l'achèvement du réseau, aucune explication n'est en revanche donnée concernant les multiples causes de l'évolution des coûts d'un projet de construction. Ces rapports n'ont pas non plus permis de déterminer la part que représentent le renchérissement et les avenants par rapport aux coûts finaux effectifs, ni les différents facteurs d'augmentation des coûts une fois le projet approuvé.

Le CDF s'est penché sur la littérature qui aborde la question des causes possibles de l'évolution des coûts d'un projet de construction. Trois études figurant parmi les plus illustratives sont présentées ci-après.

⁶ 96.3511 - Interpellation. Construction des routes nationales. Contrôle des crédits. Déposée par Ursula Leemann le 4.10.1996. Conseil national.

⁷ Ancienne dénomination de l'actuel Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC). C'est en 1997 que ce changement a eu lieu, suite à la réorganisation et à la redéfinition de la stratégie du département.

⁸ OFROU (1996), Examen des normes et des standards dans le domaine des routes nationales. Rapport de commission (Rapport Suter), Berne.

⁹ CPA (1996), Kostenentwicklung und Fristeinhaltung beim Nationalstrassenbau. Arbeitsbericht, zuhanden der Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates, Services du Parlement.

Tout d'abord, selon Bent Flyvbjerg cité précédemment, il existe quatre grandes explications générales à la base d'une mauvaise estimation des coûts et des risques d'un projet de construction¹⁰. Les sous-estimations de coûts significatives ou *biais optimistes*, pour reprendre la terminologie de l'auteur, sont largement répandus, et pas seulement pour les projets d'infrastructures de transport mais également pour tout type de grand projet.

- **Explication d'ordre technique** : il s'agit ici de risques géologiques, environnementaux et sécuritaires qui n'auraient pas été suffisamment considérés dans le calcul initial. De l'avis de Flyvbjerg, il est incompréhensible que les prévisions financières actuelles ne se soient pas améliorées avec les années, étant donné les progrès techniques réalisés dans ce domaine.
- **Explication d'ordre économique** : deux types d'intérêts économiques sont à distinguer : l'intérêt propre à l'ingénieur, à l'entreprise de construction et aux autres acteurs impliqués ainsi que les intérêts publics. Les responsables des bureaux qui apportent un support au projet sous-estiment délibérément les coûts, afin d'attirer les maîtres d'ouvrage, intéressés en priorité à faire des économies. Mais il s'agit souvent d'une illusion délibérée de mettre en œuvre un projet dont les coûts sont sous-estimés. De plus, cette pratique peut conduire à une mauvaise utilisation des ressources à disposition.
- **Explication d'ordre psychologique** : il s'agit ici d'un biais psychologique qui toucherait les ingénieurs. Ainsi, les experts, les promoteurs et les bureaux d'ingénieurs sont tenus de juger les résultats de manière positive (appréciation optimiste) lorsque le projet est planifié et décidé en omettant de prendre en compte tous les risques dans le calcul estimatif.
- **Explication d'ordre politique** : les explications d'ordre politique mettent en rapport les sous-estimations de coûts avec intérêt et pouvoir. Pour servir les intérêts des promoteurs d'un projet de construction, les estimations sont intentionnellement biaisées (par exemple en ne prévoyant aucune réserve), de manière à « faire passer » un projet pour moins cher qu'il n'est réellement, et ainsi assurer sa mise en œuvre.

Un autre auteur auquel le CDF s'est intéressé et qui a largement étudié la thématique des coûts dans la construction est l'ingénieur Giovanni Lombardi. Lors d'une conférence du Groupe spécialisé pour les travaux souterrains (GTS) donnée en 2004 à Zurich, Lombardi a défini les raisons importantes et fréquentes des écarts entre le devis et le décompte final¹¹. Ces raisons semblent plus détaillées que celles citées par Flyvbjerg mais elles restent dans le même ordre d'idées. Il s'agit de :

- Variation de projet en fonction de nouvelles exigences, techniques notamment,
- Environnement général (économique, légal, politique, syndical),
- Environnement économique (renchérissement, financement, conjoncture),
- Environnement technique (normes, prescriptions, règlements, conditions de travail),
- Adjudication (conjoncture, concurrence),

¹⁰ Bent Flyvbjerg et al. (2002).

¹¹ Giovanni Lombardi (2004), *Le coût des tunnels, du devis estimatif au décompte final*. Conférence tenue à Zurich le 14 mai 2005 à l'Assemblée Générale du Groupe Professionnel des Ouvrages Souterrains de la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes.

- Incertitudes naturelles (géologie, mécanique des roches, hydrogéologie),
- Explorations préliminaires insuffisantes (par ex. pour des raisons financières),
- Incertitudes techniques (par ex. dues à des incertitudes naturelles, efficacité des méthodes choisies),
- Prescriptions administratives (par ex. prises de décisions tardives),
- Longue durée des travaux (modifications des objectifs, par ex. accélération des travaux),
- Expérience insuffisante (formation inadéquate),
- Défaillances humaines (par ex. démotivation pendant l'exécution),
- Forme d'organisation non adéquate (par ex. bureaucratique, formaliste).

Enfin, le CDF s'est intéressé à une dernière approche développée par Hans-Rudolf Schalcher, Professeur à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ). Ce dernier a en effet défini deux grandes catégories de raisons ayant une influence sur l'évolution des coûts ou pouvant avoir un impact sur les coûts des projets de construction :

- Les facteurs externes,
- Les facteurs internes au projet.

Les paramètres internes les plus importants pour la gestion d'un projet sont : la planification détaillée du projet, le reporting, le management des risques, les contrats et la sous-traitance. Les facteurs internes au projet consistent en des éléments qu'une direction de projet doit être capable de maîtriser.

L'autre catégorie, les facteurs externes au projet, regroupe des éléments non maîtrisables, tels que les approbations et les autorisations, les normes et directives, la culture de projet et les nouveaux standards (par ex. de sécurité). Une direction de projet n'a que très peu d'emprise sur ces éléments et ne peut pas toujours limiter leur impact sur l'évolution des coûts.

Il est certain que la maîtrise des coûts est une question cruciale, au même titre que la qualité d'un ouvrage, l'organisation de projet, le respect des délais et la sécurité des usagers. Le maître d'ouvrage doit tenir compte d'une multitude de risques¹², tous prioritaires, et doit pouvoir rendre des comptes aux parlementaires, aux citoyens et à tous les contribuables suisses sur la manière dont ces risques sont gérés. Un chef de projet doit se présenter comme le gestionnaire de projets de construction et d'aménagements d'infrastructures de transport performants, adaptés aux exigences de mobilité, aux besoins environnementaux et aux attentes sociales. Ce gestionnaire doit donc impérativement maîtriser les coûts de son projet. Il construit des ouvrages de qualité, conformément aux standards exigés et aux principes de construction établis dans de nombreuses normes, règles et directives mais doit également surveiller de manière cohérente l'évolution des coûts en mettant notamment sur pied un controlling systématique des projets. Chaque projet de construction devrait ainsi suivre un processus d'optimisation des coûts. Cette marche vers la

¹² Le terme « risque » s'entend au sens large : risques, incertitudes, aléas et imprévus mais également les aspects positifs qu'il peut sous-entendre comme les opportunités et les contreparties trop souvent oubliées.

transparence des coûts est essentielle. En effet, il faut garder à l'esprit que la construction et l'assainissement d'infrastructures routières est un domaine dans lequel les besoins restent très actuels et que les montants accordés annuellement à des projets pour les routes nationales sont de l'ordre du milliard de francs¹³.

Mais concrètement, quelle est la situation en Suisse ? Que construit-on et surtout à quel prix ? Comment les coûts des projets évoluent-ils et quel souci est accordé au développement d'un projet autoroutier ? La maîtrise d'ouvrage procède-t-elle toujours à une évaluation des risques dès le démarrage d'un projet et tout au long de son déroulement ? Assiste-t-on impuissamment à d'importantes dérives financières (à la hausse ou à la baisse) qui évoluent indépendamment de toute prévision ? Que fait-on actuellement pour assurer un controlling suffisant des projets de construction ? Le CDF a voulu répondre à ces nombreuses interrogations en effectuant une analyse de l'évolution des coûts en Suisse pour un type de construction spécifique, à savoir les tunnels autoroutiers.

1.2 Objectifs de l'évaluation

L'évaluation a pour premier objectif d'identifier les évolutions des coûts de projets de tunnels achevés et d'examiner la qualité des coûts estimés ainsi que celle des devis. En effet, il s'agit d'observer s'il existe une forte évolution entre chacune des phases de développement du projet (avant-projet, projet général, projet définitif, projet de détail, contrats, exécution des travaux). C'est un premier objectif essentiel puisque l'OFROU n'est pas en mesure de fournir des informations précises sur l'évolution des coûts d'ouvrages spécifiques dont il assure la haute surveillance.

Le second objectif de l'analyse consiste à connaître les causes de l'évolution des coûts, en particulier la proportion imputable à des facteurs internes, sur lesquels un chef de projet et un chef des travaux peuvent avoir une influence, par rapport à des facteurs externes, plus difficiles à maîtriser. Il s'agit également de vérifier comment les évolutions de coûts ont été justifiées et si elles ont été documentées. Ce second objectif est intimement lié à la gestion et au controlling des projets.

L'évaluation s'articule autour des cinq questions principales suivantes :

1. Les coûts définitifs des projets de tunnel correspondent-ils aux coûts estimés, aux devis et aux contrats ?

2. L'évolution des coûts dépend-elle de facteurs internes au projet ou de facteurs externes ? Autrement dit, quelles sont les causes de l'évolution des coûts ?

¹³ L'enveloppe budgétaire prévue pour 2009 pour les routes nationales, l'aménagement et l'entretien s'élève à plus 1,2 milliard de francs. Pour plus de détails, se référer aux Comptes d'Etat, Budget, tome 2B, 806 Office fédéral des routes, p. 324, 2009.

3. Quelles sont les conditions qui garantissent une gestion rigoureuse des projets et qui favorisent une bonne maîtrise des coûts ?

4. Quelles sont les meilleures solutions pour gérer les incertitudes et les risques inhérents à tout projet de construction d'un tunnel ?

5. Comment optimiser le contrôle et la supervision des projets ?

Cette étude globale et inédite à ce jour implique d'examiner toutes les phases d'un projet de construction, depuis les études préliminaires jusqu'à la remise de l'ouvrage fini, en passant par l'exécution des travaux de gros œuvre (génie civil) et de second œuvre (installation des équipements électromécaniques et de ventilation, signalisation, éclairages, etc.) et de déterminer le coût final d'un objet. Il s'agit aussi de comprendre le fonctionnement global d'un projet et les nombreuses dimensions qu'il contient, le rôle et la fonction des différents acteurs ainsi que les intérêts de chacun. Enfin, la question de l'analyse et de la maîtrise des risques constitue un thème transversal à cette évaluation.

Il ne s'agit par contre pas de s'intéresser aux factures ou aux métrés, ni d'évaluer les ouvrages d'un point de vue purement technique, ni encore de juger le choix d'une variante de percement plutôt qu'une autre. Le CDF n'a pas non plus cherché à vérifier la qualité, l'opportunité et la conception des ouvrages étudiés. Comme mentionné précédemment, le CDF a plutôt procédé à une évaluation orientée sur la gestion de projet de construction qui comprend à la fois l'analyse du fonctionnement des processus, le controlling de projet, le management de qualité, la structure organisationnelle (rôles, fonctions et responsabilités des acteurs), la conduite de projet et le contrôle de l'évolution des coûts d'un objet.

Il s'agit dès lors d'identifier les bonnes pratiques dans ce domaine et, selon les résultats de l'analyse, de tirer des enseignements applicables à des projets en cours ou à de futurs projets.

L'analyse porte avant tout sur le rôle de l'OFROU en tant qu'autorité de surveillance et d'approbation des projets. Les enseignements pourront être utiles, d'une part, dans le cadre de l'achèvement du réseau où la répartition des compétences (cantons - Confédération) reste identique, et d'autre part, dans le cadre de projets futurs pour lesquels l'OFROU est désormais le maître d'ouvrage. Indépendamment de la nouvelle répartition des compétences, l'organisation d'un projet demeure similaire au système qui prévalait avant l'entrée en vigueur de la RPT.

1.3 Sélection des cas

Pour répondre à ces questions, le CDF a choisi de s'intéresser concrètement à dix ouvrages souterrains autoroutiers achevés dernièrement ou en voie d'achèvement, dont neuf constructions nouvelles et un assainissement. Parmi les ouvrages de génie civil, les tunnels et les travaux souterrains (galeries, tranchées couvertes) font partie des projets les plus complexes, les plus coûteux et qui comportent le plus d'incertitudes, notamment au niveau géologique. Par conséquent, les risques qui accompagnent les travaux en souterrain, ainsi que la manière de les

gérer, confèrent à ce domaine très spécifique du génie civil un caractère unique¹⁴. La probabilité de dépassements des coûts pour ce type d'objet est donc plus élevée que pour d'autres ouvrages. Le CDF aurait pu retenir des tunnels ferroviaires mais a choisi d'y renoncer puisque dans le cadre des nouvelles liaisons ferroviaires transalpines (NLFA), une délégation parlementaire spécifique de surveillance a été créée et a déjà publié de nombreux rapports à ce sujet. En revanche, il existe peu de rapports sur les projets autoroutiers.

Par ailleurs, la présente évaluation se base expressément sur des objets et non sur des projets entiers (tronçons) qui intégreraient plusieurs objets (ouvrages complémentaires, aménagements environnementaux, sections à ciel ouvert, pont, viaducs, etc.) et qui rendraient plus difficile une comparaison générale. Le CDF a donc pris soin de comparer des objets relativement similaires.

Concrètement, les critères suivants ont été retenus pour sélectionner les ouvrages analysés :

- Période de construction : sélection d'ouvrages récents. Plus les projets retenus sont récents, plus l'accès à l'information est facilité.
- Evolution de coûts : sélection d'ouvrages qui attestent de divergences apparentes entre les coûts estimés dans les devis et les coûts finaux effectifs.
- Taille des ouvrages : sélection de tunnels représentatifs, de dimension variée.
- Volume financier : sélection de tunnels qui se distinguent par un engagement financier varié.
- Caractéristiques des ouvrages : sélection de tunnels avec un seul tube bi-directionnel et avec deux tubes. Des tranchées couvertes et des couvertures d'autoroutes ainsi qu'un projet d'assainissement ont été choisis.
- Emplacement : sélection de régions géologiques différentes.
- Maîtrise d'ouvrage : sélection d'ouvrages situés dans des cantons différents.

Sur la base de ces critères et d'après une liste préliminaire d'une vingtaine d'ouvrages proposée par l'OFROU, les dix projets suivants ont été retenus :

¹⁴ Rival Fabien et Hamaide Gilles (2008), « Projets de tunnel : anticipation et réduction des dérives de coûts par management des risques », in AFTES, *Recueil des actes du congrès international de Monaco : Le souterrain : espace d'avenir*, Monaco, p. 173.

Tableau 1 : Liste des ouvrages retenus

Canton	Nom de l'ouvrage	Réf.	Taille (km)	Coûts finaux estimés en millions par le CDF ¹⁵	Durée approximative des travaux
BE	Tunnel du Raimeux	A16	3.2	178	1999-2007
BE	Tunnel de la Roche St-Jean	A16	0.2	19	2004-2007
NW	Tunnel du Kirchenwald	A2/A8	1.6 / 2.0	376	1998-2009
SZ	Recouvrement d'Altendorf	A3	0.6	43	2000-2003
UR	Tunnel de Flüelen	A4	2.6	223	1999-2007
VD	Assainissement de Glion	A9	1.3	107	2003-2005
VD	Tunnel de Concise	A5	1.4	155	2000-2004
ZH	Recouvrement d'Opfikon	A51	0.6	78	2001-2004
ZH	Tunnel d'Aescher	A4/A20	2.1	285	1999-2009
ZH	Tunnel d'Üetliberg	A4	4.4	1'002	1999-2009

Source : CDF (2009).

1.4 Démarche

L'étude de faisabilité du 11 avril 2008¹⁶ présente la démarche adoptée en vue de répondre aux cinq questions principales présentées précédemment.

L'évaluation comporte cinq modules méthodologiques ; le cinquième module a été ajouté durant l'évaluation.

Module 1 : Analyse des coûts

Ce module est essentiel car il permet d'acquérir les bases nécessaires pour l'évaluation. Il s'agit d'identifier les coûts des objets retenus en fonction des différentes phases de projet et d'analyser l'évolution de ces coûts. Cette étape initiale permet d'obtenir les données de base pour découvrir les premières pistes d'explication des causes possibles de l'évolution des coûts.

¹⁵ Il s'agit des coûts finaux totaux des objets calculés par le CDF. Ces montants comprennent le renchérissement.

¹⁶ Document interne au CDF.

Ce module vise également à donner des indications sur la transparence financière et la qualité du suivi des coûts effectué par les maîtres d'ouvrage et par l'OFROU.

Moyens

Les informations ont été recueillies auprès de chacun des six cantons concernés. Le CDF s'est intéressé aux coûts relatifs aux phases suivantes :

- Elaboration du projet : avant-projet, projet général, projet définitif et projet de détail,
- Bases du devis,
- Offres des entreprises soumissionnaires,
- Contrats (génie civil et équipements électromécaniques),
- Avenants aux contrats,
- Exécution des travaux et documentation concernant le controlling des coûts, par exemple sur la base d'un système ARGUS, les rapports périodiques et les procès-verbaux des chantiers,
- Décompte final.

Un montant existait pour chacune de ces phases, pour autant que le projet se développe bien selon le processus habituel de développement des projets¹⁷. Par ailleurs, il était important d'identifier l'évolution des coûts résultant de changements au niveau du projet (demande d'aménagements supplémentaires ou compléments de projet), les surcoûts liés à des imprévus, le calcul des réserves, le calcul du renchérissement.

L'analyse des coûts a intégré à la fois les travaux de gros œuvre (génie civil) et de second œuvre (équipements électromécaniques). Mais elle ne prenait en compte que les coûts relatifs à l'ouvrage lui-même et non les coûts globaux de l'ensemble d'un projet. Ainsi, les coûts ayant trait à la gestion de projet n'ont pas été pris en compte.

Les informations recueillies ont ensuite été analysées sur la base de différentes grilles de comparaison permettant d'observer l'évolution des coûts par projet.

Module 2 : Analyse des dossiers et de la documentation

Ce module est complémentaire au module 1. Il vise principalement à comprendre comment fonctionne la gestion d'un projet et doit fournir des indications sur les causes de l'évolution des coûts ainsi que sur les principales décisions relatives au projet. Il doit également donner des explications sur la motivation et la justification des changements apportés au projet. Enfin, ce module contribue à déterminer comment s'opère l'accompagnement du projet par les différents acteurs, en particulier par l'autorité de surveillance fédérale (OFROU).

Moyens

Outre les documents déjà cités pour le précédent module, les documents suivants ont été analysés :

¹⁷ Voir explications données dans le chapitre 2 de cette évaluation concernant les directives OFROU et les normes SIA sur la gestion de projets.

- Les principales décisions (aux niveaux cantonal et fédéral) et les procès-verbaux s'y rapportant. Hormis l'approbation du projet lui-même dans la phase du projet définitif, tout changement de plus de 2 millions doit faire l'objet d'une approbation par l'OFROU.
 - Les rapports d'étape lors de l'exécution des travaux.
 - Les rapports d'experts et les rapports d'audit.
 - La grille présentée à l'annexe 7 résume les informations que le CDF a voulu recueillir et analyser pour les deux premiers modules. Cette grille couple les informations issues de la norme SIA 103 et de la directive de l'OFROU sur le développement et la gestion de projets.
 - Documents généraux (livres et articles spécialisés) sur la gestion et le suivi de projets de construction (tunnels et travaux souterrains), sur le management du risque, le calcul de réserves et de suppléments.
 - Documents spécifiques à d'autres projets que ceux sélectionnés par le CDF (identification de bonnes pratiques ou d'expériences à suivre, y compris sur des projets en cours).
 - Normes et standards développés par les associations professionnelles (SIA, VSS, CRB, etc.) ou par l'OFROU dans le domaine de la gestion des projets et la maîtrise des coûts.
 - Guides relatifs à des outils techniques utilisés pour la gestion de projets et le suivi financier.
- Pour davantage d'informations sur cette documentation, se référer à la bibliographie en annexe.

Module 3 : Entretiens approfondis

Sur la base de l'analyse des coûts et d'un premier examen des dossiers, plusieurs entretiens approfondis ont été organisés pour obtenir des informations complémentaires et affiner les constats. Les entretiens ont eu lieu sur la base d'un canevas spécifique à chaque projet.

Moyens

Ces entretiens ont été réalisés auprès de :

La maîtrise de l'ouvrage (cantons ou mandataires externes)

- responsables du projet
- responsables des travaux et de la direction des travaux
- responsables financiers (suivi des coûts)

Les autorités de surveillance et d'approbation des projets (OFROU)

- responsable du suivi technique des projets retenus (sous l'ancien système, les responsables de région ; actuellement, unité « achèvement du réseau »)
- responsable du suivi financier

Les spécialistes et experts de la construction

- bureaux d'ingénieurs spécialisés dans la gestion de projets et la supervision des travaux
- bureaux spécialisés dans le calcul des coûts de construction et le suivi financier.

Module 4 : Comparaison avec les pratiques d'autres pays

Le problème de la maîtrise des risques et des coûts dans les travaux souterrains se pose également dans de nombreux pays européens. Dès lors, une comparaison internationale dans le domaine de la gestion de projets et la maîtrise des coûts pour les travaux souterrains s'est avérée opportune et a permis de tirer des enseignements utiles pour la Suisse. Il ne s'agissait cependant pas de comparer des projets spécifiques car il aurait été particulièrement difficile de savoir si les éléments de coûts étaient semblables aux projets analysés en Suisse. Il s'agissait plutôt de déterminer quelles réflexions et surtout quelles solutions sont apportées aux problèmes de gestion des risques, de gestion de projet et de gestion des coûts.

Moyens

Ce module a été réalisé sur la base d'une analyse documentaire approfondie et par le biais de rencontres avec des experts étrangers œuvrant dans le domaine de la construction d'infrastructure routière :

- Participation à un congrès spécialisé qui a eu lieu à Monaco en octobre 2008 : l'Association Française des Travaux en Souterrain (AFTES), conjointement à d'autres associations européennes, a organisé un congrès international consacré aux travaux souterrains¹⁸. Un des thèmes centraux a précisément porté sur la maîtrise des risques et des coûts lors de travaux souterrains. Ce congrès a rassemblé des experts et des praticiens de toute l'Europe. Il s'agissait-là d'une occasion unique de rencontrer des spécialistes venant d'horizons divers.
- Analyse de la pratique en France où cette problématique préoccupe actuellement le Centre d'études sur les tunnels (CETU). Ce centre spécialisé, rattaché au Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, travaille sur un guide traitant de la maîtrise des coûts¹⁹. L'AFTES est également active dans ce domaine. Cette association dirige un groupe de travail sur la « maîtrise des coûts et contractualisation ».

Module 5 : Comparaison avec un tunnel géré par une filiale de l'OFROU

Ce module complémentaire concerne l'analyse d'un tunnel géré par une filiale de l'OFROU. Depuis l'entrée en vigueur de la nouvelle péréquation financière et de la répartition des tâches entre la Confédération et les cantons (RPT) en date du 1^{er} janvier 2008, l'achèvement du réseau prévu des routes nationales demeure une tâche commune, alors que toutes les autres activités en relation avec les routes nationales (construction, aménagement, entretien et exploitation, y compris la gestion du trafic) sont désormais du ressort de la Confédération uniquement. Sous ce nouveau régime, l'OFROU s'est dès lors passablement restructuré avec notamment la création de cinq unités décentralisées, les filiales, qui dépendent directement de la division Infrastructure routière.

¹⁸ Le souterrain : espace d'avenir. Congrès international organisé par l'AFTES, Monaco, 6-7-8 octobre 2008.

¹⁹ C'est un thème prioritaire pour le CETU. Ses recherches visent à mieux évaluer le prix des ouvrages, en particulier dans les phases préliminaires des projets et à mieux maîtriser les prix jusqu'à la fin des travaux. Six axes de recherche ont été développés : dossier pilote prix et délais ; base de données prix ; fiabilité des estimations ; prix et délais des études ; conduite de projets de tunnels routiers ; contractualisation des travaux de tunnel.

Pour comprendre comment fonctionne ce nouveau système, le CDF a jugé utile de compléter l'analyse des dix ouvrages avec un projet dont la maîtrise d'ouvrage revient à l'OFROU. Il s'agit du tunnel de contournement de Roveredo (A13), situé dans la partie italophone du canton des Grisons. La phase de planification a été assumée par le Service des ponts et chaussées du canton des Grisons jusqu'à l'établissement du projet définitif. Dès le mois de janvier 2008, la filiale OFROU de Bellinzona a repris la gestion de ce projet.

Plusieurs aspects ont été examinés :

- la nouvelle organisation,
- la reprise d'un projet en cours par une filiale,
- le système de gestion de l'OFROU,
- la gestion de projet par les filiales,
- le controlling des coûts, des délais, des prestations et de la qualité,
- le controlling des investissements,
- les activités de planification et de reporting.

Les données financières à la base des tableaux de synthèse présentés dans le chapitre 3 ont été entièrement fournies par les cantons²⁰. L'analyse des coûts des dix projets sélectionnés par le CDF s'est déroulée en plusieurs étapes. Dans un premier temps, il a fallu définir les éléments qui allaient être pris en compte pour l'analyse des coûts. En effet, qu'entend-on exactement en parlant de génie civil et d'électromécanique ? Ces grandes catégories comportent plusieurs types de travaux différents qui se recoupent parfois ou, au contraire, qui n'englobent pas les mêmes éléments suivant le projet, même si dans plusieurs documents édités par l'OFROU, les définitions du génie civil, de l'électromécanique ou du second œuvre sont claires.

Le CDF a donc retenu les types de travaux suivants :

- **Génie civil** : construction du tunnel (galerie pilote, excavation, travaux de construction et de finition). Il n'a cependant pas pris en compte les honoraires relatifs à la conduite de projet, ni les installations de chantier, ni encore les pistes d'accès.
- **Second œuvre et équipements électromécaniques** : aération, défense incendie, éclairages et signalisation.

Dans un deuxième temps, il s'agissait de délimiter les coûts des ouvrages, c'est-à-dire de définir si les coûts communiqués ou indiqués dans la documentation transmise au CDF correspondaient à un projet complet (regroupant plusieurs objets et travaux de construction) ou un seul objet particulier (la construction d'un tunnel). En effet, il arrive souvent que les estimations de coût indiquées dans les différentes phases de planification ainsi que les coûts finaux effectifs recouvrent

²⁰ Les informations détaillées sur chacun des ouvrages analysés figurent dans le document séparé : *Contrôle fédéral des finances (2009), Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés, août 2009*. Voir : <http://www.efk.admin.ch>.

en fait un projet dans son ensemble ou plusieurs objets d'un tronçon ou encore plusieurs types de travaux mais rarement un seul objet isolé. Par contre, au niveau de l'établissement des projets de détail, la pratique révèle souvent des estimations de coûts qui ne concernent que des objets déterminés. Cependant, ce n'est pas systématiquement le cas. D'où la difficulté d'isoler des coûts réels par objet qui soient à la fois standardisés et comparables entre eux. Dans le cas du projet du tunnel du Kirchenwald, les coûts communiqués par le canton pour les phases de planification et d'exécution des travaux correspondent à l'ensemble du projet qui comprend non seulement le tunnel mais également le monotube du tunnel de liaison A2/A8 et d'autres travaux spécifiques. Il a donc fallu trouver une méthode pour comparer les coûts des mêmes éléments et ceci pour toutes les phases du projet. Par ailleurs, les coûts de construction de ce projet sont répartis entre les cantons de Nidwald et d'Obwald ; et chaque canton est responsable du financement de ce qui est construit sur son propre territoire. Par contre, les coûts concernant les équipements électriques et électromécaniques ont été financés selon une clé de répartition spécifique entre les deux cantons. Une même difficulté s'est posée avec le tunnel du Raimeux (A16) dont les coûts transmis regroupaient trois éléments différents : le tunnel du Raimeux, la Combe Chopin et le tunnel de la Roche St-Jean. De plus, le financement était assumé par les cantons du Jura et de Berne selon une clé de répartition spécifique. Cependant, c'est le canton de Berne uniquement qui s'est occupé de la gestion de la comptabilité et des coûts. Par conséquent, le CDF a pu reconstituer le détail des coûts totaux des parties bernoise et jurassienne pour l'objet spécifique du Raimeux, pour la Roche St-Jean et pour les trois objets²¹.

De plus, la délimitation des coûts par objet peut se révéler particulièrement difficile lorsque les estimations de coûts pour les équipements électromécaniques regroupent plusieurs objets différents et ne peuvent pas être isolés. A titre d'exemple, les contrats d'entreprise pour la défense incendie et pour l'électromécanique du tunnel de Concise concernaient également la galerie d'Onnens et le tunnel de la Lance (A5). Un chef de projet pour les équipements électromécaniques est souvent responsable de plusieurs ouvrages construits de manière plus ou moins simultanée ou appartenant au même tronçon d'autoroute et requérant par conséquent les mêmes équipements et les mêmes alimentations électriques. Le montage des installations ainsi que leur connexion aux systèmes d'exploitation cantonaux exigent une réelle continuité pour éviter tout problème de compatibilité entre les équipements qui existent déjà et l'installation des nouveaux systèmes.

Enfin, dans un troisième temps, il a fallu reconstituer les coûts et leur évolution en fonction des différentes phases. Pour chaque projet, le CDF s'est attaché à définir les coûts (ou les estimations de coûts) pour au moins quatre phases-clé et plus lorsque les informations étaient disponibles. Ainsi, pour les dix projets retenus, des données financières précises ont été reconstituées pour le projet définitif notamment (devis de base sur lequel les autorités compétentes se sont prononcées), les contrats, les coûts contractuels, les coûts finaux avec renchérissement et les coûts finaux sans le renchérissement. C'est sur cette base-là qu'il a ensuite été possible de créer une grille d'analyse avec la détermination des coûts pour chaque étape d'un projet ainsi que l'évolution des coûts depuis les premières estimations jusqu'aux coûts effectifs et définitifs du projet²². L'ensemble des

²¹ Pour plus de détails, se référer au document séparé qui décrit précisément les coûts et les étapes des dix objets étudiés. Contrôle fédéral des finances (2009), Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés, août 2009. Voir : <http://www.efk.admin.ch>

²² Voir le tableau de synthèse de l'évolution des coûts des dix projets selon les différentes phases à la page 27.

tableaux de synthèse présentés dans le chapitre 3 ont été créés par le CDF puisque rien de tel n'existait auparavant.

Après des travaux préliminaires (esquisse de projet et étude de faisabilité) réalisés fin 2007 et début 2008, l'évaluation a été exécutée entre le 1^{er} avril 2008 et le 31 mars 2009. Elle porte sur la situation au 31 décembre 2008.

L'entière responsabilité de cette évaluation incombe au CDF qui l'a réalisée au sein de son centre de compétences « audit de rentabilité et évaluation ». Le projet a été accompli par Laurent Crémieux, chef de projet, expert en évaluation, Joëlle Rebetez, collaboratrice scientifique et Jürg Pfenninger, ingénieur et expert en audit des constructions. Emmanuel Sangra a exercé la supervision de l'ensemble du projet.

Le CDF remercie l'ensemble des interlocuteurs rencontrés tout au long du projet pour leur attitude coopérative et leur disponibilité.

1.5 Les difficultés rencontrées

L'analyse des coûts des dix projets sélectionnés par le CDF s'est déroulée en plusieurs phases et pour de nombreuses raisons, s'est avérée beaucoup plus longue et plus compliquée que prévu.

La première difficulté à laquelle le CDF s'est heurté fut l'accès à l'information afin de créer les bases de comparaison des coûts des projets et de leur évolution financière. Malgré le fait que les projets sélectionnés soient tous relativement récents, le CDF a constaté une grande dispersion des principaux documents nécessaires à l'analyse des coûts. Ainsi, ces documents pouvaient être conservés au sein des services techniques des cantons ou chez les mandataires ou alors être stockés dans les filiales de l'OFROU²³... ou encore, avoir simplement disparu ! A cela, s'est ajouté le fait que l'OFROU ne possédait que très peu d'informations et relativement peu de connaissances précises concernant les coûts des projets en question, de leurs évolutions financières, du budget prévisionnel et du coût final effectif. Par conséquent, il est difficile de connaître combien tel ou tel projet a effectivement coûté. Difficile également de recevoir des indications générales concernant les investissements prévus ou une estimation grossière du devis de base sur lequel les autorités compétentes se sont basées pour approuver un projet. De même, tous les autres documents officiels et essentiels à l'établissement d'un projet de construction, à savoir les devis, les contrats, les projets généraux, définitifs et de détail, les dossiers de soumission, les estimations de coûts et les documents stipulant des changements de projet n'ont pas pu être obtenus auprès de l'OFROU.

Le CDF a constaté que les applications informatiques en vigueur lors de l'exécution des travaux de la plupart des ouvrages retenus ne permettaient pas d'analyser l'évolution des coûts. C'est donc auprès des services des ponts et chaussées et bureaux cantonaux des autoroutes (BE, NW, SZ, UR, VD, ZH) responsables des dix projets retenus qu'il a fallu se tourner pour trouver les données

²³ Du fait du processus de réorganisation que vit actuellement l'OFROU et notamment au vu de la création au sein de la division infrastructure routière de cinq filiales régionales décentralisées qui reprennent la direction de certains projets déjà initialisés par les cantons, les archives auxquelles le CDF désirait avoir accès se trouvaient parfois dispersées entre les services cantonaux et les nouvelles filiales de l'OFROU. Les cantons restent cependant impliqués puisque l'achèvement du réseau des routes nationales, prévu d'ici 2020, demeure une tâche commune entre la Confédération et les cantons jusqu'à terme. Il peut par exemple exister quelques tensions entre les services techniques cantonaux et les nouvelles filiales.

financières brutes nécessaires à la reconstitution de l'évolution des coûts des projets. Mais, alors que certains cantons étaient en possession de toute la documentation nécessaire depuis les phases préliminaires, d'autres n'ont pas pu fournir suffisamment de documents et c'est parfois auprès de bureaux d'ingénieurs privés mandatés par le canton qu'il a fallu poursuivre les recherches.

Encadré 1 - Un accès à l'information plus facile en Angleterre et plus difficile en France

Le CDF était parti de l'idée de pouvoir rapidement recevoir toutes les informations financières nécessaires de la part de l'OFROU, et ceci pour les dix objets retenus. En effet, à l'image d'un rapport du National Audit Office publié en 2007 qui traitait de l'estimation et du monitoring des coûts dans la construction des autoroutes en Angleterre et dont toutes les données financières de base des projets étudiés ont été transmises sans heurt par l'organe en charge de la construction, à savoir le Département des transports et l'Agence des routes nationales²⁴, le CDF s'attendait à pouvoir procéder de la même manière et récolter suffisamment d'informations directement auprès de l'OFROU.

A l'inverse, en France, les autorités publiques ne reçoivent quasiment jamais d'informations détaillées sur l'évolution des coûts lors de la réalisation de travaux de constructions autoroutières étant donné que la gestion de l'ensemble du projet est assurée par des partenaires privés.

Par ailleurs, les nombreuses données financières de base que le CDF avait besoin pour analyser l'évolution des coûts des projets n'étaient pas toujours immédiatement disponibles ou alors requéraient de multiples ajustements pour être exploitables. Ainsi, la qualité de l'information ne s'est pas révélée uniforme et le type de documents à disposition n'était pas toujours standardisé. Pour certains projets, on ne trouve aucune trace des prises de position de l'OFROU ou du DETEC, qui doivent pourtant avoir lieu pendant la phase de planification. Même auprès de l'OFROU, il n'a pas été possible de recevoir ce type de documentation. Enfin, parmi la documentation reçue, il était parfois difficile de savoir concrètement à quoi certains dossiers correspondaient. A titre d'exemple, certains documents avaient plutôt la forme et la précision d'un projet de détail alors qu'ils s'intitulaient « projet définitif ». De plus, pour certains projets, le CDF a constaté une gestion peu uniforme des rubriques qui concernaient la TVA, les éventuels rabais et les escomptes : ces rubriques étaient parfois mal définies, ce qui rendait plus difficile de disposer d'une vision claire de l'évolution des estimations financières.

Il était également complexe de déterminer les coûts par projet et les coûts pour un objet particulier car les informations issues de la documentation reçue ne suivaient pas le même système. Ainsi, chaque objet analysé a suivi une procédure propre et au final, aucune donnée n'était vraiment comparable sans un long travail de reconstitution effectué par le CDF. Ces nombreuses difficultés ont démontré un manque de transparence et de traçabilité dans l'évolution des coûts au cours d'un même projet, ce qui est par ailleurs en contradiction avec la réponse donnée par le Conseil fédéral à une interpellation parlementaire de 1996 qui explique notamment que des comparaisons sont

²⁴ National Audit Office (2007), Department for transport, Estimating and monitoring the costs of buildings roads in England. Report by the comptroller and auditor general, London, NAO, 15 March 2007.

effectuées régulièrement entre les différents projets²⁵. Il paraît difficile de procéder à une comparaison des coûts lorsque les bases et les procédures des projets ne concordent pas entre elles.

²⁵ 96.3511 - Interpellation. Construction des routes nationales. Contrôle des crédits. Déposé par Ursula Leemann, le 4 octobre 1996.

2 Contexte et gestion des projets autoroutiers

Dans ce chapitre, il s'agit en premier lieu de décrire le contexte général de la construction d'ouvrages autoroutiers et plus particulièrement de saisir les multiples étapes que comporte la gestion d'un projet de construction d'un tunnel, d'une tranchée couverte ou d'un recouvrement ainsi que la gestion d'un projet d'assainissement. L'objectif étant ici de dégager une vue d'ensemble sur toutes les phases-clés depuis la planification jusqu'à la fin de l'exécution des travaux.

En deuxième lieu, le CDF s'est intéressé à mettre en lumière l'organisation générale d'un projet de construction en définissant notamment le rôle et la fonction des nombreux intervenants actifs à différents niveaux du déroulement d'un projet. Quels acteurs sont impliqués dans le processus de gestion de projet et quelles sont leurs responsabilités ? Qui décide quoi et à quel stade du projet ? Comment les tâches des instances cantonales et fédérales responsables des routes nationales sont-elles effectuées et comment se partagent-elles les compétences ? Il s'agit également de définir les bases légales qui cadrent l'ensemble du processus.

Enfin, ce chapitre traduit également l'importance des différentes étapes de la planification puisque c'est pendant cette phase qu'apparaissent les premières estimations de coûts dont les implications sur l'évolution du projet sont permanentes. L'estimation de base étant la véritable ossature sur laquelle s'échafaude un projet, il est nécessaire d'y accorder toutes les ressources possibles afin de présenter aux autorités de décision un devis réaliste qui corresponde à ce qui est souhaité et à ce qui sera réellement construit. Ainsi, à quel moment est définie la première estimation des coûts et comment celle-ci s'affine-t-elle au cours du projet ? A partir de quel stade un projet prend-il véritablement forme ? Sur quel cadre financier et légal les instances d'approbation (DETEC, OFROU, cantons) se basent-elles pour accepter la construction d'un nouveau tunnel ?

2.1 Bases légales et règles en vigueur pour les projets retenus

Dans le cadre de la construction des routes nationales, il convient pour les maîtres d'ouvrage de respecter les lois et les ordonnances fédérales²⁶, d'appliquer les directives et les instructions de l'OFROU ainsi que les différentes normes et directives en vigueur élaborées par la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), par l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) et par d'autres organisations. Ces bases permettent de structurer un projet de construction et donnent un véritable cadre d'action aux responsables de la maîtrise d'ouvrage ainsi qu'à tous les intervenants actifs dans la planification d'un projet. Elles donnent des indications complètes sur les différentes phases d'un projet de construction, sur leur contenu, sur les éléments nécessaires qu'un maître d'ouvrage doit établir à chaque étape d'un projet et sur les buts du processus de développement d'un projet.

²⁶ Les dix ouvrages sélectionnés pour cette évaluation ont tous été planifiés avant la RPT. Ce sont donc les processus, les bases et les règles légales valables jusqu'à la fin 2007, c'est-à-dire les règles de l'achèvement du réseau qui font l'objet de l'attention du CDF. Le fonctionnement de la nouvelle organisation, les multiples implications au niveau de la gestion de projet de construction qu'elle génère et les améliorations qu'elle vise seront abordés plus tard dans le chapitre 5.

Ainsi, les bases sur lesquelles il est nécessaire de s'appuyer pour planifier et construire sont de trois types et recouvrent les domaines suivants :

- Gestion de projet,
- Normes techniques pour la construction,
- Normes pour la passation des marchés et les contrats.

Le CDF a pu constater qu'il existe de nombreuses bases légales, normes et directives qui orientent et guident la construction des ouvrages d'art des routes nationales, tant au niveau technique qu'au niveau de l'élaboration et de la gestion de projet. Pour atteindre leurs objectifs, les maîtres d'ouvrage et plus particulièrement les chefs de projet sont tenus de connaître ces bases légales et de les appliquer dans leur pratique professionnelle²⁷. Ils doivent également se maintenir au courant de toutes les nouveautés qui peuvent apparaître pour corriger et améliorer les instruments de normalisation déjà existants.

Les normes publiées par les associations SIA et VSS définissent un éventail de prestations et de tâches propres au domaine de la construction d'infrastructures de transports et traitent en priorité les aspects techniques²⁸. Elles sont à disposition de tous les intervenants (publics et privés) qui prennent part à un projet de construction et sont très largement utilisées en Suisse.

Les instructions publiées par l'OFROU sont quant à elles principalement destinées aux maîtres d'ouvrage et priment sur tous les autres documents. Outre les documents contraignants que diffuse l'OFROU, un autre type de documents généraux complémentaires ayant plutôt une valeur de recommandation et d'information sont à disposition des maîtres d'ouvrage. C'est notamment le cas des directives sur le développement des projets dans la construction des routes nationales (connues sous le terme de « cahiers orange »), publiées en 2001 par l'OFROU et qui traitent plutôt des aspects administratifs et des processus de gestion de projet. Les lois et les ordonnances fédérales fixent les objectifs généraux de la construction des autoroutes nationales, la répartition des compétences entre les différents acteurs ou encore le financement des routes nationales (principe des ressources affectées). Les directives de l'OFROU et plus particulièrement celles qui concernent le développement des projets visent à accompagner les personnes et les services responsables de la construction des routes nationales en donnant des indications concrètes sur la mise en œuvre correcte des différentes phases de développement d'un projet. Subdivisées en sept cahiers orange, elles donnent une vue d'ensemble des multiples tâches de planification propres à tout projet de construction et décrivent le contenu général que doit comporter chaque étape d'élaboration d'un projet (étude de planification, avant-projet, projet général, projet définitif, projet de détail, appel d'offres, exécution des travaux) conformément aux standards exigés. Elles règlent ainsi le « quoi faire » et le « comment faire » de chaque phase d'un projet, depuis les premières idées jusqu'à l'exécution des travaux et la remise d'un ouvrage terminé.

²⁷ Les normes SIA n'ont cependant pas de caractère obligatoire général même si elles reflètent largement l'expérience acquise et qu'elles ont été élaborées avec le concours de représentants de la Confédération et des cantons.

²⁸ La SIA et la VSS sont des associations suisses actives dans les domaines de la construction (la planification, l'établissement de projets, l'exploitation, l'entretien et l'usage d'infrastructures de transport), des techniques et de l'environnement. Elles assument entre autres l'activité de développer et de diffuser des instruments (normes) servant à la pratique professionnelle.

Les normes SIA et les directives OFROU sur le développement des projets des routes nationales mentionnent clairement le degré de précision que l'estimation des coûts doit avoir pour chaque phase d'un projet de construction. L'estimation des coûts réalisée dans les phases préliminaires joue un rôle fondamental pour tout type de projet car elle donne un cadre financier de base aux autorités responsables d'approuver les projets et aux citoyens lorsqu'un projet est soumis en votation. Plus la phase de planification est avancée, plus l'estimation des coûts y relative doit être précise. Ainsi, le Conseil fédéral se prononce sur le projet général dont la précision de l'estimation des coûts est de l'ordre de +/- 10%. De même, les cantons et le DETEC approuvent un projet de construction sur la base du projet définitif dont la précision de l'estimation des coûts est également de l'ordre de +/- 10%²⁹. Un degré de précision de +/- 10% donne une marge de manœuvre relativement restreinte ; par conséquent, un projet doit être déjà « bien ficelé » et contenir toutes les caractéristiques techniques de la future construction ainsi que les éventuels risques y relatifs. Pour atteindre un niveau de précision suffisant, il faut à tout projet un délai de mûrissement qui prend du temps et de la réflexion. L'estimation des coûts qui a lieu à l'étape du projet de détail (dernière estimation) est la prévision la plus fine (+/- 5% de précision sur les coûts indiqués) et constitue ainsi le budget de référence d'un objet avant de procéder aux appels d'offre publics. C'est sur cette base que l'OFROU approuve un projet technique en vue de l'adjudication des contrats et de la libération des crédits d'engagement. Ainsi, procéder à l'estimation des coûts permet aussi de mettre en place les budgets utiles aux maîtres d'ouvrage et de prévoir les investissements futurs qui auront lieu pendant toute l'exécution des travaux.

En définitive, les indications qui se trouvent dans les directives de l'OFROU sont claires et constituent une base précise pour les personnes qui planifient les projets de construction. Elles indiquent quelle documentation les maîtres d'ouvrage doivent produire pour garantir la transparence du suivi du processus de décisions, des choix techniques et organisationnels ainsi qu'une structure cohérente des coûts et de leurs évolutions (mise en place d'un système de management des coûts, par exemple). La marge de manœuvre de +/- 10% pour l'estimation des devis des projets général et définitif, puis de +/-5% pour l'estimation du projet de détail constitue également une base précise pour apprécier les coûts théoriques d'un projet.

²⁹ On retrouve en France la même exigence au niveau de la précision exigée pour l'estimation des coûts d'un projet.

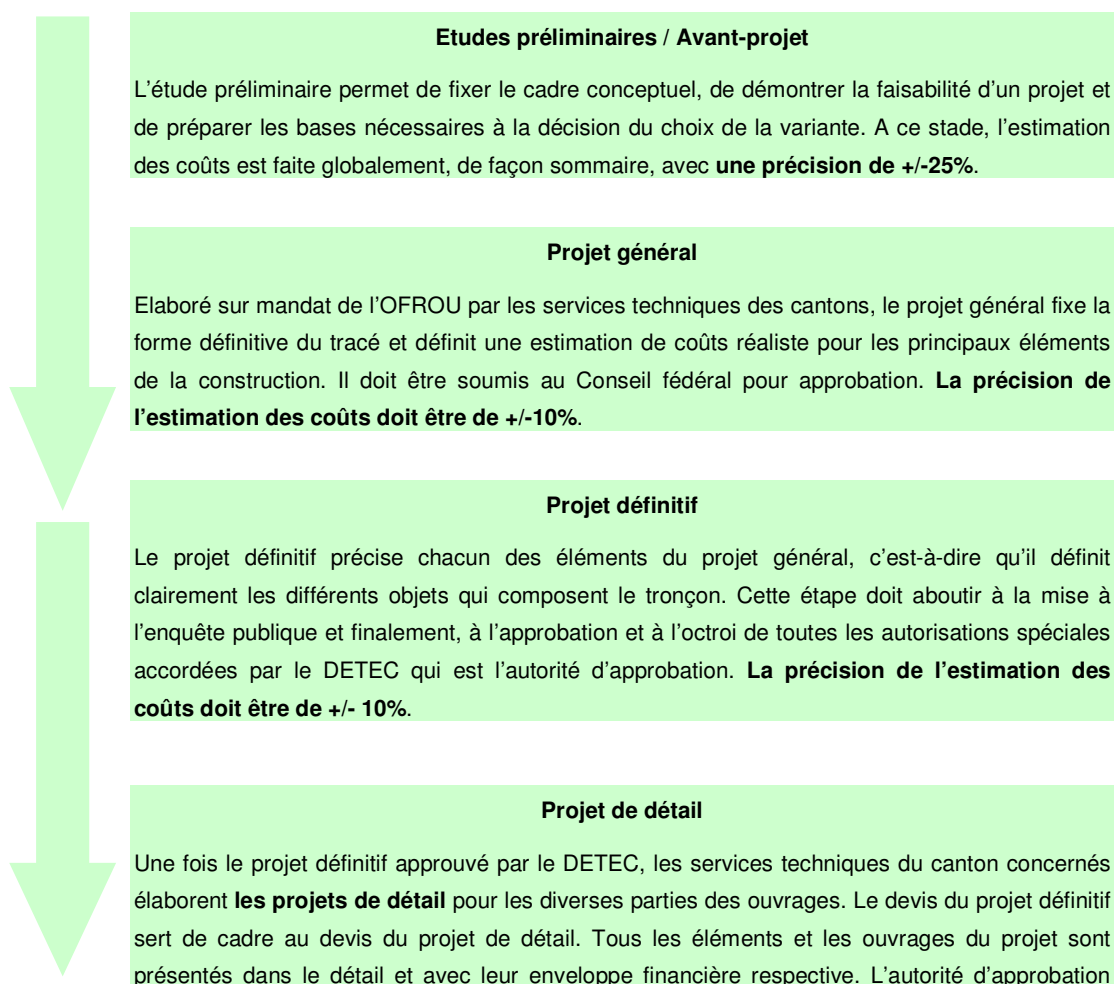
2.2 Organisation de projet

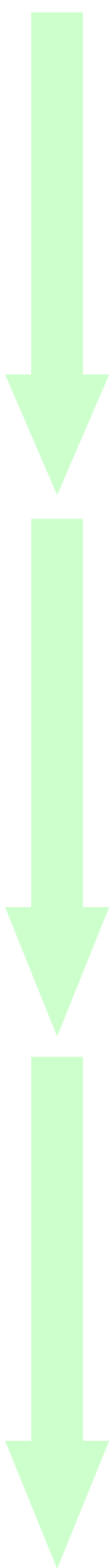
Très schématiquement, tout projet de construction suit un processus d'action qui se décompose selon trois phases principales :

- Une phase amont qui va de l'émergence d'un besoin jusqu'à la décision de construire, à savoir l'approbation du projet,
- Une phase de conception qui aboutit à la phase de construction,
- Une phase de réalisation qui se divise entre les travaux de gros œuvre et les travaux de second œuvre. Cette phase s'étend jusqu'à la réception des travaux finis accompagnés d'un coût objectif de l'intervention.

Ce processus de développement et d'organisation de projet est très précisément décrit dans les normes SIA et VSS mentionnées précédemment ainsi que dans les directives de l'OFROU. Ci-dessous est présentée une description brève des étapes centrales du développement d'un projet de construction, selon la terminologie et le phasage utilisés dans les directives de l'OFROU.

Illustration 1 : Déroulement des phases de développement d'un projet de construction





compétente à ce stade du projet est l'OFROU. Les projets de détail doivent être aussi précis que possible et servent de base pour les soumissions et pour l'adjudication des travaux. **La précision de l'estimation des coûts du projet de détail doit être de +/- 5%.**

Exécution des travaux (gros œuvre et second œuvre)

La direction de projet incombe aux services cantonaux des ponts et chaussées. Ils sont donc responsables de définir les tâches à accomplir et les moyens nécessaires à cet effet. Plusieurs étapes sont accomplies pendant l'exécution des travaux :

- Passation des marchés

- *établissement des dossiers de soumission,*
- *soumissions,*
- *comparaison des offres,*
- *approbation de l'adjudication des travaux par l'OFROU,*
- *demande de crédit d'ouvrage à l'OFROU,*
- *adjudication des travaux par les services compétents du canton,*

- Direction et surveillance de l'exécution des travaux

- *supervision générale des travaux,*
- *direction générale et locale des travaux,*

- Réception des travaux

- *facturation finale,*
- *rapport de gestion final,*
- *phase d'exploitation et de maintenance.*

L'avancement des travaux doit en outre générer des rapports trimestriels, rapports d'étape et procès-verbaux de séance pour les services cantonaux des ponts et chaussées et l'OFROU. Un controlling des coûts est mis en place. Toute modification de projet doit faire l'objet d'une justification. Selon l'Ordonnance sur les routes nationales (voir l'art. 42), si ces modifications occasionnent des frais suppl. de + de 500'000 francs, l'approbation de l'OFROU est requise.

Décompte final

Les maîtres d'ouvrage (cantons) font parvenir à l'OFROU un décompte final pour chaque ouvrage terminé. Ils sont tenus d'établir, dans un délai de deux ans suivant la mise en service, les documents (plans, données électroniques) correspondant à tous les ouvrages et installations techniques réalisés.

Source : CDF (2008) sur la base des directives OFROU de 2001 sur le développement des projets des routes nationales.

Dans la pratique, le CDF a pu constater que la majorité des dix projets retenus n'ont pas suivi telles quelles les étapes de développement des projets définies dans les directives OFROU, ceci notamment en raison de la parution tardive de cette documentation. En effet, les projets se situaient déjà tous à un stade bien avancé de planification – la plupart étaient même déjà dans la phase d'exécution des travaux - et les responsables des projets n'ont donc pas forcément tenu compte des éventuels compléments que pouvaient apporter ces directives. Ils ont ainsi continué leur gestion de projet selon le modèle proposé par la norme SIA et selon les pratiques habituelles en vigueur chez les maîtres d'ouvrage.

Il existe un immense laps de temps entre le moment où s'opère l'adoption d'une directive et le moment où son application devient effective. C'est un processus qui s'étale sur plusieurs années. Ainsi, les directives OFROU sur la gestion de projet produiront leurs effets beaucoup plus tard, sur des projets qui ont débuté plus récemment. Par ailleurs, bien qu'elles contiennent des informations riches et très pertinentes, ces directives n'ont pas de valeur contraignante, ce qui peut également limiter leur utilisation.

Le tableau 2 ci-après présente un modèle théorique de développement des coûts de construction qui se base sur la norme SIA 103 et qui s'avère relativement similaire à celui de la directive de l'OFROU présenté précédemment.

Concernant les modèles théoriques de développement de projet de l'OFROU et de la norme SIA, le CDF a constaté que malgré le fait que ces deux modèles traitent tous deux en détail le déroulement de projet de construction, il n'existe pas un phasage uniforme entre ces deux règles et les différentes étapes de la phase de planification ne sont pas tout à fait les mêmes. La terminologie utilisée n'est pas toujours similaire pour désigner des éléments pourtant identiques. Par exemple, la norme SIA parle du **projet de construction** alors que la directive de l'OFROU utilise le terme de **projet définitif**. Selon le modèle de l'OFROU, un projet de détail doit être élaboré avant l'appel d'offres public alors qu'une étape similaire n'existe pas en tant que telle selon la norme SIA. De même, les valeurs mentionnées pour le degré de précision de l'estimation des coûts de chaque étape ne sont pas les mêmes. Dans la norme SIA, l'estimation des coûts pour l'étape de planification la plus avancée est de **+/- 10%** (projet de construction), alors que les directives de l'OFROU demandent un projet de détail dont la précision de l'estimation doit être de **+/-5%**. Enfin, le contenu de ces règles peut également se chevaucher et leur agencement peut parfois sembler peu structuré. En d'autres termes, les bases théoriques existantes ne concordent pas entièrement.

En outre, le CDF a pu remarquer lors des entretiens approfondis que les nombreuses personnes interrogées faisaient très souvent des confusions entre les différents termes et le degré de précision exigé pour l'une ou l'autre étape du projet. Ces différences génèrent des malentendus qui peuvent ressurgir à tout moment pendant la planification et/ou l'exécution des travaux.

Tableau 2 : Développement des coûts de construction

Phase de planification		Projet dans son ensemble	
Etudes préliminaires	Estimation des coûts de +/- 25%		
Avant-projet	Estimation des coûts de +/- 20%		
Projet de construction	Devis estimé à +/- 10%		Base de prix X ³⁰
Autorisation de construire	Base = Projet de construction		Renchérissment gris
Approbation du projet	Base = Projet de construction + Devis = Plan de structure Message aux autorités fédérales		
Appel d'offre public	Liste détaillée des prestations (prestations, quantités, conditions générales et particulières)	Pour un seul contrat <td></td>	
Offres	Coûts = Quantités x prix offert		Base de prix Y
Adjudication des travaux	A l'entreprise la meilleure marché / selon critères de sélection des entreprises		Renchérissment effectif selon méthode de décompte des variations économiques retenues dans le contrat d'entreprise
Contrat	Coûts selon l'offre proposée		
Phase de réalisation			
Exécution	Coûts selon quantités effectives et prix de l'offre de base + Renchérissment calculé séparément		
Changements de projet	Traités sous la forme d'avenants au contrat de base (Prix selon offre de base) + Renchérissment calculé séparément		
Fin des travaux et décompte final			
Paiements finaux	= Coûts finaux effectifs : sur la base du contrat d'entreprise, y compris les changements de projet, le renchérissment effectif selon contrat et le renchérissment effectif pour les changements de projet		

Source : CDF (2008) sur la base de la norme SIA 103.

³⁰ La base de prix dépend de chaque projet. Elle peut également exister précédemment, pour le stade de l'avant-projet, par exemple.

2.3 Le processus UPlaNS pour les projets d'assainissement³¹

L'*Unterhaltungsplanung Nationalstrassen*, à savoir l'assainissement des routes nationales (UPlaNS) est un instrument de planification servant à élaborer des propositions pour la constitution, au niveau national, de tronçons d'entretien et d'assainissement.

L'UPlaNS ne suit pas les mêmes phases de planification qu'une construction nouvelle bien que certaines similitudes existent. Selon la directive OFROU qui règle le domaine des projets d'assainissement, les **cinq étapes générales** suivantes qui comprennent la planification et l'exécution des travaux sont prévues pour une durée d'environ **4 ans** :

- Elaboration du concept global permettant d'établir l'état initial et la problématique à résoudre. Cette étape correspond plus ou moins au projet général qui existe dans la phase de planification d'un projet de construction,
- Etablissement du concept d'intervention précisant les types d'intervention retenus et mise à l'enquête publique le cas échéant. Cette étape correspond plus ou moins au projet définitif dans un projet de construction,
- Etablissement des projets d'intervention spécifiques à chaque élément concerné par les travaux d'entretien, de renouvellement et de réaménagement. Cette étape correspond plus ou moins à l'établissement des projets de détail pour un projet de construction,
- Mise au concours des travaux de réalisation, préparation et adjudication des travaux aux entreprises choisies,
- Intervention proprement dite, avec travaux sur le tronçon concerné.

Contrairement au développement d'un projet de construction, les différentes phases UPlaNS ne donnent pas d'indication spécifique concernant le degré de précision que chaque étape doit comporter. Ainsi, un projet d'assainissement ne comporte pas tout à fait les mêmes priorités, ni la même stratégie, ni encore les mêmes objectifs qu'un projet de construction nouvelle. La priorité dans un projet d'assainissement est de respecter impérativement les délais puisque tant que les travaux ont lieu, il y a une obstruction évidente du trafic. L'extrême concentration de moyens nécessaires pour la gestion opérationnelle du chantier est donc délicate : il faut aller vite, mettre en œuvre une organisation minutieuse destinée à faire respecter le programme par tous les intervenants et favoriser une coordination permanente entre le génie civil et les équipements électromécaniques et techniques. Par ailleurs, l'OFROU est la seule autorité d'approbation qui intervient dans le processus UPlaNS.

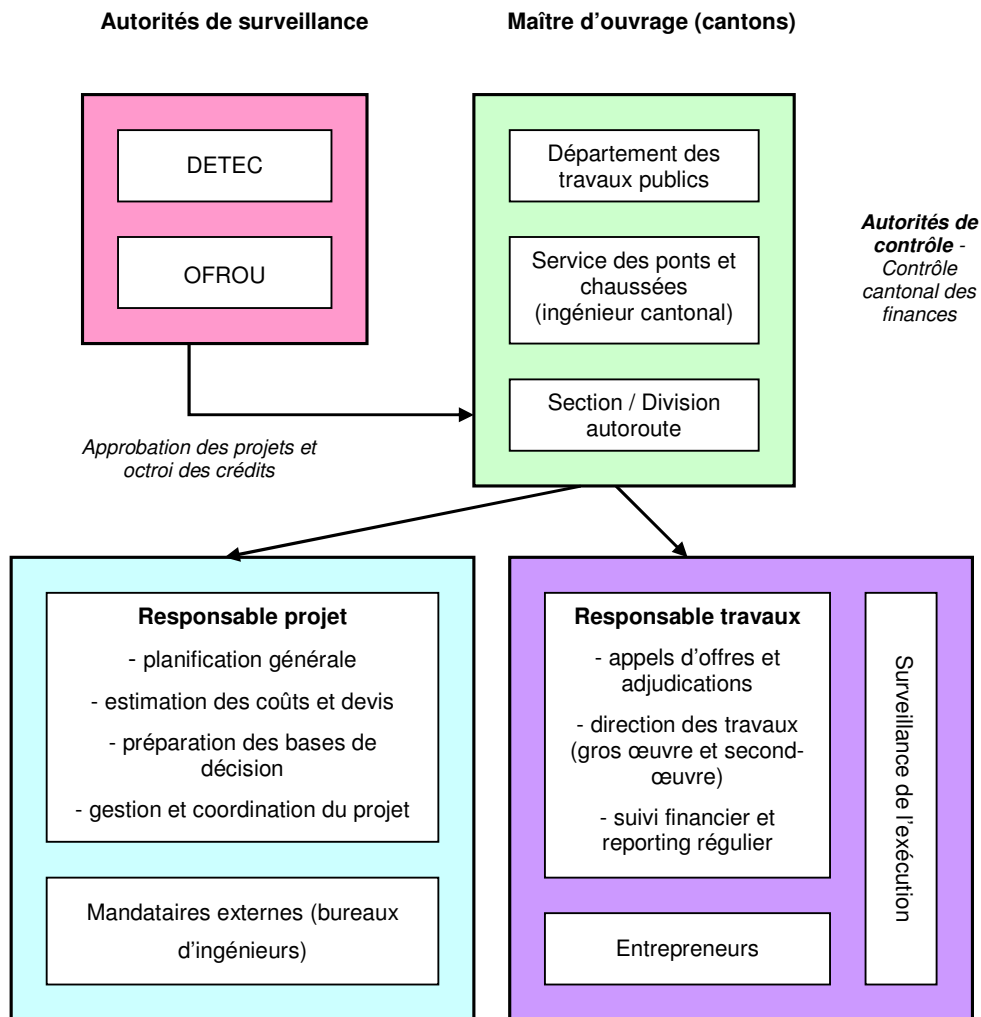
Parmi la liste des dix objets retenus, le CDF a choisi d'y inclure le tunnel de Glion (VD) qui a été intégralement assaini entre 2003 et 2005. Glion est un projet très intéressant car il s'agit de l'un des premiers grands projets d'assainissement entrepris dans le domaine des routes nationales. Ainsi, on peut considérer l'assainissement de Glion comme un prototype dans ce domaine, qui peut servir de base de comparaison pour les nombreux UPlaNS futurs. Par ailleurs, la gestion des coûts de ce projet s'étant révélée très différente des autres objets retenus, il a paru opportun de le prendre en compte dans l'analyse.

³¹ Ce sous-chapitre s'inspire de la directive OFROU, *Domaine entretien et superstructure*, « Prise en considération de l'entretien dans l'élaboration des projets et lors de la construction des routes nationales. Planification et exécution de l'entretien », 2002.

2.4 Les principaux acteurs

La maîtrise de projet telle qu'elle existe dans le domaine des routes nationales implique de distinguer deux niveaux de gestion : d'une part, les autorités fédérales de surveillance et, d'autre part, les maîtres d'ouvrage (cantons), responsables de la gestion « directe » des projets. Cette gestion « directe » des projets se décompose elle aussi en deux niveaux différents : la responsabilité de projet et la responsabilité des travaux. L'illustration ci-dessous est une illustration simplifiée des principaux acteurs qui interviennent dans la planification d'un projet de construction.

Illustration 2 : Les principaux acteurs



Source : CDF (2008).

3 Résultats de l'analyse

3.1 Synthèse générale de l'évolution des coûts

Dans ce sous-chapitre sont présentés les résultats de l'analyse des données récoltées par le CDF sur les dix objets retenus. Les chiffres fournissent des informations détaillées sur l'évolution des coûts entre les premières estimations et la fin de l'exécution des travaux et sur les facteurs qui expliquent l'évolution des coûts. Combien concrètement les tunnels ont-ils coûté ? Les coûts prévisionnels correspondent-ils aux coûts finaux ? Peut-on constater de grandes variations économiques entre les premières estimations et les coûts finaux effectifs ? Si oui, quelle augmentation existe-t-il entre les coûts finaux effectifs et le devis de base sur lequel les autorités de décision se sont basées pour approuver le projet ?

De nombreux constats peuvent être faits sur la base des différentes grilles d'analyse qui ont été constituées. Les résultats sont exposés selon plusieurs perspectives : une synthèse générale de l'évolution des coûts des ouvrages selon les différentes phases avec un commentaire spécifique pour chaque cas, les variations économiques entre le devis de base et les coûts finaux, la répartition des coûts entre le génie civil et les équipements électromécaniques, la proportion des avenants par rapport aux contrats et le coût des ouvrages par mètre de voie de circulation.

Le tableau 3 ci-après présente une synthèse des résultats pour chacun des dix cas et selon les principales phases de projet.

Tableau 3 : Synthèse de l'évolution des coûts pour les dix ouvrages selon les différentes phases des projets

Ouvrages	Raimeux	Roche St-Jean	Kirchenwald	Altendorf	Flüelen	Glion	Concise	Opfikon	Aescher	Uetliberg
Phases de projet										
Projet général global	177'500'000 91%	6'000'000 38%	162'500'000 51%	*	147'300'000 75%	*	*	35'000'000 45%	357'000'000 97%	373'000'000 41%
Avant-projet	167'210'000 85%	N'existe pas	190'800'000 60%	*	*	57'400'000 100%	92'211'000 99%	55'000'000 70%	*	*
Projet définitif	150'000'000 77%	6'100'000 39%	257'800'00 81%	33'313'000 100%	195'387'000 100%	*	*	52'000'000 66%	480'000'000 130%	915'000'000 100%
Projet définitif 2	195'947'000 100%	15'770'000 100%	*	*	*	*	*	78'520'000 100%	*	*
Projet de détail	*	*	320'000'000 100%	*	181'304'000 93%	*	93'447'000 100%	*	368'075'000 100%	912'900'000 100%
Contrat(s)	126'352'000 64%	9'895'000 63%	280'509'000 88%	31'869'000 96%	181'666'000 93%	94'902'000 165%	128'503'000 138%	72'588'000 92%	212'705'000 58%	1'137'771'000 124%
Avenants	24'100'000 12%	2'956'000 19%	75'577'000 23%	9'584'000 29%	27'001'000 14%	8'606'000 15%	9'439'000 10%	**	54'710'000 15%	44'566'000 5%
Coûts contractuels***	150'452'000 76%	12'851'000 82%	356'086'000 111%	41'453'000 125%	208'667'000 107%	103'508'000 180%	137'942'000 148%	**	267'415'000 73%	1'182'337'000 129%
Renchérissement	22'950'000 12%	3'425'000 22%	33'197'000 10%	200'000 0.5%	16'282'000 8%	10'904'000 19%	15'480'000 17%	**	**	**
Coûts finaux avec rench.	177'794'000 91%	18'607'000 118%	376'100'000 117%	43'088'000 129%	222'282'000 114%	107'163'000 187%	154'261'000 165%	77'744'000 99%	284'580'000 77%	1'002'406'000 110%
Coûts finaux sans rench.***	154'844'000 79%	15'182'000 96%	342'903'000 107%	42'888'000 129%	208'000'000 106%	96'259'000 168%	138'781'000 148%	**	**	**

Source : CDF (2009). Tous les coûts sont indiqués en francs suisses. .

Les pourcentages sont calculés par rapport au **devis de base**, c'est-à-dire par rapport à la base financière sur laquelle les autorités d'approbation se sont prononcées (en jaune dans le tableau). Celle-ci est différente selon les projets : l'assainissement du tunnel de Glion a été approuvé sur la base d'un avant-projet alors que d'autres projets ont été approuvés sur la base du projet de détail. La première ligne du tableau intitulée « projet général global » correspond pour la plupart des dix cas sélectionnés à des projets qui regroupent plusieurs objets différents mais dont il a quand même été possible d'isoler les coûts. La ligne intitulée « coûts contractuels » en orange comprend le montant total des contrats et des avenants³². A noter que les cases blanches qui comportent une * indiquent que l'élément concerné ou la phase du projet n'existe pas et les cases blanches qui comportent deux ** indiquent que les données concernées n'ont pas été transmises au CDF. La différence entre les coûts contractuels *** et les coûts finaux sans renchérissement *** s'explique par des régies, des surcoûts (différence à la hausse) ou par des prestations non réalisées (différence à la baisse). Les principales étapes présentées dans le tableau sont commentées ci-dessous.

La première estimation	Pour les tunnels du Kirchenwald, d'Uetliberg et pour d'Opfikon, la première estimation (première ligne du tableau) n'est pas tout à fait comparable aux chiffres des autres phases car elle consiste en des variantes de projet différentes qui n'ont pas été réalisées ³³ .
L'évolution des coûts	En procédant à la comparaison des coûts des dix projets, on peut constater que l'évolution s'avère très différente selon les cas. L'évolution des coûts entre les différentes phases est également très variable d'un projet à l'autre. Il n'y a pas de régularité. Il est donc difficile de définir une tendance générale, surtout pour les objets pour lesquels les maîtres d'ouvrage n'ont pas pu donner d'indication précise au CDF.
La base d'approbation des projets	La base d'approbation (en jaune dans le tableau) n'est pas la même selon les cas. Les autorités d'approbation se sont basées sur un projet définitif dans 20% des cas, sur un projet définitif adapté dans 30% des cas, sur un projet de détail dans 40% des cas et sur un avant-projet dans un seul cas (10%) ³⁴ . Les autorités ont donc approuvé des projets qui manquaient parfois d'une certaine maturité.
Les coûts finaux	Concernant les coûts finaux sans renchérissement (dernière ligne du tableau), on constate en général une volatilité plus

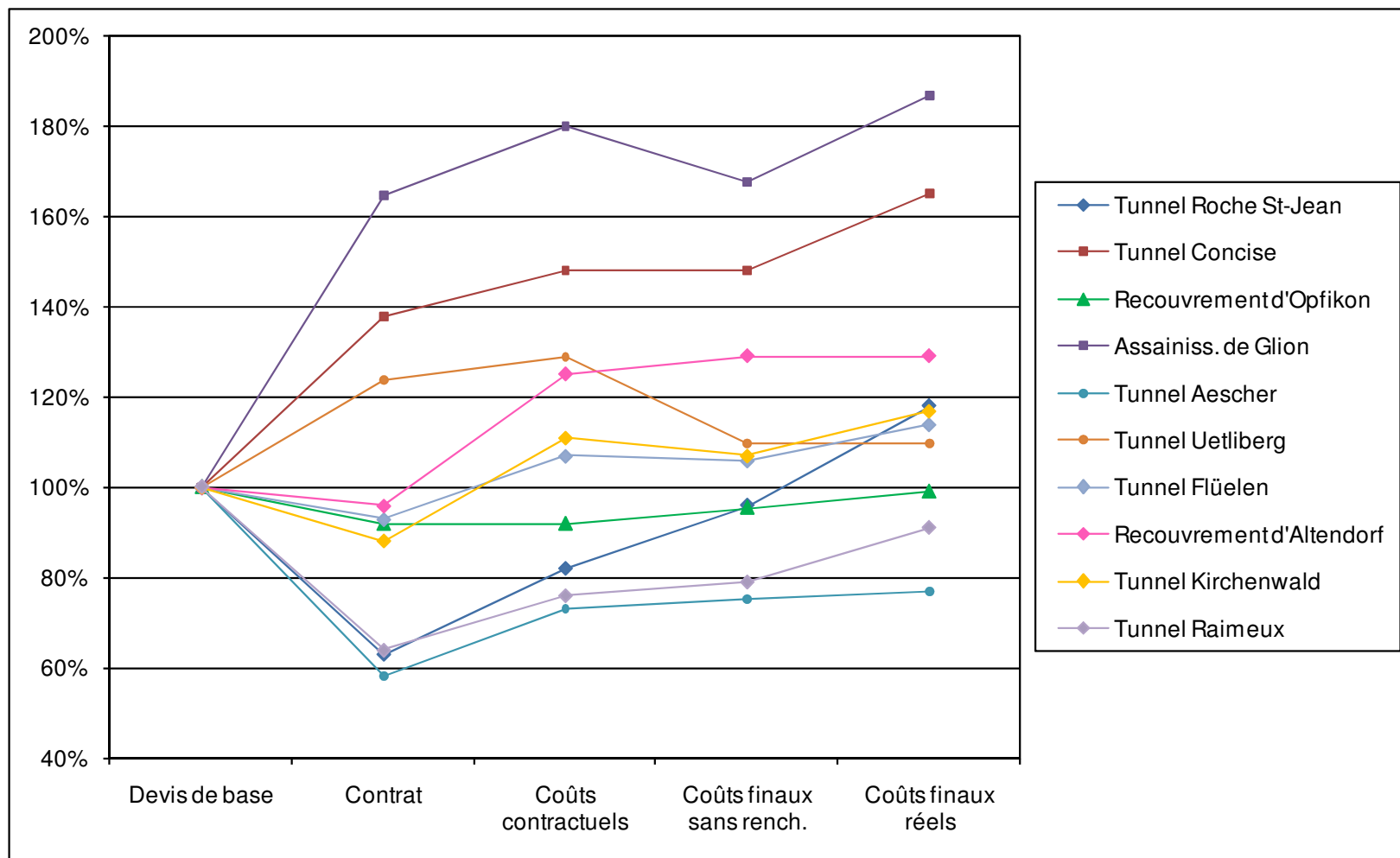
³² Un avenant est un complément au contrat conclu pendant la phase d'exécution des travaux. Il porte sur des éléments supplémentaires non compris initialement. Il peut comporter des adaptations à la hausse ou à la baisse des quantités de la série de prix. Les prix sont toujours calculés sur la base du contrat principal.

³³ Pour plus de détails, se référer aux descriptions des objets qui se situent en annexe de ce rapport.

³⁴ Il s'agit du tunnel de Glion mais il est à noter que s'agissant d'un assainissement, ce projet n'a pas suivi le même processus de planification que les dix autres cas étudiés.

	grande lorsque la phase de planification n'a pas suivi toutes les étapes officielles. De plus, deux projets sont moins chers que leur devis (Raimeux et Roche St-Jean), deux projets sont légèrement plus chers (Kirchenwald et Flüelen) et trois projets sont plus chers dont un nettement plus cher (Glion avec +68%).
Différence entre les contrats et les devis de base	La majorité des projets montre des valeurs des contrats inférieurs au devis de base, sauf pour trois cas. Pour les tunnels du Raimeux, de la Roche St-Jean et de l'Aescher, la différence entre les contrats et le devis de base est même d'environ 40% à la baisse.
La proportion des avenants	Durant l'exécution des travaux, les avenants représentent une augmentation de 5% à près de 30%, soit une moyenne de 15,8% du devis de base.
Le renchérissement	Pour les dix projets, les coûts finaux avec renchérissement, à savoir les coûts réels ont pu être reconstitués. En revanche, les coûts finaux sans renchérissement ne sont pas disponibles pour trois objets, à savoir Opfikon, Uetliberg et Aescher. Leur renchérissement respectif n'a pas pu être isolé puisqu'aucune information à ce sujet n'a été transmise au CDF par la direction de la construction du canton de Zurich. Pour les autres cas, le renchérissement se situe entre 0,5% et 22% avec une moyenne de 12,6% du montant devisé.
L'estimation des coûts avant le devis définitif	Pour huit projets, la dernière estimation des coûts juste avant le devis définitif est variable (soit à la hausse, soit à la baisse). Par contre, deux projets ont des estimations très proches entre devis et l'étape précédente (Uetliberg et Concise).

Graphique 1 : Evolution générale des coûts pour les dix projets depuis le devis de base jusqu'aux coûts finaux



Source : CDF (2009).

De grandes variations de coûts sont à constater entre les devis de base et les contrats, et ceci pour tous les projets (différence qui varie de -37% pour le tunnel de la Roche St-Jean à +65% pour le tunnel de Glion). Cependant, ces résultats mettent en évidence trois tendances générales : adjudication des contrats à un prix nettement moins cher que devisé, adjudication des contrats plus ou moins pour le même prix que les devis et enfin, adjudication des contrats à un prix beaucoup plus cher que devisé. Pour les tunnels de Raimeux, de la Roche St-Jean et de l'Aescher qui suivent une évolution similaire, les contrats ont été adjugés en moyenne à 38% de moins que les estimations des devis. Quatre projets (Kirchenwald, Opfikon, Altendorf et Flüelen) n'affichent pas une grande différence entre le devis de base et le contrat (en moyenne 8% de moins que le devis). Une évolution à la hausse entre les devis et les contrats est à constater pour les tunnels de Glion (+65%), de Concise (+38%) et d'Uetliberg (+24%).

La quantité et la nature des prestations pour le tunnel de Glion ne correspondent pas à ce qui était projeté initialement³⁵, cette grande différence est donc explicable. L'essentiel de l'évolution des coûts pour le tunnel de Concise s'explique par une différence à la hausse de 38% entre le devis de base et l'adjudication des contrats avec toutefois une augmentation constante des coûts tout au long de la phase d'exécution des travaux. Le tunnel d'Uetliberg montre une évolution intéressante entre le devis et les coûts finaux. Alors que les coûts contractuels (contrats et avenants) sont 30% plus élevés que le devis, les coûts finaux avec renchérissement sont seulement 10% plus élevés que le devis initial. Cette baisse signifierait que les prestations fournies par les entreprises ont été moins chères que ce qui a été contractualisé³⁶.

Pour le tunnel de l'Aescher, mise à part la forte évolution à la baisse entre le devis de base et les contrats (-42%), les coûts restent relativement stables.

Par rapport à tous les autres projets étudiés, l'évolution des coûts du tunnel d'Opfikon constitue la courbe la plus stable depuis le devis de base jusqu'aux coûts finaux. Néanmoins, pendant la phase de planification qui a duré plus de 15 ans, la nature du projet a fortement évolué, de même que l'estimation des coûts passant de 10 millions de francs en 1983 à 78,5 millions de francs en 1998³⁷.

Alors que le montant des contrats pour le tunnel d'Altendorf varie peu par rapport au devis de base, les coûts contractuels sont nettement plus élevés (+25%). Cela s'explique par un montant de près de 10 millions de francs d'avenants facturés pour des mesures supplémentaires concernant les équipements électromécaniques.

³⁵ Pour davantage de détails, se référer à la fiche technique sur Glion dans le document séparé. Contrôle fédéral des finances (2009), *Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés*, août 2009, pp. 59 à 67.

³⁶ Une baisse peut aussi s'expliquer par des quantités surévaluées de la série de prix, des prestations contractuelles non réalisées ou un renchérissement négatif.

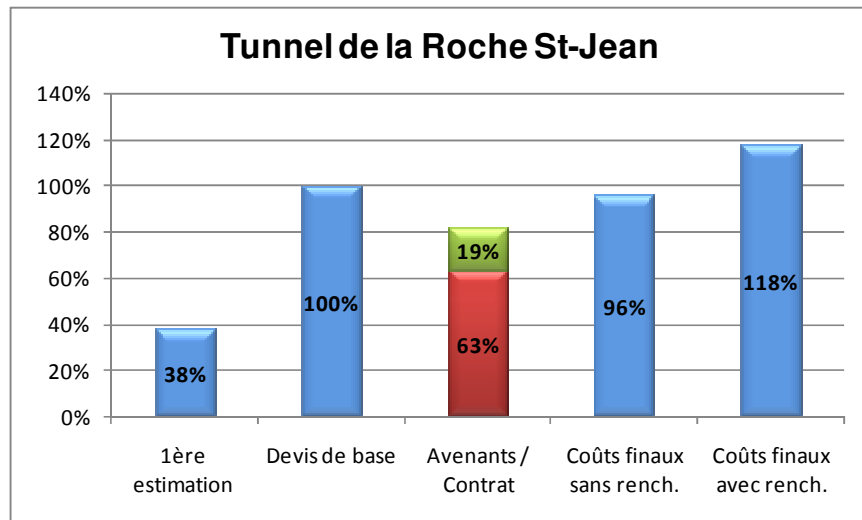
³⁷ Se référer à la description précise de l'historique du projet du tunnel d'Opfikon qui figure dans le document séparé. Contrôle fédéral des finances (2009), *Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés*, août 2009, pp. 77 à 84.

3.2 Evolution des coûts par projet

Le CDF s'est intéressé à comprendre l'évolution des coûts internes à chaque objet et plus particulièrement le pourcentage que représentent les avenants, les contrats et les coûts finaux par rapport à la base d'approbation des projets, à savoir le devis. On remarque de grandes variations de coûts à la hausse et à la baisse tout au long des projets ; il est ainsi difficile de dessiner une tendance générale. Cependant, dans la plupart des cas, la première estimation est systématiquement inférieure au devis de base et la différence est parfois même très importante (par exemple, 62% de moins que le devis pour le tunnel de la Roche St-Jean). Cet écart peut venir du fait que la première estimation comprend plusieurs objets et consiste en un calcul grossier basé sur des ouvrages similaires déjà construits.

Tous les objets analysés comprennent des avenants dont la part varie entre 5% et 29% par rapport au devis de base. Les avenants représentent la plupart du temps des changements ou adaptations de projet, dans le domaine de l'électromécanique, notamment. Concernant les coûts finaux totaux, en partant de l'hypothèse que les dépassements de coûts prévus par l'OFROU ne doivent pas dépasser les 15%³⁸, seulement trois projets sortent du cadre estimatif (Altendorf, Concise et Glion).

Graphiques 2 : Evolution des coûts par rapport au devis de base et commentaires

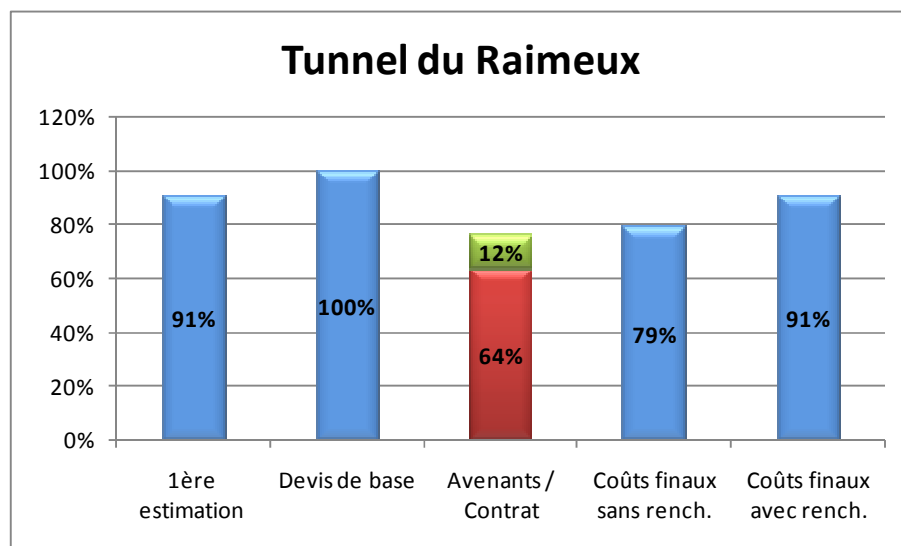


Source : CDF (2009).

Commentaires : La première estimation des coûts du projet est très inférieure (38%) à l'estimation faite à l'étape du projet définitif (devis de base) car elle correspond à un calcul grossier comprenant plusieurs ouvrages entre Boncourt et Bienne. En revanche, le montant du contrat correspond à seulement 63% du devis de base. Il existe donc une grande volatilité entre les différentes

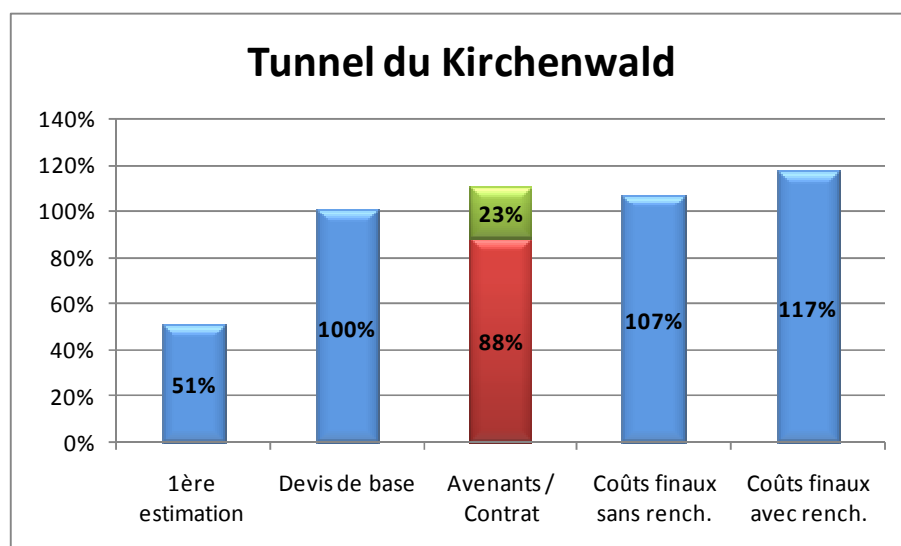
³⁸ Il s'agit d'une marge de manœuvre qui peut servir à la fois à financer des changements de projet, des modifications de quantité, des imprévus, des risques et parfois même le renchérissement. Cette question est abordée au chapitre 4.6.

estimations faites dans les phases de planification et le contrat. La part des avenants (19%) est importante au regard du contrat principal qui, par conséquent, manquait de précision. Les coûts finaux sans renchérissement (96%) sont très proches de la valeur de référence du devis de base. Mais il existe une différence non explicable entre les coûts contractuels (contrat et avenants) et les coûts finaux sans renchérissement (différence de 14%). Dès lors, le CDF fait l'hypothèse qu'il s'agit de surcoûts non justifiés.



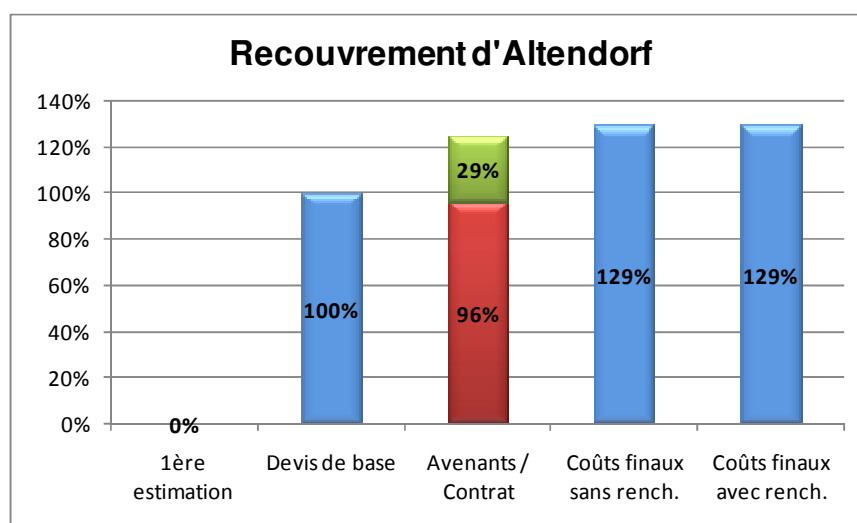
Source : CDF (2009).

Commentaires : La première estimation des coûts (91%) est proche de celle du devis de base. Le montant du contrat correspond à seulement 64% du devis de base et les coûts finaux sans renchérissement sont bas (79%). Les coûts finaux avec renchérissement correspondent exactement à la première estimation.



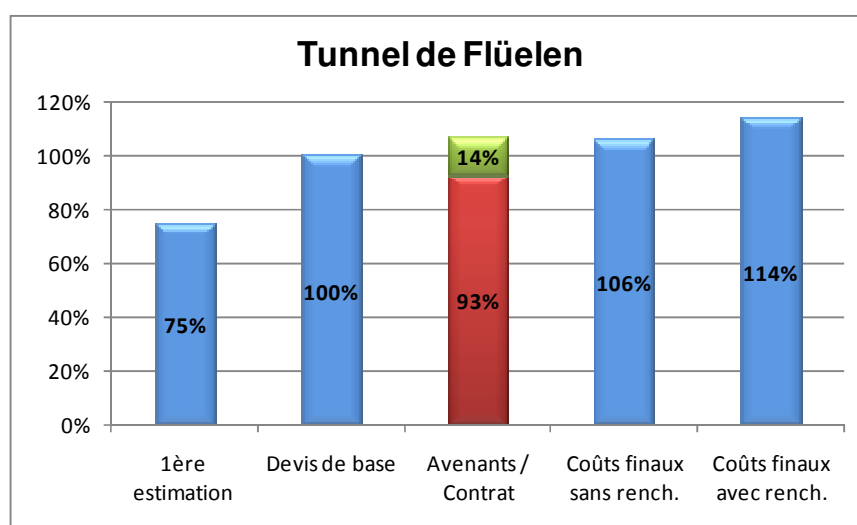
Source : CDF (2009).

Commentaires : Avec une estimation de seulement 51% par rapport aux coûts de référence (devis de base), la première estimation des coûts apparaît faible. Cela s'explique en partie par l'évolution que le projet a subi entre les différentes phases de planification. Pour ce tunnel en particulier, le devis est basé sur le projet de détail. La différence de 12% entre le devis et le contrat à l'avantage du maître d'ouvrage a été compensée par un montant total élevé d'avenants (23% par rapport au devis). La plupart des augmentations de coûts sont liées aux mesures de sécurité dans les tunnels. Le renchérissement effectif de 10% par rapport au devis est plausible, au regard d'autres projets réalisés pendant le même laps de temps. La différence de 7% entre les coûts finaux sans renchérissement et le devis est tout à fait raisonnable étant donné des changements de projet demandés.



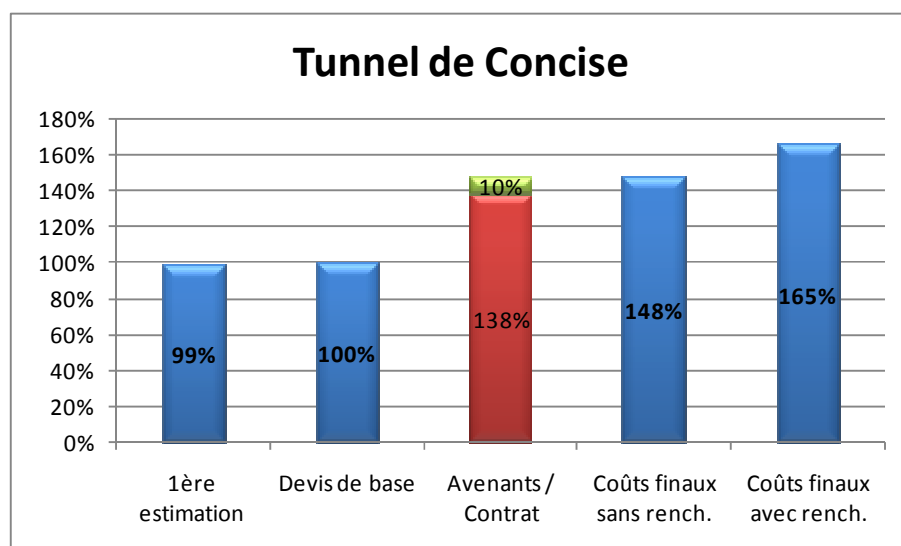
Source : CDF (2009).

Commentaires : Pour ce projet, il n'existe aucune estimation comparable dans les phases de planification. Avec 96%, la valeur des contrats est dans un cadre du devis de base. Pour ce qui est du renchérissement effectif, le maître d'ouvrage n'a transmis que les coûts pour la Redevance sur le trafic des poids lourds liée aux prestations (RPLP). Le CDF n'a donc pas d'informations concrètes sur le renchérissement. Le taux des avenants (29%) est le plus élevé parmi les dix objets retenus mais s'explique par les changements de projet pour les équipements techniques et électromécaniques. Sans compter les coûts supplémentaires pour les équipements électromécaniques traités sous la forme d'avenants, les coûts finaux de ce projet sont très proches du devis de base.



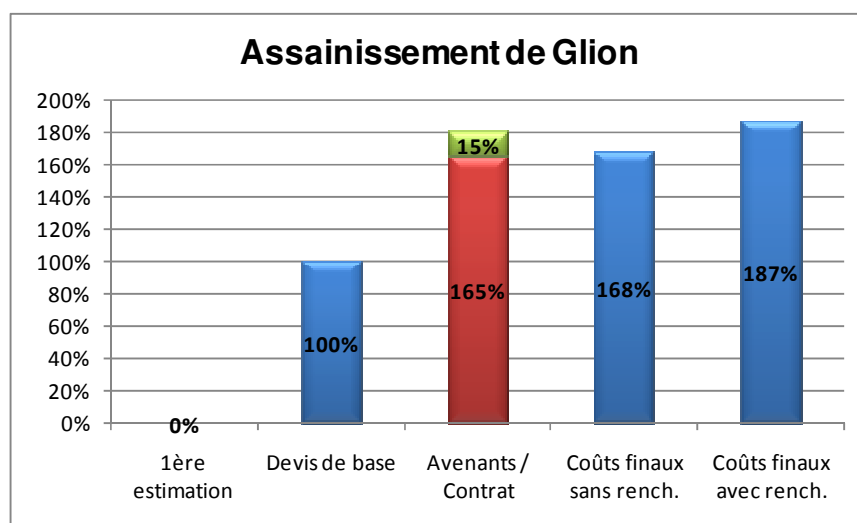
Source : CDF (2009).

Commentaires : La première estimation est faible au regard du devis de base car elle ne comprend que le projet de la construction du tunnel (sans la galerie de sécurité). Les contrats restent dans le cadre d'estimation (93% par rapport au devis). Les avenants de 14% par rapport au devis couvrent en grande partie des changements de projet. Les coûts de construction pour le tunnel et la galerie de sécurité (106%) restent dans le cadre du devis de base. Il est possible de présenter les résultats d'une autre manière (celle du maître d'ouvrage), à savoir de considérer la galerie de sécurité comme une mesure supplémentaire, donc comme un surcoût par rapport au devis de base du tunnel.



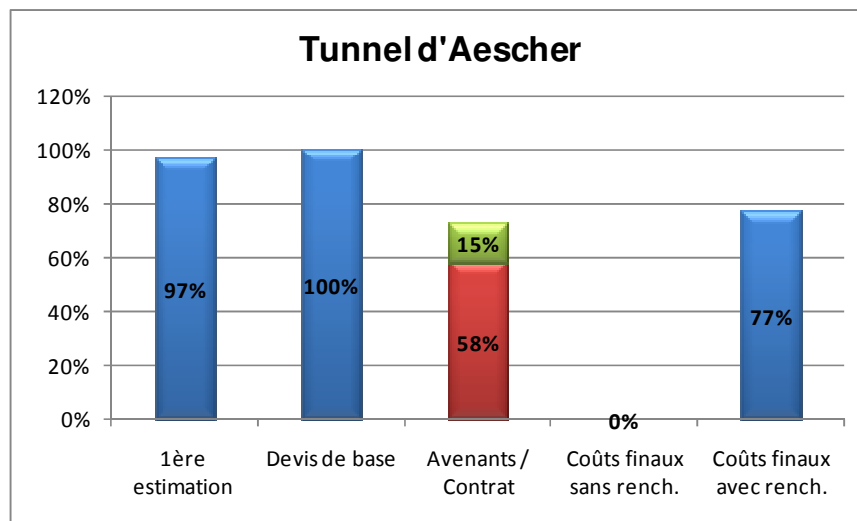
Source : CDF (2009).

Commentaires : Entre la première estimation et le devis de base, il n'y a presque pas de différence de coût. Par contre, la différence de coût entre le devis et les contrats est particulièrement surprenante (+38%), d'autant plus que le devis de référence se base sur le projet de détail (maturité de projet élevée et estimation des coûts de +/- 5%). La part des avenants (10% par rapport au devis) et 7% par rapport aux contrats reste dans un cadre tout à fait acceptable. Les coûts finaux sans renchérissement (148%) par rapport au devis sont élevés mais s'expliquent en grande partie à cause de l'état du marché lors de l'attribution des contrats.



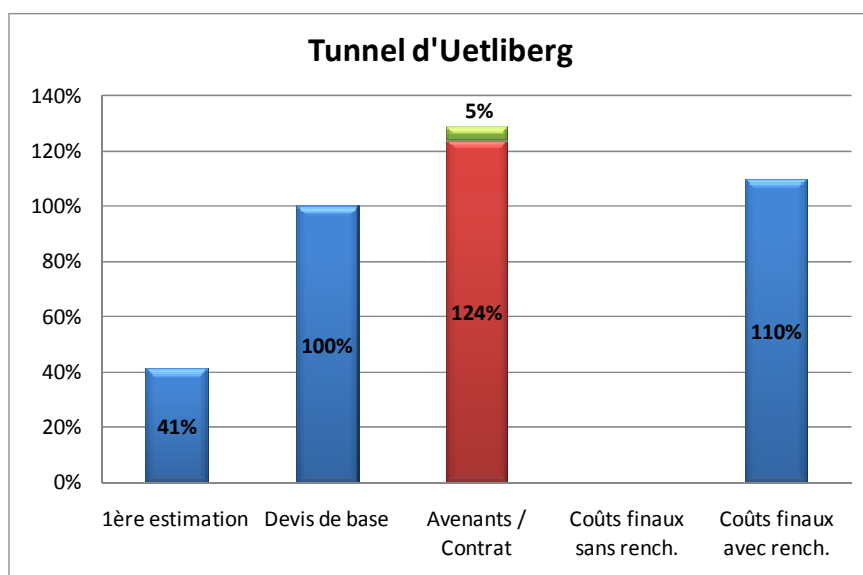
Source : CDF (2009).

Commentaires : Le seul document élaboré pendant la phase de planification est un avant-projet (devis de base). L'augmentation de 65% des contrats par rapport au devis est principalement due aux changements de projet : entretien du tunnel de portail à portail, puis véritable assainissement complet du tronçon. Les coûts finaux sans renchérissement restent dans le cadre des coûts contractuels sans avenant.



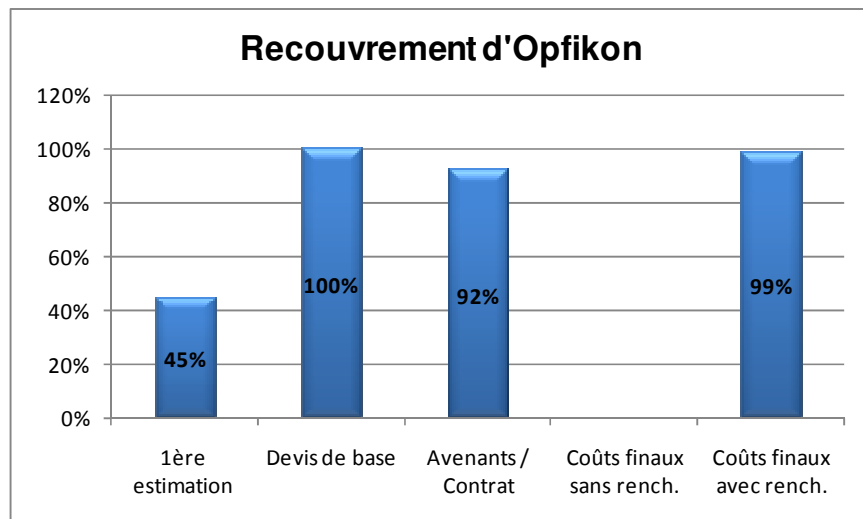
Source : CDF (2009).

Commentaires : La différence entre la première estimation des coûts et le devis de base est très mince (3%). En revanche, les coûts contractuels (contrats et avenants) dont la valeur est de 73% sont inférieurs au devis de base. Le coût pour le renchérissement n'a pas été transmis au CDF. Les coûts finaux avec renchérissement sont relativement bas (77% par rapport au devis de base).



Source : CDF (2009).

Commentaires : Il existe une grande évolution de projet et de coûts entre la première estimation et le devis de base. Le contrat (+24%) est clairement plus élevé que le cadre estimatif du devis, mais la part des avenants est négligeable, ce qui révèle une bonne qualité des prestations contractualisées. Le coût pour le renchérissement n'a pas été transmis au CDF. Avec un taux de 110%, les coûts finaux avec renchérissement sont situés dans le cadre estimatif du devis de base. Il est surprenant de voir que les coûts finaux avec renchérissement (110%) sont inférieurs aux coûts contractuels (contrats et avenants) qui atteignent la valeur de 129%. Le CDF fait l'hypothèse que des économies ont été réalisées au cours des travaux.



Source : CDF (2009).

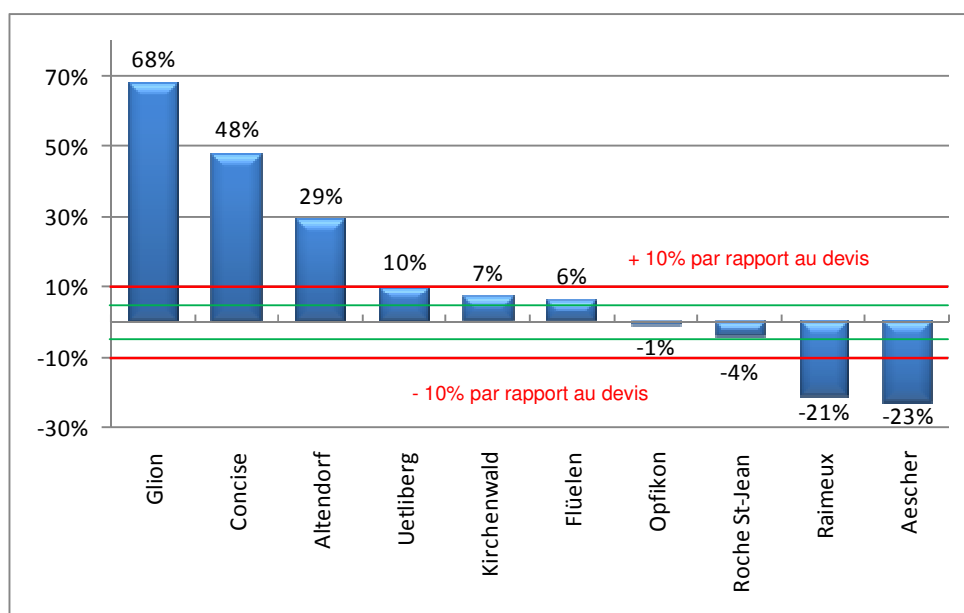
Commentaires : Le projet a subi de grandes évolutions de coûts entre la première estimation et le devis de base. En effet, différentes variantes de projet ont été étudiées et la première estimation correspond à un projet de parois antibruit rejeté au profit du recouvrement³⁹. Les montants des contrats (92%) sont restés dans le cadre du devis de base. Le CDF n'a pas reçu de documents concernant les avenants, il n'est donc pas possible d'en déterminer leur part. De même, le renchérissement n'a pas été comptabilisé séparément. Avec un taux de 99% par rapport au devis, les coûts finaux y compris le renchérissement sont pratiquement identiques aux estimations de base.

³⁹ Pour plus de détails, se référer au document séparé. Contrôle fédéral des finances (2009), *Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés*, août 2009.

3.3 Degré d'exactitude des projets

Le graphique suivant présente spécifiquement l'évolution à la hausse ou à la baisse entre les coûts finaux des projets (sans le renchérissement) par rapport au devis de base. Comme expliqué dans le chapitre 2 de ce rapport, l'OFROU définit à +/-10% le degré d'exactitude du devis de base approuvé. Concrètement, cela signifie qu'une marge de manœuvre financière de +/-10% est volontairement laissée pour couvrir la part d'incertitude inhérente à tout projet de construction. Pour le projet de détail, la marge de manœuvre est encore plus restreinte puisqu'elle se situe à +/-5%. Le CDF s'est donc intéressé à examiner comment les coûts des projets évoluent par rapport à ces deux critères. Le critère de précision de +/-10% est indiqué en rouge sur le graphique, et le critère de précision de +/-5% est en vert.

Graphique 3 : Comparaison des coûts finaux des projets sans le renchérissement⁴⁰ avec le devis de base



Source : CDF (2009).

Cinq projets font état d'une évolution des coûts (à la hausse ou à la baisse) dans une fourchette de +/- 10% par rapport au devis de base. Il s'agit des tunnels d'Uetliberg (+10%), du Kirchenwald (+7%), de Flüelen (+6%), d'Opfikon (-1%) et de la Roche St-Jean (-4%). Deux projets sont nettement moins chers (Raimeux et Aescher) et trois projets sont nettement plus chers (Glion, Concise et Altendorf).

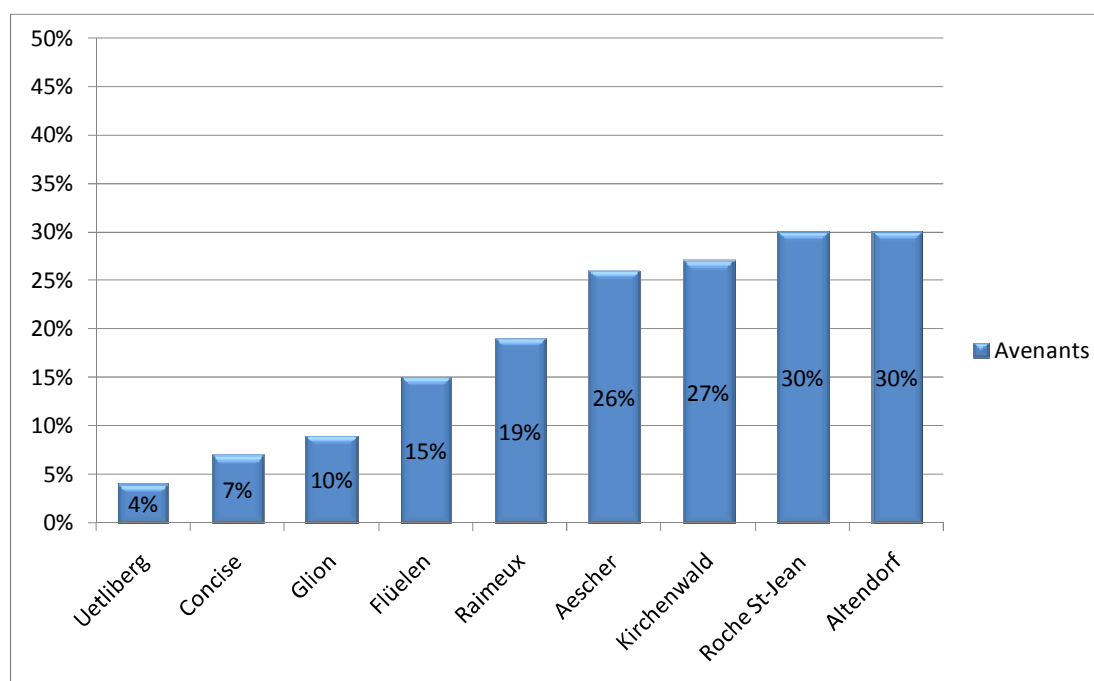
Deux projets seulement font état de coûts finaux se situant à +/-5% par rapport au devis de base. Il s'agit des objets d'Opfikon et de la Roche St-Jean.

⁴⁰ Les valeurs indiquées pour les objets zurichois d'Uetliberg, d'Opfikon et de l'Aescher comprennent également le renchérissement puisque les coûts finaux des projets n'étaient pas isolables sans le renchérissement.

Le degré d'exactitude des projets peut également se mesurer en comparant les avenants et les contrats. En effet, en couplant ces deux indices, on peut aisément se faire une idée quant à la précision et la qualité de la phase de planification. Un montant élevé des avenants peut révéler deux choses : soit le projet a subi de nombreux changements (facteurs externes au projet et non maîtrisable par le gestionnaire de projet), soit des erreurs se sont glissées dans la liste des prestations (prestations non prévues ou quantités mal évaluées) et ont dû être rattrapées en cours d'exécution des travaux.

Ci-dessous sont présentés les résultats de la comparaison des avenants par rapport aux contrats.

Graphique 4 : La part des avenants en comparaison au contrat



Source : CDF (2009).

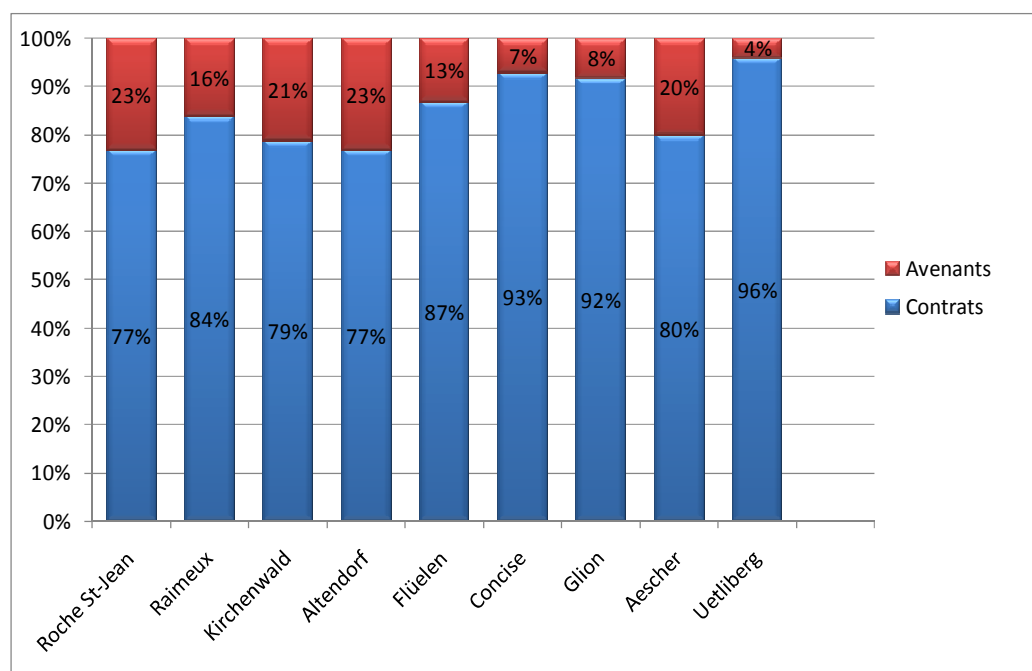
L'objet d'Opfikon n'est pas indiqué dans le graphique ci-dessus étant donné que la Direction de la construction de Zurich n'a pas transmis d'informations concernant les avenants.

La part des avenants varie entre 30% et 4% pour l'ensemble des dix objets. Quatre objets révèlent un pourcentage d'avenants qui dépasse les 20% par rapport aux contrats (Altendorf, Roche St-Jean, Kirchenwald et Aescher). Plusieurs raisons en sont à l'origine. Le recouvrement d'Altendorf a par exemple connu des modifications de projets pendant l'exécution des travaux, notamment pour la protection incendie et pour des problèmes géologiques. Le projet de la Roche St-Jean, qui est à considérer de paire avec le tunnel du Raimeux, a subi de nombreuses modifications de quantité et de prestation non prévues initialement. Le projet du Kirchenwald a également connu des modifications, au niveau des équipements électromécaniques et notamment au niveau du concept d'aération. Le tunnel de l'Aescher est un cas illustratif : la phase de percement a rencontré de nombreux problèmes d'ordre géologique qui ont eu des répercussions sur les coûts contractuels et

qui ont influencé les coûts finaux à la baisse. Le projet de Concise est également intéressant car malgré les nombreux problèmes géologiques et les changements dans l'organisation des travaux pendant la phase de percement, la part des avenants reste inférieure à 10%⁴¹.

Dans le graphique ci-dessous, le CDF a examiné la part que représentent les contrats et les avenants par rapport aux coûts contractuels. Il permet de constater comment se répartit le total des coûts contractuels entre les contrats et les avenants.

Graphique 5 : Les parts des contrats et des avenants dans les coûts contractuels



Source : CDF (2009).

Pour le tunnel d'Opfikon, il n'existe pas d'information précise concernant le montant des avenants. Il n'a donc pas été possible de déterminer la part des avenants et la part des contrats de base.

Parmi les ouvrages sélectionnés par le CDF, la part des avenants par rapport aux coûts contractuels varie entre 4% (tunnel d'Uetliberg) et 23% (tunnels de la Roche St-Jean et d'Altendorf). Par conséquent, parmi les neuf objets pour lesquels le CDF a reçu des informations, plus de 85% des coûts sont couverts par les contrats de base signés avec les entreprises.

Pour le graphique ci-dessus, le CDF s'est intéressé aux objets dont la part des avenants dépasse les 15%. Les 23% d'avenants par rapport aux coûts contractuels pour le tunnel de la Roche St-

⁴¹ Pour davantage de détails, se référer aux descriptions des projets qui figurent dans le document séparé. Contrôle fédéral des finances (2009), Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés, août 2009. Voir : <http://www.efk.admin.ch>

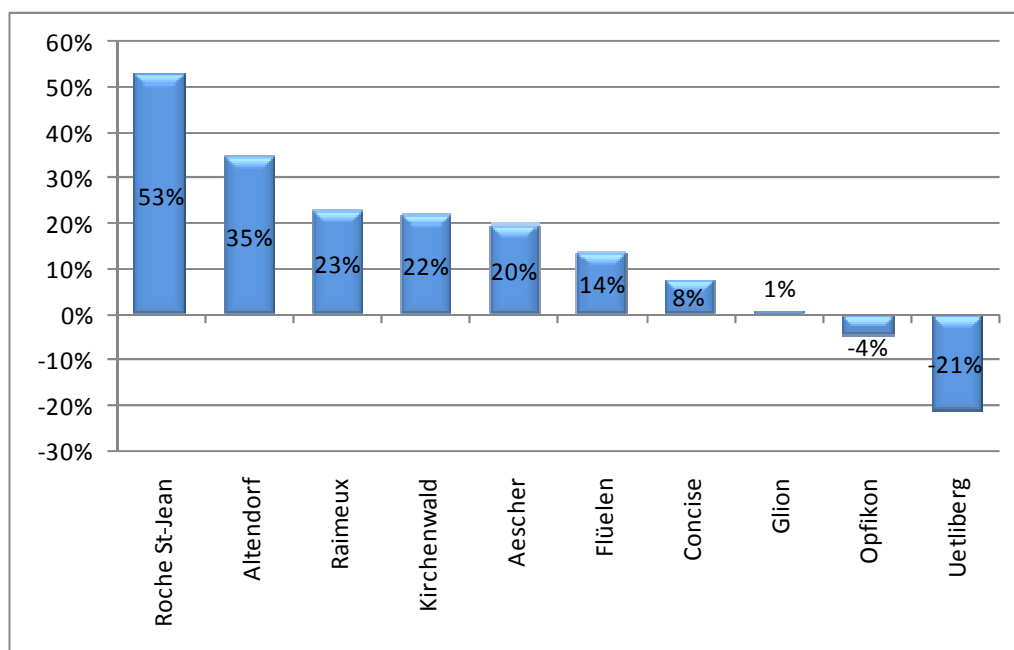
Jean s'expliquent en partie par des changements de prestations et de quantités pendant l'exécution des travaux. Le tunnel du Raimeux est également concerné puisque le maître d'ouvrage a traité les modifications de projets ou les changements de prestations de manière commune aux deux projets⁴².

Le recouvrement d'Altendorf dont la part des avenants s'élève à 23% et le tunnel du Kirchenwald dont la part des avenants s'élève à 21% ont connu d'importants changements de projet au niveau des équipements électromécaniques et spécifiquement pour le tunnel du Kirchenwald, suite à l'introduction de nouvelles normes de sécurité (nouveau concept d'aération, agrandissement des espaces à mettre à disposition pour la ventilation, etc.).

Les 20% d'avenants par rapport aux coûts contractuels pour le tunnel d'Aescher s'expliquent en partie par l'effondrement du tunnel en phase de percement.

Le CDF s'est intéressé à un autre indicateur qui se base cette fois-ci sur l'évolution des coûts entre les montants adjugés et les coûts finaux sans renchérissement. Le graphique ci-dessous présente les résultats de cette comparaison.

Graphique 6 : Evolution entre le montant d'adjudication et les coûts finaux sans le renchérissement



Source : CDF (2009).

⁴² Pour davantage de détails, se référer aux descriptions de ces objets qui se trouvent dans le document séparé, et notamment au point qui aborde les causes de l'évolution des coûts. Contrôle fédéral des finances (2009), Fiches techniques : analyse détaillée des dix ouvrages examinés, août 2009. Voir : <http://www.efk.admin.ch>

Les coûts finaux sans renchérissement des objets zurichois d'Opfikon, d'Uetliberg et d'Aescher sont une estimation. En effet, les coûts finaux réels (avec renchérissement) ont été transmis au CDF sans le détail concernant le renchérissement. Pour ces trois objets, le CDF l'a donc estimé à environ 10% de leur coût final total respectif.

Deux ouvrages ont coûté moins cher que ce qui a été budgétisé dans leurs contrats respectifs. Il s'agit du tunnel d'Opfikon (-4%) et du tunnel d'Uetliberg (-21%).

Pour le tunnel de Glion, la différence entre les contrats et les coûts finaux s'élève à 1% seulement. Les coûts finaux du tunnel de Concise sont également très proches des montants des contrats avec une différence de 8%.

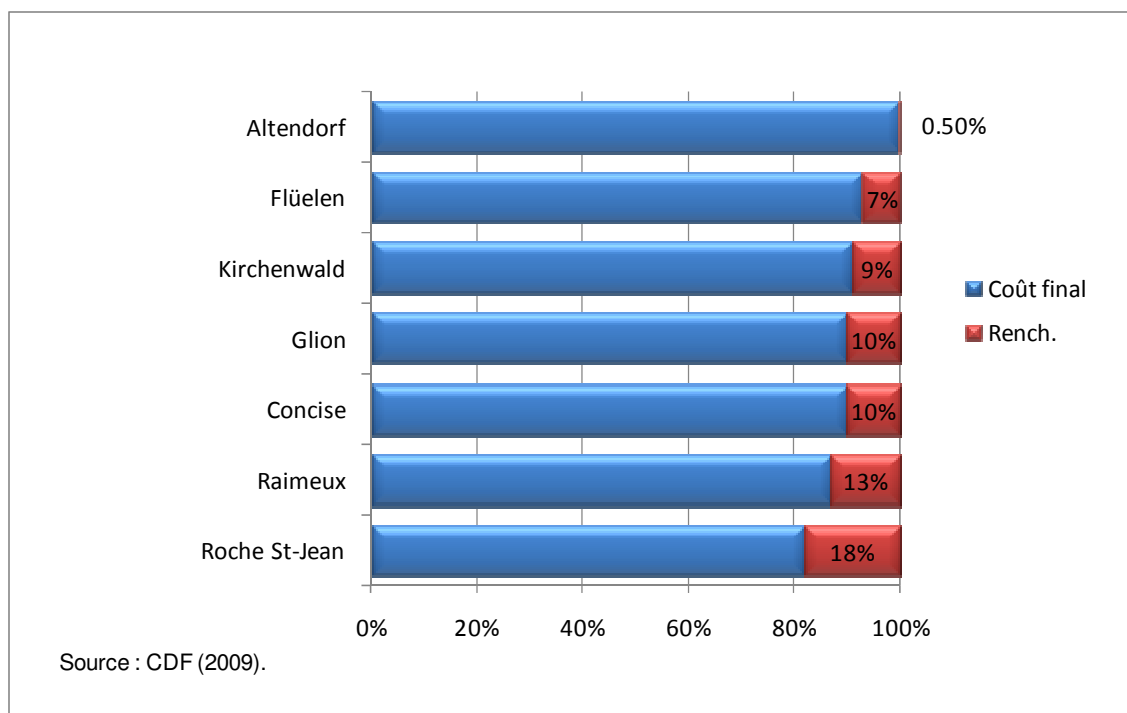
Pour le tunnel de la Roche St-Jean, la différence est très importante : les coûts finaux s'élèvent à 53% de plus que les montants des contrats. Dans une moindre mesure, le tunnel d'Altendorf fait état d'une différence de 35%.

Quatre projets (Raimeux, Kirchenwald, Aescher et Flüelen) montrent une évolution des coûts relativement similaire entre leurs contrats et les coûts finaux. Elle se situe entre 23% et 14%.

3.4 Les coûts liés au renchérissement

Le renchérissement effectif constitue une donnée qui peut être interprétée de différentes manières⁴³. A ce titre, il peut être comparé avec le devis de base mais également avec les coûts finaux. Le graphique ci-dessous présente la part du renchérissement effectif par rapport aux coûts finaux totaux.

Graphique 7 : Pourcentage du renchérissement par rapport aux coûts finaux totaux



A l'aide de ce graphique, on peut constater que le renchérissement effectif constitue entre 0,5% et 18% des coûts finaux pour sept projets analysés par le CDF. Les trois objets zurichois n'ont pas pu être analysés car les données concernant leur renchérissement effectif n'ont pas été transmises au CDF. Excepté les deux objets bernois du Raimeux et de la Roche St-Jean, dont le renchérissement se situe respectivement à 13% et 18%, tous les autres objets présentés ci-dessus font état d'un renchérissement inférieur ou égal à 10% des coûts finaux. Pour le tunnel de Concise et pour l'assainissement de Glion, il est également relativement important (+10% par rapport aux coûts finaux). Le résultat concernant le tunnel d'Altendorf qui présente un renchérissement effectif de 0,5% par rapport aux coûts finaux est minime par rapport aux autres projets.

⁴³ Le renchérissement effectif est calculé à partir de la date du dépôt de l'offre. Pour plus de détails, se référer à l'annexe 8, p. 114.

3.5 Le coût par voie de circulation et par mètre de tunnel

Dans ce sous-chapitre, il s'agit d'analyser les résultats selon deux indicateurs : le coût de construction par mètre de voie de circulation et par mètre de tunnel. Ces deux indicateurs qui comprennent à la fois les coûts de génie civil et d'électromécanique permettent de comparer les tunnels entre eux, quel que soit le type d'ouvrage, la longueur et le nombre de voies de circulation.

Tableau 4 : Analyse des coûts des tunnels par voie de circulation et par mètre de tunnel

Ouvrages	Voies de circulation	Longueur du tunnel (m)	Coûts de construction avec renchérissement	Coût de construction francs / m de voie de circulation	Coût de construction francs / m de tunnel
Tunnel du Raimeux	2	3'211	177'794'000	27'685	55'370
Tunnel de la Roche St-Jean	2	211	18'607'000	44'092	88'185
Tunnel du Kirchenwald	2	1'528	376'100'000	45'172	72'873
	2	1'637			
	1	1'996			
Recouvrement d'Altendorf	2 x 2	590	43'088'000	18'258	36'515
Tunnel de Flüelen	2	2'594	222'282'000	29'019	43'877
	1	2'472			
Assainissement de Glion	2 x 2	1'350	107'163'000	19'845 ⁴⁴	39'690
Tunnel de Concise	2	1'410	154'261'000	28'047	56'095
	2	1'340			
Recouvrement d'Opfikon	2 x 3	585	77'744'000	22'149	66'448
Tunnel d'Aescher	3	2'175	284'580'000	21'974	65'921
	3	2'142			
Tunnel d'Uetliberg	2 x 3	4'410	1'002'406'000	37'884	113'651

Source : CDF (2009). Les coûts sont indiqués en francs suisses.

⁴⁴ Les coûts ne concernent pas seulement l'assainissement des deux tubes mais également des éléments de construction annexes, tels que des parois anti-bruits et des ouvrages d'art situés entre les jonctions voisines.

La première constatation qui peut être faite sur ce tableau est qu'il existe de grandes différences de coûts entre les objets.

Le tunnel de la Roche St-Jean, avec un coût de 44'092 francs par mètre de voie de circulation, est particulièrement cher au regard de sa petite taille de 211 mètres seulement. De surcroît, ce tunnel ne nécessite aucune installation de ventilation. En comparaison, le tunnel du Raimeux construit à peu près simultanément par le même maître d'ouvrage et dans des conditions géologiques identiques est nettement moins cher avec un coût de 27'685 francs par mètre de voie de circulation.

Le coût de construction par mètre de voie de circulation pour le projet du tunnel du Kirchenwald est le plus élevé par rapport aux neuf autres projets. Cependant, ces coûts élevés sont explicables par la complexité de cet ouvrage : la géométrie est très compliquée puisque trois tubes en courbe composent ce tunnel, l'ouvrage intègre un demi-échangeur souterrain, des zones de portail particulièrement coûteuses, de même que des équipements électromécaniques et techniques spécifiques à ce tunnel.

En comparaison avec les autres objets analysés et notamment les tunnels, les coûts des recouvrements d'Opfikon et d'Altendorf sont moins importants. Cela s'explique par le fait qu'il s'agit d'ouvrages construits à ciel ouvert et qui ne nécessitent donc pas de percement. Les coûts de construction par mètre de voie de circulation pour le recouvrement d'Opfikon sont plus coûteux par rapport à Altendorf car ils comprennent également un élargissement du tracé (agrandissement de quatre à six voies de circulation).

Concernant l'assainissement du tunnel de Glion, les coûts sont relativement bas en comparaison avec les neuf autres projets. Mais cela s'explique pour une raison très simple : les travaux consistent en l'assainissement d'un tunnel déjà existant et ne comprennent pas le percement complet d'un tunnel qui génère les principaux coûts d'un projet. En comparaison avec l'assainissement du tunnel du San Bernardino dont le coût par mètre de voie de circulation s'élève à 17'924 francs, l'assainissement de Glion s'avère légèrement plus cher⁴⁵.

Les coûts de construction par mètre de voie de circulation pour les tunnels de Concise, Flüelen et du Raimeux sont très proches (entre 27'685 francs et 29'019 francs) avec une différence de moins 2'000 francs seulement.

On constate une différence de coûts entre les tunnels d'Aescher et d'Uetliberg. Les coûts pour le tunnel d'Uetliberg montrent une différence de plus de deux tiers par rapport au tunnel d'Aescher, alors que la longueur totale de ces deux tunnels est proche. Les coûts de construction de l'Aescher s'élèvent à 284'580'000 francs, alors que pour le tunnel d'Uetliberg ces mêmes coûts se portent à 1'002'406'000 francs. Concernant le tunnel de l'Aescher, les travaux de construction principaux ont été relativement avantageux (21'974 francs par mètre de voie de circulation). Pour le tunnel d'Uetliberg, ces travaux se sont avérés en revanche très chers.

Il n'existe pas de différence majeure en terme relatif entre des tunnels bi-directionnels et des tunnels unidirectionnels. De plus, la construction d'une galerie de sécurité n'est pas source d'importants coûts supplémentaires.

⁴⁵ Le tunnel du San Bernardino a une longueur de 6'600 mètres et comporte deux voies de circulation. Le coût total de l'assainissement s'est élevé à 236,6 millions de francs.

Tableau 5 : Récapitulatif des coûts de construction

	Fourchette des coûts au mètre de voie de circulation	Moyenne (francs suisses)
Tunnels	21'974 à 45'172	33'410
Recouvrements	18'258 à 22'149	20'204
Assainissement	19'845	19'845

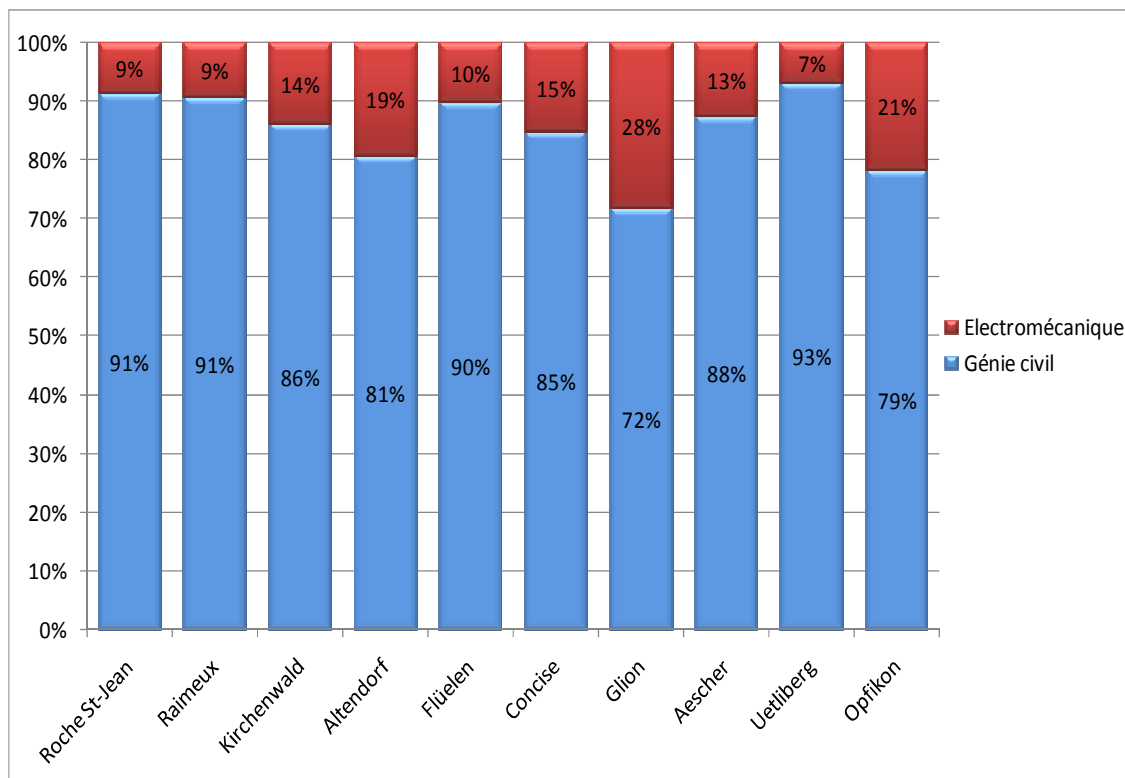
Source : CDF (2009).

Les coûts de construction au mètre de voie de circulation pour les recouvrements sont moins volatils que ceux concernant les tunnels. Lorsque les travaux comprennent le percement d'un tunnel ou d'une galerie, il y a davantage d'imprévus et, par conséquent, le contrôle des coûts peut s'avérer très variable selon les cas.

3.6 Répartition des coûts entre le génie civil et l'électromécanique

Le CDF a également examiné la part que représentent les équipements électromécaniques par rapport aux travaux principaux de génie civil. Le graphique ci-dessous indique la répartition entre les équipements électromécaniques et le génie civil par rapport aux coûts finaux des projets analysés.

Graphique 8 : Répartition des coûts finaux entre le génie civil et l'électromécanique



Source : CDF (2009).

Les équipements électromécaniques représentent entre 6,7% et 28,1% des coûts finaux (avec renchérissement). En moyenne, le coût des équipements électromécaniques s'élève à environ 13% des coûts finaux (moyenne calculée sans le tunnel de Glion dont la part des coûts pour les équipements est plus élevée puisqu'il s'agit d'un assainissement). Ainsi, le coût des travaux de génie civil se monte quant à lui à 87% des coûts finaux.

Pour le tunnel d'Uetliberg, le coût que représentent les équipements électromécaniques est très faible (6,7%). Cela pourrait être expliqué par l'importance des travaux de génie civil (Uetliberg constituant le plus grand tunnel de la sélection, avec 4,42 km de longueur) qui vient pondérer les coûts pour l'électromécanique.

L'opération qui concerne le tunnel de Glion étant principalement des travaux d'assainissement et de sécurisation, on constate une part plus importante des coûts pour les équipements électromécaniques (28,1%). Mais la plus grande part des coûts du projet concerne malgré tout le génie civil.

Tableau 6 : Analyse des coûts des équipements électromécaniques (EM) par voie de circulation et par rapport à la longueur des tunnels

Ouvrages	Voies de circulation	Longueur du tunnel (m)	Coûts pour l'EM	Coûts EM / m de voie de circulation	Coûts EM / m de tunnel
Tunnel du Raimeux	2	3'211	16'361'000	2'548	5'095
Tunnel de la Roche St-Jean	2	211	1'573'000	3'728	7'455
Tunnel du Kirchenwald	2	1'528	51'900'000	6'233	10'056
	2	1'637			
	1	1'996			
Recouvrement d'Altendorf	2 x 2	590	8'179'000	3'466	6'931
Tunnel de Flüelen	2	2'594	22'283'000	2'909	4'399
	1	2'472			
Assainissement de Glion	2 x 2	1'350	30'132'000	5'580⁴⁶	11'160
Tunnel de Concise	2	1'410	24'255'000	4'410	8'820
	2	1'340			
Recouvrement d'Opfikon	2 x 3	585	16'696'000	4'757⁴⁷	14'270
Tunnel d'Aescher	3	2'175	35'493'000	2'740	8'222
	3	2'142			
Tunnel d'Uetliberg	2 x 3	4'410	67'568'000	2'554	7'660

Source : CDF (2009). Les coûts sont indiqués en francs suisses.

Les coûts pour l'électromécanique par mètre de voie de circulation évoluent entre 2'548 (tunnel du Raimeux) et 6'233 francs (tunnel du Kirchenwald) avec une moyenne de 3'900 francs. Les coûts pour l'électromécanique par mètre de tunnel varient entre 4'399 francs (tunnel de Flüelen) et 14'270 francs (recouvrement d'Opfikon).

⁴⁶ Ce montant inclut également les coûts concernant les parties à ciel ouvert qui n'étaient pas isolables dans la documentation remise au CDF.

⁴⁷ Idem.

Concernant le tunnel de la Roche St-Jean, pour lequel aucune installation de ventilation n'a été construite (pas nécessaire pour un tunnel d'une longueur de 211 m), les coûts relatifs à l'électromécanique sont malgré tout plutôt élevés. Selon cet exemple, on peut donc aisément affirmer que les coûts pour les équipements électromécaniques sont proportionnellement plus élevés dans le cas d'un tunnel de courte taille que dans le cas d'un plus grand tunnel.

Pour le tunnel du Kirchenwald, les coûts pour l'électromécanique par mètre de voie de circulation sont les plus élevés parmi les dix projets retenus. Ces coûts sont à mettre en relation directe avec la complexité de l'ouvrage : il est composé de trois éléments (deux tubes à deux voies de circulation ainsi que le tunnel de liaison à une voie) et sa géométrie est très complexe (courbes, croisement des différentes voies à un point et déclivité). De plus, le concept de ventilation adapté à la complexité de cet ouvrage s'est avéré plus cher que pour les tunnels composés de tubes parallèles.

Pour les tunnels du Raimeux, de Flüelen, d'Aescher et d'Uetliberg, il s'agit d'ouvrages plutôt longs par rapport aux autres cas mais dont la part pour l'électromécanique est proportionnellement plutôt faible.

Pour les deux couvertures d'autoroute (Opfikon et Altendorf), le coût pour les équipements électromécaniques est relativement élevé. En comparaison avec l'ensemble des coûts finaux de ces projets, cette proportion est cependant plausible. Mais les coûts de l'électromécanique pour ces deux couvertures ne peuvent pas être comparés entre eux car dans le cas d'Opfikon, les coûts indiqués concernent également les parties à ciel ouvert. De manière générale, les coûts totaux des recouvrements sont inférieurs aux coûts des tunnels qui nécessitent un percement. Mais les coûts pour les équipements électromécaniques pour ces deux types de travaux restent à peu près les mêmes.

Il n'y a pas de différence importante entre les tunnels bi-directionnels à un seul tube et les tunnels qui comportent deux tubes. Cependant pour le tunnel du Raimeux, qui est un tunnel à double sens, la part de l'électromécanique apparaît moins chère que pour les autres tunnels.

On constate que dans le domaine de l'électromécanique, il y a relativement peu de surcoût. Par conséquent, la nouveauté technologique n'est pas forcément synonyme de surcoût dans le domaine de l'électromécanique. Contrairement au génie civil qui doit souvent faire face à des imprévus qui peuvent entraîner des coûts supplémentaires, les équipements électromécaniques restent généralement à un prix fixe, connu et déterminé à l'avance. En revanche, il est évident que des modifications dans le domaine des normes de sécurité peuvent conduire à des changements de projet dans le domaine de l'électromécanique. Cependant ces modifications ne sont pas forcément source de surcoûts importants. Des changements de projet pour l'électromécanique ont parfois une influence sur les coûts à la hausse ou parfois à la baisse.

En observant la colonne « coûts EM par mètre de voie de circulation », il est possible d'établir un rapport entre le coût de l'électromécanique et la longueur d'un tunnel. Cependant, il existe aussi des exceptions comme le tunnel du Kirchenwald pour lequel tous les éléments étaient particulièrement coûteux et pas seulement les équipements électromécaniques. Il s'agit de deux tubes indépendants l'un de l'autre, et dont la géométrie est particulièrement exigeante. La complexité de cet ouvrage se reporte donc sur les coûts, notamment ceux des équipements

électromécaniques et surtout ceux qui concernent les centrales de ventilation et d'extraction de l'air.

Tableau 7 : Récapitulatif des coûts pour les équipements électromécaniques

	Fourchette des coûts par mètre de voie de circulation	Moyenne (francs suisses)
Tunnels	2'548 à 6'233	3'589
Recouvrements	3'466 à 4'757	4'112
Assainissement	5'580	5'580

Source : CDF (2009).

3.7 Des multiples causes pour expliquer l'évolution des coûts

Sur la base des résultats obtenus, le CDF a cherché à déterminer les multiples facteurs qui ont pu avoir une influence sur l'évolution des coûts. Ainsi, le CDF a réalisé un listing regroupant les différentes causes de l'évolution des coûts parmi les dix projets retenus. Certains éléments n'ont qu'une influence légère sur les coûts (à la hausse ou à la baisse) alors que d'autres les influencent très fortement.

Adjudication des travaux : la cause principale de l'évolution des coûts

La différence entre l'estimation présentée dans le devis de base et les montants des contrats apporte des enseignements intéressants puisqu'il s'agit de l'évolution des coûts la plus importante parmi les dix cas sélectionnés, tant à la hausse qu'à la baisse. Cette différence dépend notamment de la situation du marché lors de l'appel d'offres public, donc de la concurrence, du montant budgétisé, de la qualité et du nombre d'offres reçues ainsi que du succès des négociations menées auprès des entreprises. Parmi les dix cas analysés par le CDF, les montants adjugés varient énormément et se situent entre 58% et 165% des montants devisés. Lors de l'adjudication des travaux, lorsque les montants des contrats sont inférieurs aux devis, on parle de « succès de la passation des marchés » (Vergabeerfolg). Parmi les dix cas sélectionnés, trois ouvrages ont été adjugés à près de 40% de moins que devisé (Raimeux, Roche St-Jean et Aescher). Pour trois autres ouvrages, la situation inverse s'est produite (Vergabemisserfolg) avec un dépassement de 65% pour le tunnel de Glion, de 38% pour Concise et de 24% pour Uetliberg.

Le renchérissement

Un important facteur ayant une influence sur les coûts est le renchérissement. Il s'agit ici d'un facteur externe au projet selon la terminologie développée notamment par Hans-Rudolf Schalcher, c'est-à-dire que le renchérissement est considéré comme un élément externe au projet et par conséquent non maîtrisable. Parmi les dix ouvrages analysés par le CDF, le renchérissement n'a généralement pas fait l'objet d'un soin particulier de la part du maître d'ouvrage. Tous les objets font état d'un renchérissement qui se chiffre entre 0,5% et 18,5% des coûts finaux des projets, c'est-à-dire en moyenne à 9% et cinq projets se situent dans une fourchette entre 7% et 13%⁴⁸. Ces données sont tout à fait plausibles bien que le CDF n'a pas reçu d'information complète concernant le calcul du renchérissement pour les dix projets sélectionnés. Ainsi, on ne connaît pas toujours les bases de calcul, ni la méthode de facturation et de comptabilisation et le CDF n'a pas trouvé de décompte séparé alors que les variations de coût doivent faire l'objet d'une facture spécifique⁴⁹.

⁴⁸ Pour les trois objets zurichois, le renchérissement n'a cependant pas pu être isolé.

⁴⁹ Les normes professionnelles SIA 118 et 121 donnent des indications concernant le calcul du renchérissement sur les contrats et les factures des entreprises. En revanche, il n'existe pas de règle précise sur l'intégration du renchérissement dans le décompte d'un projet.

Le devis

Tout manquement, imprécision ou oubli au niveau du devis de base peuvent également se révéler coûteux à un maître d'ouvrage et influencer à la hausse les coûts finaux des projets. En effet, des erreurs dans les quantités de matériaux ou dans les prestations à fournir peuvent parfois apparaître lors de l'établissement du devis. La série de prix que les entreprises remplissent dans l'appel d'offres doit en théorie contenir tous les éléments et toutes les quantités nécessaires à la réalisation de l'objet. Mais il arrive cependant que les quantités prévues soient mal calculées. Il arrive même que certains « petits travaux » qui nécessitent des matériaux spécifiques dont les quantités ne sont pas mentionnées dans la série de prix ne soient pas inclus dans le devis. Ainsi, lorsque les montants des contrats s'avèrent nettement moins chers que les devis, cela peut signifier que la passation des marchés s'est déroulée avec succès ou alors, que la qualité du devis n'était pas complètement satisfaisante. Au contraire, il arrive également qu'un devis de base soit calculé de manière plutôt conservatrice, en incluant des réserves sur les quantités et/ou sur les prix. Parmi les dix ouvrages sélectionnés, seuls trois (Opfikon, Flüelen et Altendorf) présentent une différence de moins de 10% entre les devis et les montants des contrats. Les autres ont des évolutions très variables, tant à la hausse qu'à la baisse.

L'appréciation de la géologie

L'appréciation de la géologie joue également un rôle des plus fondamentaux dans l'estimation des coûts de construction. La connaissance des conditions géologiques *in situ* est soumise à une part d'approximation susceptible d'engendrer des coûts supplémentaires lorsque des difficultés propres à l'environnement géologique apparaissent (chutes de bloc, effondrement, tassement, rupture du soutènement, etc.). Les tunnels de Concise et de l'Aescher ont tous les deux connu des difficultés géologiques⁵⁰. Dans le cas du tunnel de l'Aescher, les coûts finaux sont inférieurs au devis mais supérieurs au contrat avec une part de 26% d'avenants par rapport au contrat. Pour le tunnel de Concise la part des avenants ne s'élève en revanche qu'à 7% du montant des contrats.

Le maître d'ouvrage est donc tenu de faire une analyse de risques géologiques et géotechniques suffisante pour se prémunir de tout aléa géologique et contre toutes les incertitudes naturelles potentielles et pour orienter son choix concernant la méthode de percement. Il doit en effet évaluer concrètement le rapport coût / utilité des sondages et des reconnaissances géologiques. Vaut-il mieux économiser un sondage et affronter le risque de coûts supplémentaires si une zone difficile est découverte pendant le percement ? Les tunnels du Raimeux et de la Roche St-Jean ont fait l'objet de reconnaissances géologiques pendant leur phase de planification. Malgré ces précautions, de nombreuses difficultés ont été rencontrées lors de la réalisation. Le coût estimé pour la galerie pilote du Raimeux est d'environ 5,4 millions de francs, ce qui correspond à moins de 0,5% du coût total de la construction du tunnel.

⁵⁰ Lors du percement de la galerie de sondage du tunnel de Concise, le tunnelier est resté bloqué pendant quelques mois, ce qui a entraîné une multitude de changements au niveau du projet et même, au niveau de la planification et du programme des travaux.

La technique de percement

La gestion des risques liés à la technique de percement constitue le grand défi du chef de projet. Le choix de la méthode de percement passe concrètement par une phase de définition des risques et d'analyse de leurs conséquences sur le projet. Cette analyse des risques est très complexe et peut parfois conduire à des mauvais choix dans la méthode de percement. Le tunnel de l'Aescher a connu un effondrement lors du percement. La cause de cet incident majeur se trouve dans le choix de la méthode d'excavation qui n'était pas adéquate aux conditions géologiques. Cette méthode proposée par l'entreprise avait été acceptée par le canton pour des raisons financières et technique en dépit des risques qu'elle comportait. Suite à cet effondrement, il a fallu changer de méthode en cours de percement et reprendre la méthode initialement prévue dans le projet de détail. Il s'agit de la méthode stabilisation du terrain par injection (Jetting-Verfahren)⁵¹.

Les avenants

Les changements de projet traités la plupart du temps sous la forme d'avenants sont généralement source de coûts supplémentaires, même si cela ne se vérifie pas dans tous les cas. Que cela consiste en l'ajout d'une dalle intermédiaire ou de tout autre élément de construction non prévu initialement ou encore d'une volonté d'adapter les travaux en fonction des nouvelles exigences de sécurité (facteur externe au projet), toute modification de projet traitée la plupart du temps sous la forme d'avenant, influence le coût de la facture finale. Le graphique 4 qui concerne le pourcentage des avenants montre bien la part des prestations réglées dans le contrat de base et la part des prestations réglées au cours des travaux, par le biais d'avenants au contrat. Le contournement de Flüelen est ici tout à fait illustratif puisqu'à la suite de l'introduction de nouvelles normes de sécurité dans les tunnels, une galerie de sécurité pouvant servir de voie de fuite en cas d'incendie a été ajoutée au projet (approbation du projet par le DETEC en mai 2005). Il s'agit d'un changement tardif mais nécessaire pour la sécurité des usagers. Il a eu des répercussions financières de l'ordre de 20 millions de francs, ce qui correspond à environ 10% du devis de base ou 9% des coûts finaux totaux.

L'assainissement du tunnel de Glion est ici un bon exemple pour illustrer les dérives financières que peuvent entraîner les changements de projet. De nombreuses prestations non prévues dans le projet de départ ont été exécutées pendant les travaux. Ainsi, plus de 250 contrats ont été attribués au fur et à mesure de la réalisation pour des travaux de toutes sortes dans des domaines très variés tels que la signalisation et le marquage, la défense incendie, l'assistance et le conseil au maître d'ouvrage, etc. et ont ainsi largement augmenté le coût final du projet sans renchérissement qui s'élève à +168% du devis de base.

⁵¹ *Le tunnel de Moutier constitue un cas d'école pour illustrer cette mauvaise analyse des risques géologiques et de la méthode de percement. A la fin février 2003, la progression du tunnelier a été stoppée pendant deux années à 200 mètres du portail sud du tube aval par un terrain disloqué et gorgé d'eau. Différentes explications se trouvent à la base de cet incident aux répercussions fâcheuses (avenant de 158 millions de francs pour financer les dégâts). L'une suggère que le choix du tunnelier (prêt ou rapidement disponible pour commencer les travaux) n'était pas forcément adapté aux conditions géologiques. Le choix d'attaque par le haut dans un terrain meuble n'est pas non plus très judicieux. Une autre explication suggère que les sondages de reconnaissances n'ont pas été suffisants. Suite à l'arrêt du tunnelier, des nouveaux sondages ont été effectués et ont d'ailleurs permis de découvrir une seconde zone géologiquement difficile à une centaine de mètres devant le tunnelier.*

Mais certaines décisions prises pendant la construction peuvent également influencer les coûts à la baisse. Par exemple, la réutilisation du matériau excavé, la modification de la superstructure de la route, le choix d'une autre étanchéité de béton ou la mise en commun d'installations de chantier avec d'autres lots peuvent permettre quelques économies sur les investissements prévus initialement. Parmi plusieurs objets analysés, des économies ont pu être réalisées sur certaines parties du projet. C'est notamment le cas du recouvrement d'Altendorf pour lequel une économie de 650'000 francs a été réalisée en renonçant à des mesures d'étanchéité du béton. Mais concrètement, cette économie correspond seulement à 2% des coûts finaux totaux.

Les importantes modifications et variations de projet liées au domaine de l'électromécanique ont des effets assez contrastés sur l'évolution des coûts des projets. Pour le tunnel du Kirchenwald, le CDF a pu remarquer une évolution des coûts à la hausse lorsqu'il a fallu agrandir les locaux à mettre à disposition pour l'électromécanique.

Les délais

Une prolongation des délais contractuels lorsque, pour de multiples raisons, l'exécution des travaux dure plus longtemps que prévu, peut être source de coûts supplémentaires à la charge du maître d'ouvrage. Pour éviter ce genre de contretemps, il est impératif pour le maître d'ouvrage de mettre en place une planification des travaux extrêmement fine accompagnée d'objectifs clairs et définis. Ou alors, dans le cas où des événements imprévus compliquent l'avancement des travaux, trouver un moyen pour progresser de manière différente sans rallonger la durée totale de la réalisation. L'exemple du percement du tunnel de Concise est à ce titre tout à fait illustratif. De nombreux changements par rapport au programme initial des travaux ont eu lieu à cause des zones karstiques rencontrées lors du percement de la galerie de sondage. La réactivité du maître d'ouvrage face à cet imprévu s'est avérée payante puisque les retards dans l'exécution des travaux ont pu être évités au maximum. Il est cependant difficile de chiffrer le coût engendré par ces imprévus. En outre, un programme des travaux raccourci par rapport au temps de construction prévu initialement peut influencer les coûts à la baisse, notamment au niveau des prévisions concernant le renchérissement. Le CDF n'a cependant pas trouvé d'exemple concret parmi les dix objets.

L'organisation de projet

L'organisation de projet a également une influence sur l'évolution des coûts. Une organisation de projet mal coordonnée et mal gérée peut être absolument dévastatrice pour la conduite d'un projet de construction. Les études de cas que le CDF a menées ont toutes démontré combien un projet est complexe et combien une direction de projet doit être « forte » pour faire face à toutes les difficultés, tous les imprévus et toutes les pressions inévitables qui font intrinsèquement partie du domaine de la construction. Cet aspect-là est abordé de manière approfondie dans les deux chapitres suivants.

A travers l'analyse des différentes causes de l'évolution des coûts pour les dix projets retenus, le CDF a constaté que de nombreux éléments ont une influence financière plus ou moins importante et variable sur les coûts d'un ouvrage souterrain. Cependant, l'hypothèse de Bent Flyvbjerg selon laquelle les coûts finaux effectifs des projets de construction souterraine dépasseraient en moyenne de 34% les coûts estimés ne s'est pas confirmée par les résultats obtenus dans les dix ouvrages analysés. Le CDF a constaté que l'évolution des coûts varie selon les cas et se chiffre en moyenne plutôt à 20% de plus que les coûts estimés. La principale cause de l'évolution des coûts se situe entre le devis de détail et la phase d'adjudication, lors de l'attribution des contrats où les études de cas ont démontré une variation de coûts très importante, tant à la hausse qu'à la baisse. Les résultats du CDF se rapprochent beaucoup de l'un des constats de Lombardi qui remet en question « la foi inébranlable dans le devis ». En effet, les études de cas ont montré combien les montants estimés dans les devis peuvent être éloignés des valeurs effectives des contrats. La précision et la fiabilité des devis ne s'avèrent pas toujours satisfaisantes. De grandes variations ont été constatées tant en amont qu'en aval du devis.

4 La gestion de projet

Ce chapitre a pour but de mettre en lumière les bonnes pratiques qui permettent la maîtrise des coûts et des risques, mais il vise aussi à relever les multiples difficultés et problèmes spécifiques qui peuvent se poser au niveau de la gestion de projet et la gestion des coûts, tant pour les autorités de surveillance que pour les maîtres d'ouvrage. Il s'agit en d'autres termes de faire un état des lieux du fonctionnement global de la maîtrise de projet de travaux souterrains sur la base de retours d'expériences récentes et d'évaluer la qualité des multiples processus en vigueur.

Parmi les dix projets retenus, le CDF a pu constater une grande hétérogénéité au niveau de leur gestion générale. Certains projets montrent une qualité de gestion visible dans l'élaboration de la documentation de base (rapports techniques et devis estimatifs pour chaque étape de la planification, rapports d'étape complets et précis, évolutions de coûts justifiées et documentées, etc.). D'autres projets se sont révélés plus habiles dans la gestion des risques (bonne réaction face à un événement majeur pendant le percement ou face à des tensions dans l'organisation de projet). Mais on trouve rarement un projet dont la gestion générale de projet est satisfaisante à tous les niveaux. Ces différents aspects de gestion de projet seront donc abordés dans ce chapitre.

4.1 Une directive peu utilisée pour les ouvrages examinés

La gestion de projet de construction est certes complexe mais il existe de nombreux documents et guides adressés aux professionnels de ce domaine et aux maîtres d'ouvrage. L'ensemble de cette documentation vise à les soutenir dans tout le déroulement d'un projet afin qu'ils adoptent un management efficace, clair et transparent.

Les recherches menées par le CDF ont révélé que les directives OFROU sur le développement des projets des routes nationales n'ont pas été ou sont trop peu utilisées par les cantons, malgré la richesse des informations qu'elles recèlent. Les indications pratiques et les nombreux éclaircissements que ces directives donnent par exemple sur la réalisation des étapes du projet définitif ou du projet de détail sont un soutien qui peut être très utile aux maîtres d'ouvrage. Ces directives leur ont certes été transmises de manière officielle par l'OFROU et fait l'objet de cours de formation à l'intention des maîtres d'ouvrage pour garantir la meilleure diffusion possible mais ces précautions n'ont pas été suffisantes. Plusieurs explications peuvent être avancées. Pour les dix projets examinés par le CDF, la raison principale est le fait que les travaux ont débuté avant l'adoption de ces directives qui ne datent que de 2001. Par ailleurs, l'expérience et la pratique dans le domaine de la construction priment souvent sur les aspects « théoriques » et « administratifs ». Ainsi, le fait que les projets soient gérés par des chefs de projet ayant une grande expérience dans le domaine de la construction implique également que ces mêmes chefs de projet font partie d'une génération qui n'a pas eu l'habitude de travailler avec ces directives publiées relativement tard par rapport à l'état d'avancement des travaux de construction du réseau des autoroutes nationales. Pour un chef de projet, il peut paraître plus logique de rester avec un même système de gestion tout au long du projet. Dans le cas du contournement de Roveredo (A13), le CDF a constaté que les directives de l'OFROU ont été appliquées de manière plus systématique. Mais c'est également un projet dont la planification est relativement récente par rapport aux dix autres cas. L'adoption et l'application de ces documents est un processus qui peut s'étaler sur plusieurs années, voire même sur une dizaine d'années. De plus, le fait que ces directives ne soient pas contraignantes et

peut-être pas toujours bien vendues auprès des maîtres d'ouvrage n'a certainement pas favorisé leur utilisation. Lorsqu'un document n'est pas contraignant, il est commun d'observer que son application est limitée « au bon vouloir » du responsable de projet. Si ce dernier n'est pas convaincu par les avantages de ce document, il y a de fortes chances qu'il reste inutilisé et méconnu des autres intervenants. Enfin, leurs contenus recoupent des éléments déjà connus et traités dans d'autres normes, ce qui peut rendre leur éventuelle application plus compliquée. Parmi les nombreux intervenants du domaine de la construction rencontrés dans les cantons et auprès desquels le CDF s'est adressé, un nombre très restreint avait une connaissance détaillée du contenu de ces directives. Cet exemple illustre parfaitement le fossé qu'il peut exister entre les techniciens et les gestionnaires. Alors que les premiers sont plutôt orientés sur la pratique avec un métier qui consiste à construire des infrastructures, les seconds s'intéressent à la maîtrise financière et aux instruments de gestion applicables aux projets de construction. Ils ne pratiquent par conséquent pas le même métier et n'ont donc pas toujours les mêmes priorités. C'est peut-être l'une des raisons pour lesquelles l'application des directives de l'OFROU n'a pas été jugée comme prioritaire par les maîtres d'ouvrage concernés.

4.2 Pas de trace d'un journal de projet « officiel »

Dans le domaine de la construction, le journal de projet est un élément important pour le suivi du projet car il assure ainsi une trace de tout « l'historique » d'un projet de construction. Sorte de carnet de bord, il permet à lui seul de consigner toutes les grandes décisions avec leur justification, les modifications ou les adaptations de projet et leurs incidences financières, les grandes étapes de percement ou de construction (travaux importants effectués) ainsi que les éléments principaux de la correspondance avec les différents acteurs impliqués. Capitaliser les données et les observations relatives à la réalisation des travaux permet un partage optimal des informations, facilite les échanges entre les différents intervenants et aide à la constitution des dossiers de l'ouvrage (historique du projet et de l'ouvrage). Par ailleurs, la tenue d'un journal de projet a également été plébiscitée par le groupe de travail « Standards dans la construction des routes nationales ». Ce groupe de travail constitué pour réfléchir à différentes mesures permettant d'éviter l'augmentation des coûts a considéré le journal du projet comme étant un outil indispensable à une bonne gestion de projet. Une autre mesure défendue par le groupe de travail concerne la transparence des modifications apportées aux projets et de l'influence des tiers et qui exige que « l'historique du projet doit faire preuve de transparence et pouvoir être reconstitué en tout temps. La tenue d'un journal de projet est donc indispensable »⁵².

Concrètement, c'est à la direction de projet qu'incombe la tenue de ce journal ainsi que sa mise à jour régulière. Le CDF a cependant constaté qu'en pratique, les directions des dix projets sélectionnés n'ont pas systématiquement élaboré ni tenu de journal de projet. Il est certes bien probable que les chefs de projet aient produit leur propre carnet manuscrit dans lequel ils inscrivaient leurs propres notes et commentaires concernant l'évolution du projet, mais par contre, il n'existe aucun journal de projet officiel et archivé. Il est regrettable que cette richesse d'informations et de connaissances reste limitée à quelques personnes car la traçabilité du projet

⁵² Cette mesure fait partie d'un catalogue de treize mesures préconisées dans le rapport sur les standards. Celles-ci décrivent les points faibles du déroulement d'un projet et proposent des améliorations concrètes. Le 27 avril 1998, le Conseil fédéral a décidé l'application de douze de ces treize mesures.

et des décisions devient incertaine. Ainsi, il a par exemple été difficile de définir si l'OFROU est intervenu et surtout à quel niveau du projet. L'expérience acquise tout au long de l'avancement du projet risque de se perdre alors qu'elle pourrait servir à d'autres constructions. C'est directement auprès des chefs de projet ou auprès de leurs successeurs qu'il a fallu se renseigner pour retrouver la trace des étapes marquantes de chaque projet ainsi que les informations concernant les évolutions de coûts. La plupart des personnes interrogées ont pu de mémoire rendre précisément compte des événements-clés et des décisions importantes qui se rapportaient à leur projet. Les choses ont été en revanche plus compliquées lorsque le chef de projet avait changé ou était à la retraite. En revanche, le contournement de Roveredo dans le sud du canton des Grisons, dont les travaux de percement du tunnel de San Fedele ont débuté en 2009, est un bon exemple concernant la tenue d'un journal de projet. Y sont indiqués de nombreux éléments dont les mesures prises et leurs conséquences financières. Ce projet est en revanche nettement plus récent que les dix autres cas analysés par le CDF et sera explicité de manière plus approfondie au chapitre 6.

4.3 Des rapports d'étape de qualité variable

Outre le journal de projet, la direction de projet est également tenue de rédiger des rapports trimestriels ou rapports d'étape pour assurer le controlling des projets et le suivi financier. Il s'agit là d'une documentation périodique informant de l'avancement des travaux qui est notamment destinée au maître d'ouvrage et à l'OFROU. Selon la directive OFROU sur le développement des projets, ces rapports d'étape devraient comporter plusieurs chapitres dont un plan de situation, les principaux événements ayant marqué la période sous revue, l'avancement des travaux, le suivi écologique des travaux, des informations concernant l'évolution des coûts, l'actualisation des coûts finaux estimés, les problèmes particuliers et d'autres points essentiels.

Parmi les dix projets retenus, le CDF a découvert plusieurs types de rapports trimestriels rédigés par les directions des travaux. Ainsi, chaque canton possède un style de rapport particulier, de qualité très variable et qui dépend souvent de l'initiative du mandataire. Le CDF a par exemple pu constater une bonne qualité des rapports trimestriels élaborés pour le contournement de Flüelen. A leur lecture, ces rapports se sont avérés très précis et abordaient de manière transparente différentes questions cruciales, telles que la gestion de projet, les appels d'offres, la conduite des travaux de construction, les coûts, la comparaison des coûts effectifs avec le devis et justificatifs en cas de dépassement des coûts, les changements de projet et les surcoûts qu'ils impliquaient, les délais et les impacts sur l'environnement. D'autres maîtres d'ouvrage ont en revanche révélé de grandes lacunes à ce niveau en réalisant une documentation peu systématique, peu pertinente ou pire, en n'ayant rien effectué du tout. C'est notamment le cas des projets d'Opfikon, de Concise, de Glion, du Raimeux et de la Roche St-Jean. Cette absence d'intérêt à établir ce genre de documentation n'est cependant pas seulement imputable aux services cantonaux des ponts et chaussées. L'OFROU, en tant qu'autorité de surveillance et destinataire principal des rapports trimestriels, est tout à fait en mesure de demander une meilleure qualité de la part des auteurs de ces rapports. Une bonne qualité des rapports d'étape va de paire avec un bon management de projet ou en constitue en tout cas un des éléments de base. Mais la question à poser ici si situe plutôt au niveau de l'intérêt que porte l'OFROU vis-à-vis de ces rapports. Le CDF n'a en effet pas pu déterminer le réel usage qu'il en est fait.

4.4 Une gestion des avenants peu rigoureuse

Un des éléments caractéristiques d'une bonne conduite de projet se dessine également au niveau de la gestion des avenants. En effet, le nombre d'avenants ainsi que le volume financier qu'ils représentent par rapport aux coûts devisés constituent un indicateur pour évaluer la gestion générale d'un projet. Il existe deux types d'avenants :

- Avenants pour des changements de projet,
- Avenants pour des modifications de quantités.

Alors que certains projets étudiés par le CDF ont des avenants globaux qui regroupent plusieurs changements de projet comme c'est le cas pour les tunnels du Raimeux et de la Roche St-Jean, d'autres font état d'avenants détaillés pour chaque changement de projets et/ou de quantités. La pratique se révèle donc différente selon les cas. L'utilisation d'un avenant peut aussi avoir lieu lorsqu'un changement de projet induit des coûts à la baisse, c'est-à-dire des économies, suite à une décision de la part du maître d'ouvrage⁵³.

Lorsque de grandes modifications de commandes ou de prestations doivent avoir lieu, le maître d'ouvrage est tenu de présenter une demande de crédit supplémentaire auprès de l'OFROU qui dispose alors d'un délai d'un mois pour prendre une décision⁵⁴. C'est seulement après la décision de l'OFROU que le maître d'ouvrage peut en informer l'entrepreneur et procéder à un nouvel appel d'offres public. Pour tous les autres marchés, l'OFROU doit être averti avant le début des travaux. C'est par le biais d'un avenant au contrat que les coûts d'un changement de projet (non prévu dans le contrat de base) sont pris en compte et comptabilisés⁵⁵. De manière générale, les prix complémentaires sont établis de la même manière que les prix du contrat, c'est-à-dire à partir de la même base de calcul et selon la série de prix⁵⁶. L'art. 47 de l'ORN (valable jusqu'au 31 décembre 2007) précise quelques points importants : les cantons doivent adresser une demande d'approbation à l'OFROU pour les travaux d'un montant à partir de deux millions de francs et pour le domaine de l'entretien à partir d'un million de francs.

Il arrive souvent que le maître d'ouvrage ou l'OFROU exigent un changement de projet. Le CDF s'est intéressé à comprendre comment le système de gestion des avenants fonctionne en pratique et a pu constater que l'approche officielle n'est pas toujours suivie de manière très rigoureuse, qu'il n'existe pas ou peu de contrôle de la part de l'OFROU et que de nombreuses imprécisions résident à différents niveaux. Pour les dix tunnels sélectionnés, tous ont connu un certain nombre de changements de projet qui ont été traités par le biais d'avenants. Mais, alors que certains ont fait

⁵³ Il existe cependant un risque à ce niveau. En effet, il peut arriver que les économies réalisées sur certains travaux ou certaines quantités de matériau (décision d'utiliser un béton moins coûteux que prévu initialement) ne soient comptabilisées et qu'elles servent finalement à financer d'autres éléments de l'ouvrage. Le CDF n'a cependant pas trouvé une illustration concrète à cette hypothèse.

⁵⁴ Initialement, l'OFROU prévoit 15% de plus pour chaque contrat. Une demande de crédit supplémentaire est nécessaire lorsque cette « réserve » de 15% est dépassée.

⁵⁵ Ou par le biais de régies dont les tarifs sont édités par la Société Suisse des Entrepreneurs (SSE). Généralement, 5% de travaux en régie sont prévus dans les contrats d'entreprise. Les travaux de régie sont des « petits » travaux complémentaires de toute nature qui peuvent survenir en tout temps, pendant l'exécution des travaux. Ils n'entraînent généralement pas des coûts supplémentaires importants. C'est pour cette raison qu'ils sont tarifés de manière spécifique.

⁵⁶ Norme SIA 118 « Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten », art. 86.

l'objet d'une approbation préalable de l'OFROU, d'autres n'ont pas suivi cette procédure. Ainsi, certaines directions de projet ont par exemple géré leurs changements de projet par le biais d'une quantité importante d'avenants individuels ou globaux d'un montant inférieur à deux millions de francs et donc non soumis à l'approbation préalable de l'OFROU. Cette pratique de gestion peut signifier deux choses : d'une part, le projet de détail a été approuvé alors qu'il n'était pas complet et que toutes les prestations à fournir n'étaient pas décrites dans leur intégralité et d'autre part, que l'estimation des coûts sur laquelle se sont basées les instances de décision pour approuver le projet était erronée puisque de nombreux éléments n'y figuraient pas. Gérer les changements de projet par le biais d'avenants peut comporter plusieurs avantages pour un maître d'ouvrage qui gère un projet dans l'urgence : la procédure de libération des crédits est beaucoup plus rapide puisqu'une simple annonce à l'OFROU est suffisante. De cette manière, le maître d'ouvrage n'est pas retardé par des démarches administratives qu'il juge parfois longues et pesantes et qui pourraient retarder l'avancement du chantier. Régler les changements de projet par le biais d'avenants au contrat est finalement assez pratique tant pour la direction de projet que pour l'OFROU et peut se faire au fur et à mesure de l'exécution des travaux. A ce titre, le CDF n'a pas trouvé de trace d'une éventuelle opposition que l'OFROU aurait émise à une demande de crédit supplémentaire. Un autre vice de procédure a pu être constaté dans la gestion des avenants. Il s'agit du renchérissement des projets du tunnel du Raimeux et de la Roche St-Jean gérés par le canton de Berne qui a été traité sous la forme d'un avenant, ce qui ne devrait théoriquement pas être le cas.

Au final, une certaine marge de manœuvre est admise par l'OFROU et les cantons n'ont pas toujours mis en place une procédure rigoureuse de gestion des avenants.

4.5 Une qualité des devis très inégale

Le devis est considéré comme la base financière et décisionnelle de tout projet de construction. Les premières estimations sont constituées à l'aide d'exemples d'ouvrages comparables et par le calcul des avant-métrés ainsi que du prix de chaque poste⁵⁷. Le politique et/ou le peuple doivent fonder leur décision de construire un ouvrage sur la base du projet définitif et du devis qui l'accompagne. En pratique, le CDF a constaté que les autorités d'approbation des projets ne se prononcent pas automatiquement sur le projet définitif. Pour les projets du Kirchenwald, d'Aescher, d'Uetliberg, de Concise, l'approbation officielle n'a eu lieu qu'à l'étape du projet de détail. Pour Glion, c'est à l'étape de l'avant-projet que le projet a été approuvé.

Le devis doit donc contenir des indications suffisamment précises concernant les coûts d'un projet afin que les autorités compétentes puissent connaître le montant approximatif des besoins financiers et mettre en place un budget prévisionnel. Le projet de détail est également accompagné d'un devis qui sert alors de base pour l'appel d'offres et la passation des marchés. Enfin, c'est également sur la base du devis qu'une fois les travaux achevés, il est possible de comparer les coûts finaux et estimer les évolutions de coûts. Par conséquent, un devis doit être particulièrement soigné et précis car tous les éléments du projet sont présentés dans le détail avec

⁵⁷ *Un avant-métré est le calcul de quantité de matériaux et de main-d'œuvre nécessaire à la réalisation d'un ouvrage donné.*

l'estimation des coûts y relative. Il est donc essentiel d'y investir suffisamment de temps pour atteindre une qualité adéquate.

Le projet de détail de chaque objet de construction et le devis qui l'accompagne déterminent les coûts de construction effectifs. Les quantités et les prix correspondants qui figurent pour chacune des rubriques sont remplis par le maître d'ouvrage ou par un bureau d'ingénieurs externe. Le catalogue des articles normalisés (CAN) contient toutes les descriptions des prestations et les bases de calcul des prix⁵⁸.

La démarche d'évaluation d'un devis d'un projet distingue deux choses :

- Le prix de référence de l'objet (unité / quantité / prix par unité), c'est-à-dire le coût théorique idéal, selon les différents travaux à effectuer,
- Le coût d'objectif du projet qui intègre un certain pourcentage de risques, à savoir 10% pour ce qu'on désigne par « divers et imprévus ».

Dans la pratique, il s'avère cependant que la qualité des devis pour l'approbation et pour la mise en soumission est très variable. Afin d'établir un devis plutôt conservateur qui admet donc une estimation assez large des coûts des travaux, il est possible d'y introduire des réserves par position sur les quantités et sur les prix. Un devis peut également dissimuler différentes incertitudes ou imprécisions au niveau des quantités ou des prestations lorsque la maturité d'un projet n'est pas suffisante ou que les délais accordés pour l'étude des prix sont trop serrés. Les ouvrages du Raimeux et de la Roche St-Jean qui font état de nombreux avenants pour modifications de quantités et de prestations sont ici des exemples tout à fait illustratifs.

Le CDF a constaté qu'il n'existait pas forcément d'analyse et de contrôle critique du devis. Pour les dix cas analysés, de grandes différences entre le devis et les contrats ont été remarquées. Les tunnels du Raimeux et de la Roche St-Jean ainsi que le tunnel de l'Aescher attestent même d'une baisse d'environ 40% entre le devis et les contrats. Il est évident que de nombreux facteurs peuvent entrer en ligne de compte lorsqu'on constate de telles variations, comme la conjoncture ou la disponibilité des entreprises au moment de l'appel d'offres. Mais lorsque les montants des contrats atteignent 40% de moins que les estimations faites dans les devis, il est légitime de se demander si la qualité du devis n'est pas également à remettre en question. Prévoir « un peu plus large » permet certes de garder une certaine flexibilité en cas d'imprévus ou de changements de projet mais prévoir « beaucoup trop large » altère la transparence d'un projet et rend plus difficile la traçabilité des coûts. Le principe de la précision des coûts du projet définitif qui doit être de +/-10% et pour le projet de détail de +/-5% et recommandé dans les directives de l'OFROU répond exactement à cette question de flexibilité. Une marge de manœuvre de +/-10% permet de gérer des imprévus mais au-delà de cette limite, la transparence d'un projet n'est plus assurée.

Par ailleurs, un coût final inférieur au devis de base ne constitue pas un indicateur suffisant pour considérer qu'un projet a été bien géré. En effet, le coût final d'un projet a plus de probabilité d'être inférieur lorsque le devis est estimé très généreusement. Ainsi, il peut arriver que des autorités de

⁵⁸ Le Catalogue des articles normalisés (CAN) du Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction (CRB) présente une structure uniforme et claire pour l'établissement du devis descriptif. Pour qu'il soit approprié, le devis descriptif énumère de manière claire et complète les différentes prestations dont se compose le travail mis en soumission (SIA 118 art. 8, al. 1).

surveillance aient certains doutes sur la qualité d'un devis. Dans un tel cas, elles peuvent demander une opinion complémentaire de la part d'un expert externe.

Encadré 2 : Un deuxième avis pour le devis du tunnel du Raimeux

Pendant la phase de planification du tunnel du Raimeux, des doutes sont apparus à propos du degré de précision du devis de base et de l'estimation des coûts qui ont été faits aux stades de l'avant-projet et du projet général. Le Contrôle des finances du canton de Berne a donc confié un mandat au bureau d'ingénieurs Lombardi SA pour obtenir un avis d'expert sur l'estimation des coûts de ce projet. Le rapport terminé en septembre 1998 suggère que les estimations faites dans le devis de base sont trop généreuses⁵⁹. Un suivi a par la suite été instauré et un deuxième rapport a été réalisé avec les prises de positions du Service des ponts et chaussées du canton de Berne. Cependant, malgré ces différents moyens mis en place pour améliorer l'estimation des coûts du tunnel du Raimeux, il est difficile de savoir quel effet réel a eu ce rapport. Par ailleurs, le CDF a constaté une différence à la baisse de 36% entre le devis et les contrats.

4.6 L'existence d'une marge de manœuvre dans l'attribution des crédits

Le mécanisme du financement des projets de construction est assez complexe. Un budget prévisionnel est approuvé par le DETEC au stade du projet définitif mais c'est seulement juste avant le début des travaux que le crédit est libéré par l'OFROU. Ce crédit se base sur les montants des contrats, c'est-à-dire sur l'adjudication des travaux à l'entreprise sélectionnée. Du côté de l'OFROU, le financement prévu comporte toujours un supplément de 15% par rapport au montant du contrat d'entreprise. Ainsi, à chaque montant d'attribution de travaux, l'OFROU y ajoute systématiquement 15%. Cependant, il s'est avéré impossible de savoir exactement ce que recouvrent ces 15% et comment ils sont utilisés. Il n'y a pas de règles précises ni de critères quant à l'utilisation de cette marge financière supplémentaire. Le CDF a donc constaté qu'il s'agit plutôt d'une marge de manœuvre qui peut servir à la fois à financer des changements de projet, des modifications de quantité, des imprévus, des risques, etc. et parfois même le renchérissement. Cette liberté d'action n'est pas gênante en tant que telle. En revanche, le fait qu'il n'existe pas de contrôle critique de l'utilisation de ces 15% supplémentaires qui, selon les projets, peuvent atteindre des montants de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de francs est une question plus délicate. En d'autres termes, il n'existe aucune retenue ou incitation pour adopter un processus de gestion plus rationnel puisque les crédits sont attribués sur simple demande jusqu'à l'épuisement des 15% du crédit supplémentaire.

⁵⁹ Rapport réalisé par le bureau Lombardi SA sur mandat du Contrôle cantonal des finances de Berne : Rapport Tunnel du Raimeux - Bauprojekt 1998 : Projektprüfung hinsichtlich sparsamem Einsatz der finanziellen Mittel, septembre 1998.

4.7 Les tranchées couvertes : de grandes évolutions de projet

Les deux projets de tranchées couvertes sélectionnés, à savoir le recouvrement d'Opfikon (ZH) et le recouvrement d'Altendorf (SZ) n'ont pas suivi le développement habituel des projets de construction nouvelle et ont ainsi suscité l'intérêt du CDF puisqu'il s'agit du réaménagement de tronçons existants et non de la construction d'un nouvel objet. Le CDF a cherché à analyser si des problèmes identiques ou d'autres éléments peuvent apparaître pour ce genre d'intervention spécifique.

Ces projets de recouvrement traversent tous deux une zone urbaine. Du fait de cet environnement, ils ont généré des questionnements similaires aux autorités décisionnelles, notamment à l'OFROU. Les solutions retenues ne sont cependant pas les mêmes. Par conséquent, il paraît intéressant de relever ici les aspects communs et les particularités de ces deux projets pour ensuite en tirer des constats plus généraux.

Au niveau de la planification, une volonté populaire et politique semblable a été constatée dans les deux cas. L'idée était donc de construire plus que des « simples parois antibruit », projet pourtant suffisant au regard de l'OFROU et des normes et standards en matière de nuisances sonores. Cependant, afin de protéger au mieux les habitants troublés par des nuisances sonores d'un trafic routier toujours croissant et pour répondre à d'autres besoins spécifiques de ces communes, l'OFROU a finalement accepté de financer une bonne partie des travaux de recouvrement. Ainsi, l'OFROU qui défendait initialement la variante de parois antibruit, s'est vu finalement imposer l'option de financer un projet plus coûteux de recouvrement d'autoroute. Pour le cas d'Altendorf, c'est même l'intervention directe du Conseiller fédéral, Adolf Ogi, alors en charge du DFTCE⁶⁰ qui a permis l'approbation de la variante de recouvrement. Il s'agit là d'un exemple parfait où l'effet du politique est remarquable puisqu'il a permis l'acceptation d'une variante de construction souhaitée par la communauté locale, pourtant initialement refusée par l'OFROU.

Dans les deux cas, plusieurs variantes de projet ont été étudiées et de nombreuses allées et venues entre les autorités décisionnelles cantonales et fédérales ont eu lieu avant de trouver une solution idéale qui satisfasse toutes les parties. Les phases de planification pour le recouvrement d'Opfikon et d'Altendorf ont par conséquent duré plus de vingt ans pour seulement deux années de travaux. L'évolution des coûts pour ces deux projets est donc visible à la fois dans la phase amont du projet, c'est-à-dire lors de la planification et de l'étude des différentes variantes de projets, que dans la phase d'exécution des travaux. Dans la phase de planification, les exigences de qualité voulues par la société et par les groupes d'intérêt ont eu des conséquences financières directes sur le projet⁶¹.

Au niveau du financement, les choses se sont déroulées comme suit : pour le recouvrement d'Altendorf, le financement a été garanti par quatre acteurs principaux, à savoir la Confédération, le canton, la commune et des investisseurs privés (pour le financement des aménagements extérieurs, garages et zones résidentielles). Une clé de répartition décidée avant le début des travaux prévoyait une participation fixe de la commune au crédit global d'investissement ainsi que le paiement par cette dernière des éventuels coûts supplémentaires non prévus. Pour le

⁶⁰ Ancienne appellation du DETEC.

⁶¹ Les rapports « *Kostenentwicklung und Fristeinhaltung beim Nationalstrassenbau* » et « *Standards im Nationalstrassenbau. Schlussbericht der Arbeitsgruppe* » viennent corroborer cette affirmation.

recouvrement d'Opfikon, le choix de la variante de recouvrement plutôt que la variante plus avantageuse des parois antibruit a été réglé par le biais d'un forfait de 15 millions de francs assumés par la commune d'Opfikon, le reste ayant été financé selon une clé de répartition habituelle entre le canton et la Confédération. Ce mode de financement particulier entre trois acteurs est dû à la demande supplémentaire prononcée explicitement par la commune d'Opfikon pour un recouvrement d'autoroute plutôt que des parois antibruit. Une autre spécificité est encore à signaler pour le projet d'Opfikon : le projet a également beaucoup évolué quand l'OFROU a décidé qu'un élargissement de quatre à six voies de circulation serait nécessaire pour tenir compte de l'augmentation du trafic. Pour financer l'agrandissement de la chaussée, une clé de répartition habituelle entre le canton et la Confédération a été adoptée.

Enfin, le CDF a constaté une gestion particulièrement rigoureuse de ces deux projets de recouvrement. Le fait que le financement prévu initialement n'allait pas faire l'objet d'éventuels crédits complémentaires de la Confédération en cas de coûts supplémentaires a certainement joué un rôle dans la gestion de projet et dans la maîtrise des coûts. A cause d'une pression financière (plafond des coûts) imposée par un Office des routes pas entièrement convaincu du bien-fondé de la variante de projet choisie, les maîtres d'ouvrage se sont montrés vigilants dans la conduite de la planification de projet et dans l'exécution des travaux. Ce soin particulier a porté ses fruits puisque dans les deux cas, une maîtrise des coûts relativement bonne peut être constatée. Cependant, des surcoûts de l'ordre de 7 millions de francs dans le domaine des équipements électromécaniques ont tout de même été enregistrés. Ces surcoûts qui s'élèvent à plus de 15% des coûts finaux totaux avec le renchérissement ont été assumés à la fois par la Confédération, le canton et la commune.

Pour le recouvrement d'Altendorf, une spécificité est encore à noter : un mandat a été attribué à une entreprise totale, c'est-à-dire qu'elle a été engagée pour assumer l'ensemble de la planification du projet, l'élaboration de tous les documents nécessaires à cette première phase de projet, la gestion des délais, de l'avancement des travaux et le controlling des coûts. Le fait qu'il s'agissait d'une entreprise totale et donc d'un seul partenaire à gérer pour le maître d'ouvrage a grandement facilité la gestion globale du projet.

Au-delà de ces deux cas analysés, il existe en Suisse un autre projet de recouvrement qui mérite une attention particulière. Il s'agit du recouvrement de l'autoroute à Zurich-Schwamendingen dont les travaux n'ont à l'heure actuelle pas encore débuté. Au regard des normes et standards en matière de protection contre le bruit, une paroi antibruit aurait été suffisante, alors que le projet actuel consiste en une couverture de l'autoroute pour un coût estimé en 2008 à 206 millions de francs. Le financement de ce projet fait l'objet d'un traitement différent des deux cas exposés précédemment : puisque des parois antibruit auraient été suffisantes, la Confédération s'engage à participer au paiement du recouvrement pour un montant limité aux coûts des parois antibruit, c'est-à-dire 115 millions de francs, le reste devant être assumé par les requérants⁶².

⁶² « Lärmschutz und Stadterneuerung. Die Einhausung der Autobahn in Zürich-Schwamendingen », *Revue Strasse und Verkehr*, n° 9, September 2008, p. 8.

4.8 **Projet d'assainissement : une maîtrise des coûts difficile**

Le CDF s'est également intéressé à la gestion d'un projet d'assainissement et a donc sélectionné le projet de réfection du tunnel de Glion (VD). L'analyse de ce projet a permis de constater les spécificités ainsi que les nombreuses difficultés d'ordre technique, organisationnel ou administratif qui peuvent se poser pour ce type d'objet.

En premier lieu, l'expérience de Glion a révélé combien la maîtrise des coûts est complexe dans un projet d'assainissement, de même que la gestion des risques. La tenue des délais de l'intervention, les nombreuses nuisances engendrées par la fermeture d'un important axe routier et les conséquences sur l'économie des régions concernées sont des impératifs que les responsables doivent absolument prendre en compte dans leur stratégie d'intervention. De plus, la réfection d'un tunnel est une opération qui contient de nombreuses inconnues avant le début de l'exécution des travaux. En effet, tant que les travaux n'ont pas commencé, l'état du tunnel est très mal connu. Ainsi, les premières estimations de coûts ainsi que la planification générale des travaux et des ressources comprennent le risque d'être faites sur la base d'une méconnaissance des conditions réelles *in situ*. Pour Glion, c'est seulement pendant la réalisation des travaux que des déchets spéciaux (suies diesel, joints souples à très forte teneur en PCB) ont été découverts dans la gaine de ventilation et entre les éléments de parement du revêtement préfabriqué. Ces toxiques ont donc exigé un traitement particulier qui n'avait pas été planifié ni budgété. Les nombreux changements de projet survenus tout au long de ce chantier sont également révélateurs de la complexité de l'expérience de Glion.

Contrairement à une construction nouvelle qui ne perturbe pas fondamentalement un trafic encore inexistant, l'opération d'assainissement d'un tunnel autoroutier a un impact direct sur les usagers habituels. Par conséquent, la priorité consiste à intervenir le plus vite possible et surtout à respecter les délais impartis. Mais mettre la priorité sur le respect des délais et sur la gestion des risques signifie être d'autant plus attentif à la planification et la gestion des coûts. Glion a révélé des lacunes sur ces aspects-là : l'objectif principal du maître d'ouvrage était de soigner la programmation des travaux, c'est-à-dire d'assurer notamment une coordination permanente entre le génie civil et le domaine des installations électromécaniques, de disposer d'un personnel qualifié pour travailler en continu, de garantir une bonne communication avec les usagers et les médias et de mettre en place un concept global de mesures d'accompagnement pour limiter les effets négatifs de la fermeture d'un tunnel. Mais ce choix stratégique par un maître d'ouvrage encore peu expérimenté dans le domaine des assainissements a eu des répercussions négatives sur plusieurs aspects, dont la gestion des coûts et les étapes cruciales de la phase de planification.

Concrètement, à part une estimation très générale lors de l'avant-projet où différentes variantes de projet ont été étudiées, il n'existe pas de devis définitif concernant les travaux qui ont réellement été exécutés. A cela s'est ajouté le fait que le projet a été requalifié en UPlaNS pendant la phase de planification, dans le but de n'intervenir qu'une seule fois. Mais cette requalification a également été un facteur de perte de la maîtrise du projet. Le premier devis estimatif s'élevait à environ 50 millions pour un assainissement des tunnels de portail à portail ; le projet a ensuite évolué aboutissant à une multitude de travaux supplémentaires non prévus initialement et par conséquent non devisés, dont le coût final total frôle les 130 millions (y compris les coûts de gestion de projet et le renchérissement). Plus de 250 contrats ont été attribués. En outre, deux types de crédits ont été attribués pour cette intervention, un pour l'aménagement et l'autre pour l'entretien. Mais le CDF n'a jamais pu retrouver l'approbation que l'OFROU a donnée sur ces deux crédits. Gérer un projet

de cette ampleur par le biais d'un nombre aussi important d'avenants - car c'est bien de cette manière que certains travaux sont attribués lorsqu'ils ne sont pas planifiés au départ - et travailler sans base financière solide est un exercice des plus périlleux. Dans une telle situation, un maître d'ouvrage est contraint d'évoluer sans aucun socle estimatif des coûts et sans base de comparaison. Certes, un projet d'assainissement comporte des risques élevés de dérives des coûts dus à différents facteurs propres à ce genre d'intervention mais c'est justement pour cette raison précise qu'un maître d'ouvrage a le devoir de soigner la phase de planification et de prendre le temps nécessaire pour permettre au projet d'atteindre un degré de maturité suffisante avant de commencer les travaux. Laisser mûrir un projet, prendre en compte de manière rationnelle et argumentée les risques, anticiper les problèmes plutôt que trouver des solutions dans l'urgence constitue les premiers pas d'une bonne gestion d'un projet, notamment pour un assainissement.

4.9 Une faible culture des coûts à l'Office fédéral des routes

Plusieurs constats peuvent être faits concernant le rôle de l'OFROU. Le CDF a pu déceler le fait que cet office est davantage un organe de soutien technique aux projets qu'un organe de surveillance et de suivi financier. De fait, son activité principale s'exerce dans le domaine technique, notamment lorsqu'il est nécessaire de faire appliquer des nouveaux standards de sécurité ou lorsqu'il s'agit d'apporter un soutien technique précis. Dans l'analyse des dix cas sélectionnés, l'OFROU n'est intervenu que ponctuellement dans le déroulement des projets. Pour un cas (Glion), le CDF n'a pas trouvé sur quelles bases reposait l'approbation de l'OFROU. Ce constat avait d'ailleurs déjà été fait dans un audit de l'Inspectorat des finances de l'OFROU. Dans le cas du tunnel du Raimeux, pour lequel un doute avait été émis concernant un devis trop conservateur, on ne connaît pas la position de l'OFROU. De plus, parmi les projets analysés, hormis les projets de recouvrements d'autoroute, le CDF n'a pas trouvé de trace d'un éventuel rejet d'une demande d'approbation.

L'office intervient plutôt à un niveau administratif en donnant son approbation aux projets de construction, en participant à certaines séances de suivi de projet, en attribuant les crédits si la demande lui est faite, etc. Mais le CDF n'a retrouvé que peu de trace écrite de ce type d'activités. De nombreuses décisions et choix se prennent de manière informelle. Etant donné que l'OFROU n'assume pas la fonction de maîtrise d'ouvrage, il considère que la tâche de contrôle au niveau de la gestion générale des projets n'est pas prioritairement la sienne. Il fait office de contrôle critique des projets au niveau technique mais n'assume qu'un rôle limité dans le suivi des changements de projet et de leurs implications financières. Cette situation est accentuée par la susceptibilité des cantons qui se sentent entièrement responsables et autonomes dans la gestion de leurs projets.

Ces constats mettent en lumière une faible culture des coûts à l'OFROU. Avant la RPT, cet office n'avait pas véritablement développé de concept visant une information standardisée par projet et un contrôle de la gestion des coûts et des investissements. Ainsi, comme l'a d'ailleurs également remarqué Anne Gillardin, « [...] l'OFROU vise avant tout la performance technique. On constate même une quasi absence de la dimension financière dans le libellé de sa stratégie [...]. Les finances se cachent sous le terme [développement durable] et son pôle économique ou encore

[réseau performant] »⁶³. Dès lors et comme mentionné précédemment, l'OFROU n'a aucune connaissance précise de l'évolution des coûts des projets retenus par le CDF, projets pourtant tous attribués légalement sous la surveillance de l'OFROU.

Par ailleurs, le CDF a constaté qu'au niveau suisse, la construction des autoroutes se fait localement, ce qui signifie qu'il n'existe pas de véritable partage des expériences entre les différents services cantonaux. Alors que le retour et le transfert d'expériences sont pourtant fondamentaux pour le management de risques des futurs projets, chaque canton travaille pour soi, construit son réseau routier de son côté et garde ses bonnes et/ou mauvaises expériences à l'interne. Le CDF a constaté qu'il n'existe pas d'unité de doctrine partagée par tous et l'OFROU paraît même avoir du mal à s'imposer. Les acquis de chaque expérience ne peuvent donc pas profiter à d'autres alors que certains travaux comportent de nombreuses similitudes. La thésaurisation des opérations antérieures aurait ainsi constitué une source immédiate, permanente et fiable (basée sur du connu et de l'expérimenté) dans laquelle les responsables de projet auraient puisé des idées ou des solutions à un problème donné. L'OFROU aurait pu jouer ce rôle d'interface entre les services des routes des cantons et capitaliser les expériences individuelles en expériences collectives.

4.10 Les organes politiques et de contrôle peu présents dans la phase de construction

Les organes politiques, tant au niveau fédéral que cantonal, s'intéressent aux projets de construction lorsqu'ils doivent donner leur approbation au projet définitif ou de détail qui inclut le devis estimatif et qui constitue la base pour les prévisions financières. Mais une fois que le projet est approuvé, ces organes politiques sont relativement peu actifs durant la phase de construction, laissant la gestion et le suivi des projets aux spécialistes techniques. Si les organes politiques ne démontrent pas une certaine curiosité vis-à-vis du développement des travaux, il existe un risque de faible transparence du projet et d'éventuelles dérives financières. L'exemple récent du contournement de Bulle (H189) vient illustrer ce propos⁶⁴.

De même, les contrôles cantonaux des finances ont un rôle fondamental à jouer dans la surveillance financière des projets de construction. Ainsi, un service de ponts et chaussées en charge de plusieurs millions de francs, voire de plusieurs centaines de millions de francs doit avoir des processus de gestion suffisamment élaborés pour assurer un suivi régulier et transparent des coûts. Ces processus de gestion et de suivi des coûts doivent être vérifiés par les contrôles cantonaux des finances. Le CDF a cependant constaté que les organes de contrôle externes interviennent davantage sur des aspects ponctuels comme le calcul des métrés, le contrôle des prestations, les prévisions financières ou la facturation, que sur la globalité d'un projet. De ce fait, il

⁶³ Gillardin Anne (2008), *Proposition d'un concept de contrôle de gestion pour la division « infrastructure routière » de l'Office fédéral des routes (OFROU)*, Chavannes-Lausanne, Cahier de l'IDHEAP 241, pp. 50-51.

⁶⁴ Le surcoût du contournement de Bulle (H189) de l'ordre 75 millions de francs est imputable à une mauvaise planification et estimation des coûts initiaux largement sous-évalués et à un suivi des travaux lacunaire. Christa Mutter, députée verte au Grand Conseil fribourgeois relève également que le Grand Conseil et sa Commission des routes ont montré un « manque de curiosité assez incroyable ».
Mauron François, « Pour 75 millions de plus, l'incroyable ardoise du contournement de Bulle », *Le Temps*, 1^{er} avril 2008.

Mauron François, « Le contournement de Bulle, désastre fribourgeois sans précédent », *Le Temps*, 15 avril 2008.
« Le surcoût de la H189 est aussi dû à un manque de curiosité politique », *Le Temps*, 16 avril 2008.

est donc plus difficile d'avoir un regard critique sur l'évolution des coûts. De plus, l'OFROU ne dispose d'un Inspectorat des finances que depuis le 1^{er} janvier 2008⁶⁵.

⁶⁵ Avant la création de l'Inspectorat des finances en 2008, l'OFROU disposait d'un Révisorat qui avait des tâches de surveillance limitées, selon l'ordonnance du 9 novembre 1965 concernant la surveillance des travaux de construction et d'entretien des routes nationales (RS 725.115). Les instructions du 12 décembre 1997 du DETEC concernant la surveillance des travaux de construction et d'entretien des routes nationales ont précisé la coordination des activités de surveillance et la répartition des rôles entre les différents acteurs. Ainsi, le contrôle formel et matériel des aspects administratifs et financiers incombent en premier lieu aux Inspections cantonales des finances.

5 La gestion des risques

La gestion d'un grand projet de construction est confrontée à une multitude de risques. Il en existe de deux natures différentes : les risques que le projet peut faire courir aux tiers (sécurité des personnes, environnement) et dont le niveau de maîtrise assuré par le maître d'ouvrage doit être maximal ainsi que les risques que le projet lui-même peut subir (défaut de qualité, dépassement des coûts et des délais, remise en cause du programme, défaut de coordination entre les différents intervenants). Ces risques-là doivent également être traités de manière prioritaire bien que le droit à l'erreur soit permis, contrairement à ceux liés à la sécurité des personnes.

Dans la catégorie des risques que le projet encoure lui-même, trois sous-types peuvent encore être identifiés :

- **La gestion des risques humains et organisationnels.** Il s'agit de concilier les intérêts différents des acteurs et partenaires qui participent au projet, de régler les multiples questions qui touchent aux fonctions et à la hiérarchie et d'assurer la transmission des informations entre tous les intervenants pour mettre en œuvre le projet de construction, objectif commun à tous. Cependant, des tensions peuvent survenir tout au long du processus d'exécution des travaux et certains litiges peuvent apparaître entre les maîtres d'ouvrage et les entreprises ou les sous-traitants qui ne conçoivent pas toujours les choses de la même manière. Ainsi, il a été constaté que des discordes peuvent se cristalliser pendant des séances de chantier, première cellule de décision et de suivi de la construction.
- **La gestion des risques géologiques et techniques.** Les incertitudes géologiques et géotechniques sont potentiellement les plus coûteuses lorsque le risque devient réalité. La connaissance de la géologie est forcément soumise à une part d'approximation, ce qui induit un risque résiduel inéluctable (aléa géologique) que les maîtres d'ouvrage se doivent de maîtriser au mieux. Il s'agit donc de conjuguer des compétences variées et de l'expérience suffisante et reconnue aussi bien du côté du maître d'ouvrage ou son mandataire (supervision générale de projet et direction des travaux) que du côté de l'entreprise.
- **La gestion des risques financiers.** Il s'agit de mettre en place une surveillance permanente des coûts. La surveillance des coûts se fait par plusieurs moyens. Le responsable de projet peut instaurer un reporting et un controlling des coûts en fonction des prestations effectuées et selon l'avancement des travaux. Cette surveillance des coûts vise à terme une transparence financière des investissements.

5.1 Soigner les phases préliminaires

Les phases situées en amont d'un projet de construction, à savoir les études préliminaires, les reconnaissances géologiques ainsi que l'élaboration d'un projet « bien ficelé » et « mature » sont véritablement cruciales pour maîtriser les coûts ainsi que les différents risques afférents à une opération de construction. Une étude statistique menée dans les années 1980 par Christian de Joannis de Verclos sur plusieurs ouvrages souterrains a démontré sans équivoque que la dérive des coûts au cours des travaux est inversement proportionnelle à l'investissement consenti au cours des études, notamment en matière de reconnaissances géologiques. Le modèle d'analyse des risques que ce chercheur a développé marque l'importance d'obtenir une maturité suffisante à chaque étape du projet et de pouvoir prendre la bonne décision au bon moment afin de régler

rapidement les éventuels problèmes qui peuvent survenir dans le déroulement du projet. Pour tout projet, il est nécessaire d'avoir un délai de « mûrissement », d'où l'importance de mettre des moyens financiers pour les études préliminaires et les reconnaissances. Ainsi, plus de moyens et de temps sont accordés pour soigner les phases préliminaires, moins les dépassements de coûts sont importants.

Illustration 3 : Une dérive des coûts inversement proportionnelle à l'investissement dans les études préliminaires

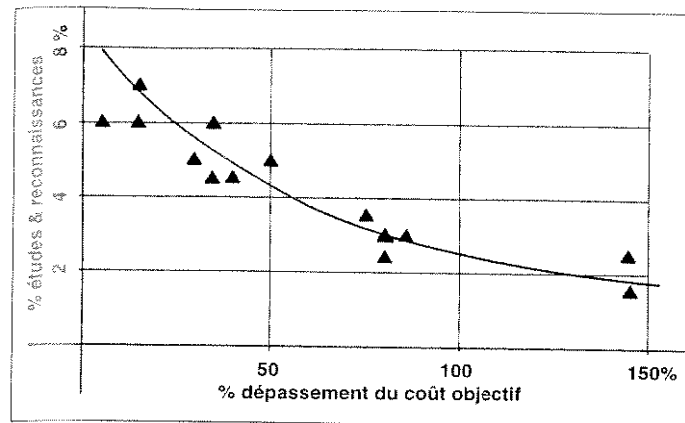


Figure 1

Source : Fascicule de l'AFTES, Recommandations (2007).

De fait, le concept de risques dans les travaux souterrains est étroitement lié à celui de la reconnaissance de l'état de la géologie. Si la reconnaissance est insuffisante, l'incertitude est plus grande, d'où un risque sur le projet également plus grand.

La meilleure solution qui peut s'offrir à un chef de projet lorsque des conditions géologiques difficiles se présentent consiste à investir dans des études préliminaires afin d'identifier tous les risques potentiels, de les évaluer et de définir des seuils d'acceptabilité des risques. Pendant l'exécution des travaux et sur la base du concept de gestion des risques développé dans la planification de projet, il est possible de mettre en œuvre toutes les actions nécessaires pour minimiser les risques potentiels. Et c'est seulement lorsqu'on dispose de suffisamment d'informations pertinentes que l'incertitude diminue et que l'on peut dès lors tendre vers une meilleure maîtrise des coûts du projet.

En pratique, rares sont les maîtres d'ouvrage à avoir développé un réel concept global de gestion des risques qui prendrait en compte les risques dans la planification, la conception, la passation des marchés et l'exécution des travaux. La gestion des risques n'est donc pas toujours formalisée selon les différentes phases du projet. Trop souvent, de lourdes conséquences peuvent encore avoir lieu dans un environnement géologique pourtant connu, simplement parce que les sondages géologiques n'ont pas été fait en suffisance.

Investir dans les études préliminaires signifie aussi investir dans le temps qui est à disposition : aucune bonne étude de projet ne peut se dérouler dans la précipitation. Il faut à toute étape d'un projet du temps et de la réflexion pour atteindre une maturité suffisante, c'est-à-dire une connaissance approfondie des enjeux et des solutions adéquates pour régler rapidement les éventuels problèmes qui peuvent survenir dans le déroulement du projet. Laisser un délai de mûrissement à chaque phase du projet, c'est garantir la fiabilité et la solidité du projet. Dès lors, c'est aussi une manière d'éviter des dérapages et limiter le risque de dérives ultérieures des coûts qui peuvent être lourdes de conséquences.

Le CDF a par ailleurs constaté que les autorités politiques ne sont pas toujours conscientes de ce délai de mûrissement des projets et peuvent exiger qu'un projet aboutisse plus rapidement que prévu. Plusieurs raisons sont à la base de cette pratique, comme par exemple la volonté d'utiliser rapidement des crédits à disposition. Le cas du projet de Glion dont la planification n'a duré que deux années et dont les dérives de coûts sont importantes illustre bien les conséquences d'un manque de soin apporté aux phases préliminaires⁶⁶. Travailler dans l'urgence est tout à fait contre-productif et peut engendrer des évolutions de coûts non prévues qu'il est ensuite difficile de maîtriser. Dans l'autre extrême, on peut citer le grand projet du contournement ouest de Zurich (A4/A20) qui est notamment composé des tunnels d'Uetliberg et d'Aescher et qui a connu une phase de planification de plus de vingt ans. Dans ce cas, la politique a également joué un rôle important mais plutôt au niveau de la longue phase réservée au choix du tracé et du concept de construction.

5.2 Le calcul des imprévus : les réserves affectées et non affectées

Malgré toutes les parades qu'un chef de projet peut trouver pour gérer les risques d'une opération de construction, il reste cependant une part d'incertitude presque incompressible et susceptible d'engendrer des difficultés pendant l'exécution des travaux. Pour maîtriser cette part d'incertitude, il existe une position spécifique qui couvre ce qu'on appelle couramment les divers et imprévus. Selon la directive de l'OFROU sur le développement des projets des routes nationales, à chaque phase d'un projet correspond une position spécifique prévue pour couvrir ces divers et imprévus. Elle est donc de 10% pour le projet définitif et de 5% pour le projet de détail⁶⁷.

Mais concrètement, à quoi sert cette position spécifique et de quoi s'agit-il exactement ? Parmi les nombreux événements imprévus qui peuvent se produire durant l'exécution d'un projet de construction souterraine et qui peuvent avoir des répercussions sur celui-ci, certains s'avèrent être prévus ou prévisibles, alors que d'autres relèvent de phénomènes inconnus ou n'ont simplement pas été suffisamment pris en compte dans la phase de planification.

La notion d'« imprévus » dans le domaine de la construction d'un ouvrage regroupe en définitive les deux éléments suivants :

- Changement dans les quantités prévues initialement, suite à un événement non identifiable,

⁶⁶ Le concept UPlaNS qui s'applique pour les projets d'assainissement prévoit une phase de planification d'environ quatre années.

⁶⁷ Pour plus de détails, se référer au chapitre 2 et notamment à l'illustration 1 sur le déroulement des différentes phases de développement d'un projet de construction.

- Coûts supplémentaires suite à des problèmes techniques ou géologiques.

Ainsi, c'est principalement pour couvrir des éléments qui ne peuvent pas être anticipés ou qui échappent à la projection du responsable de projet que la position « divers et imprévus » existe. Un concept de management des risques n'étant pas toujours suffisant pour éviter les imprévus, il est nécessaire de prévoir une certaine provision financière. Cependant, cette réserve est uniquement utilisée pour des risques strictement imprévus, donc des risques non identifiés ou non identifiables dans les phases de planification⁶⁸. En revanche, cette réserve ne doit pas être utilisée pour financer des changements de projets survenus au cours de l'exécution des travaux. Ces derniers devraient en effet être couverts par les 15% supplémentaires au crédit prévu par l'OFROU, bien qu'on ne sache pas exactement ce que recouvrent concrètement ces 15%.

En pratique, pour les dix projets sélectionnés, le CDF n'a pas pu constater une systématique quant à l'usage et l'affectation de la position « réserves et imprévus ». Pour certains projets, la direction de projet a décidé d'inclure dans le devis une position pour imprévus, alors que dans d'autres projets, aucune rubrique n'était prévue à cet effet. Les pratiques observées sont donc très diversifiées d'un canton à l'autre et même d'un projet à l'autre. Cependant, lorsque les réserves pour imprévus sont mentionnées dans le devis, il existe le risque qu'elles soient « de toute façon » attribuées pour couvrir les frais de telle ou telle partie de la construction. En outre, le CDF n'a trouvé aucun projet pour lequel des réserves affectées avaient été prévues⁶⁹.

Encadré 3 : Le projet de la Vereina

Dans le cadre du projet de construction du tunnel ferroviaire de la Vereina, situé dans le canton des Grisons, un système spécifique de management du renchérissement, sous la forme d'un décompte séparé, a été mis en place, suite à d'importants dépassements de coûts survenus pendant la réalisation de l'ouvrage. Par ailleurs, le devis comportait une position distincte pour les réserves concernant la géologie. Ce système innovant et encore peu utilisé s'est révélé positif. La gestion financière générale du projet et la traçabilité des coûts ont gagné en clarté et en transparence. Concrètement, il n'y avait qu'une seule réserve prévue pour la géologie et une comptabilité particulière pour ce domaine était faite séparément. Ainsi, le maître d'ouvrage savait exactement ce qui avait été utilisé et ce qu'il restait à disposition pour couvrir des imprévus géologiques. A tout moment, ce système pouvait fournir des informations complètes sur l'état financier de la réserve pour imprévus géologiques. De même, le décompte séparé du renchérissement a fortement accru la transparence des coûts de ce projet de construction et les dépassements de coûts ont pu être clairement justifiés.

⁶⁸ L'Association française des tunnels et de l'espace souterrain (AFTES) définit et identifie quatre types d'événements redoutés, liés à l'activité de construction : **l'imprévu**, lorsque l'événement est non identifiable ; **l'aléa**, lorsque l'événement est identifiable et si sa probabilité d'occurrence n'est pas quantifiable ; **le risque** lorsque l'événement est identifiable et quantifiable et **le problème** lorsque l'événement s'est produit. Voir le Recueil des recommandations de l'AFTES, Comment maîtriser les coûts de son projet, mai-juin 2007, n°201, p. 141.

⁶⁹ Les réserves dites affectées sont utilisées en cas de besoin pour un risque spécifique identifié et défini à l'avance seulement si le risque est avéré.

5.3 La nécessité du transfert de connaissances

Un projet de construction peut s'étendre sur de très nombreuses années, ce qui représente un risque non négligeable à plusieurs niveaux. Lorsqu'un projet de construction dure plus d'une vingtaine d'années entre les premières idées du projet jusqu'à la remise de l'ouvrage achevé (comme c'est le cas des tunnels du Kirchenwald, d'Uetliberg, de l'Aescher, du Raimeux et de Flüelen), il est très difficile de garder la « mémoire du projet ». Le suivi passe parfois par différents responsables de projet qui ne sont pas forcément présents à toutes les phases. A chaque départ d'un responsable, il y a le risque d'une perte de la connaissance du projet qui peut se répercuter très loin, notamment lors de litige avec les entreprises ou avec les politiques. Ainsi, le choix d'une variante, les enjeux d'un projet, les grandes décisions prises pendant les séances de chantier, les dernières consignes données à la direction locale des travaux (DLT), les informations concernant l'évolution des travaux, le transfert des connaissances, les éventuels points de discorde, etc. peuvent perdre en substance et même disparaître alors qu'ils composent la base même du projet. La construction du tunnel du Raimeux et de la Roche St-Jean a été marquée par le remplacement de plusieurs responsables de projet. Une partie de la connaissance du projet a donc disparu suite au départ de ces personnes-clé. La tâche de reprise du chantier par les remplaçants s'est avérée donc très complexe puisque la mémoire du projet a été quelque peu prétéritée. Il existe certes une multitude de documents qui retracent l'historique des projets mais pas ou peu de systématique, ni de documents uniformes. Le CDF a constaté qu'il n'existe aucune archive centralisée qui pourrait regrouper l'ensemble de la documentation concernant la gestion des dix projets sélectionnés. Les archives récemment mises en place dans le cadre de la création des cinq filiales de l'OFROU regroupent certes de nombreux documents mais de manière incomplète. Et il s'agit avant tout de documents techniques utiles pour l'exploitation, l'entretien et pour de futurs assainissements. En conséquence, il est très difficile d'avoir une vue d'ensemble d'un projet.

5.4 Plus de professionnalisme quand la gestion du projet est externalisée ?

Le recours à un bureau d'ingénieurs externe pour accompagner le maître d'ouvrage dans l'élaboration d'un projet (planification, choix de variantes, etc.) et/ou dans l'exécution des travaux (assistance technique, direction des travaux) est assez fréquent en Suisse et semble même être indispensable pour les services des routes qui n'ont pas ou plus à disposition des ressources humaines et des compétences techniques suffisantes pour maîtriser tous les niveaux d'un grand projet de construction souterraine. Cependant, plus que l'appel à un intervenant externe qui dispose de compétences reconnues dans un certain domaine (géologie, géomécanique, techniques de percement, électromécanique, etc.), c'est la gestion de projet en tant que telle qui doit faire l'objet d'une attention particulière de la direction de projet, qu'elle soit assumée à l'interne ou à l'externe. Les moyens mis en œuvre pour gérer des projets parfois colossaux doivent être eux aussi du même ordre. Ainsi, un système élaboré de suivi de projet et de transfert de connaissances, des outils performants de gestion des coûts et des investissements ainsi qu'un véritable concept de gestion des risques et des incertitudes doivent être impérativement mis en place. Il est évident que les grands bureaux d'ingénieurs peuvent aisément compenser une faiblesse de compétences chez les maîtres d'ouvrage et peuvent apporter de nombreux avantages (comme des outils informatiques développés de suivi de projet ou des connaissances des nouvelles techniques et technologies disponibles sur le marché) pour autant que leurs missions soient surveillées par un maître d'ouvrage « solide » garantissant une bonne coordination et un

cadre clair au mandataire. Le maître d'ouvrage doit absolument conserver le contrôle général de tout ce qu'il délègue à d'autres. Il y a un risque lorsqu'un mandataire opère sans indications suffisantes concernant les besoins du maître d'ouvrage, les objectifs et les contraintes (par exemple la production d'une documentation complète respectant les directives ou une estimation des coûts documentée et justifiée) ou lorsqu'une trop grande autonomie est laissée à un bureau qui s'occupe à la fois de la phase de planification, de l'établissement du devis, de l'appel d'offres et du suivi des travaux. Le maître d'ouvrage doit rester totalement indépendant et libre de ses choix. Pour cela, il est impératif qu'il diversifie ses soutiens techniques et ses appuis de gestion de projet. La réalisation de l'assainissement de Glion dont la gestion de projet a été confiée en grande partie à un bureau d'ingénieurs externe est un exemple tout à fait illustratif. Cet objet a connu d'importants dépassements de coûts et donne l'impression que certains manquements ont pu apparaître notamment à cause d'une trop grande autonomie laissée par le maître d'ouvrage.

Un questionnement peut encore être soulevé ici concernant l'intérêt pour un maître d'externaliser un mandat : est-ce qu'un canton comme Berne ayant l'habitude de gérer l'ensemble d'un projet à l'interne a suffisamment de compétences techniques pour juger d'une variante de percement ou du choix d'un tunnelier⁷⁰? Jusqu'à quelle taille critique (ressources internes) un canton peut-il assurer les différentes étapes d'une construction ? Les dix tunnels sélectionnés par le CDF n'ont pas donné de réponse claire à cette question. Cependant, on peut légitimement avancer l'idée que l'aspect crucial du management d'un projet se cristallise au niveau de son suivi par un chef de projet assisté par une équipe investie, compétente et vigilante. Il arrive trop souvent qu'un chef de projet du côté du maître d'ouvrage se retrouve « seul » sans vision globale du projet et sans véritable soutien à l'interne pour faire face à une multitude d'intervenants et d'enjeux qui deviennent des risques non maîtrisés s'ils ne sont pas gérés par un acteur ferme et suffisamment entouré. La construction du tunnel du Raimeux a par exemple connu des difficultés dans la gestion de projet, notamment suite à plusieurs changements de responsables de projet aux niveaux de la direction générale et locale des travaux. Ces changements ont affecté le management général du projet et le suivi des travaux sur le chantier. La question du transfert de connaissances s'est également posée dans ce projet. Le tunnel de Flüelen a connu plusieurs difficultés au niveau de la gestion de projet qui se sont finalement soldées, pendant l'exécution des travaux, par le changement du bureau d'ingénieurs qui assistait le maître d'ouvrage.

5.5 La maîtrise des coûts et l'analyse des risques : des outils existent

Depuis quelques années, il existe une réflexion au niveau international sur l'anticipation et la réduction des dérives de coûts par le management des risques. A titre illustratif, le dernier congrès international de l'Association française des tunnels et de l'espace souterrain (AFTES) organisé en 2008 avait comme thème principal la maîtrise des risques, la gestion des coûts et l'intégration du coût de risques potentiels dans un devis de base. L'analyse des risques dans le domaine de la construction est un processus de questionnement qui permet d'identifier les risques associés au choix d'une variante et d'évaluer leurs impacts par rapport aux enjeux considérés afin de mettre en

⁷⁰ Cette question s'est justement posée dans le cadre du percement du tunnel de Moutier dans le Jura, lorsque le tunnelier s'est immobilisé pendant près de deux ans suite à de mauvais choix techniques (technique de percement et type de tunnelier).

œuvre des solutions pour les diminuer⁷¹. Lors de ce congrès, différents intervenants ont fait remarquer que les mentalités évoluent et qu'on cherche de plus en plus à estimer un projet en tenant compte du coût généré par le risque d'imprévus non maîtrisables. Ainsi, la profession s'accorde à dire qu'il faut un coût provisionnel pour les risques. On est donc passé d'une logique de coût minimal à une logique de coût optimal.

Plusieurs instruments de maîtrise et d'analyse des risques ont été développés à l'étranger. Ainsi, l'AFTES à Paris a mis en place un groupe de travail constitué de maîtres d'ouvrage, de maîtres d'œuvre et d'entrepreneurs, dont l'objectif était de dégager des pistes d'amélioration concrètes pour chacune des phases d'un projet et de réfléchir aux bonnes pratiques qui permettraient d'atteindre la maîtrise des coûts. C'est seulement en plaçant la méthode du management des risques au cœur du management de projet qu'il est possible d'atteindre cet objectif. Un fascicule de recommandations consignant les résultats des multiples recherches effectuées par ce groupe de travail et retenant les bonnes pratiques pour une maîtrise des coûts d'un projet de construction a ensuite été publié⁷². Ce guide est un instrument de bonne qualité qui formalise les différents types de risques, à savoir techniques, géologiques, organisationnels et financiers. De même, en France également, le Centre d'étude des tunnels (CETU) à Lyon travaille actuellement sur un guide méthodologique unique proposant une démarche à l'adresse des maîtres d'ouvrage pour les aider à franchir les différentes étapes d'étude d'un tunnel. Le CETU a accumulé une grande expérience et une vision d'ensemble précise des nombreux enjeux sous-jacents au management de projet de construction. Concrètement, il a élaboré des listes de risques identifiés et caractérisés, tant pour le domaine du génie civil que pour les équipements, l'exploitation et la sécurité⁷³. Sur la base de cet inventaire, les risques sont ensuite hiérarchisés et classés en termes de vraisemblance, d'impact sur les coûts, sur les délais du projet, etc. En appliquant cette méthode, les acteurs d'un projet peuvent ensuite traiter le risque, réduire l'impact (protection) et réduire la probabilité (prévention).

En Autriche, dans le cadre de la construction du tunnel ferroviaire de Koralm long de 32,8 km et situé entre les villes de Graz et Klagenfurt, des modèles d'analyse de risques, appliqués en tant que support au choix des tracés pour l'évaluation des coûts et le développement d'investigation ont été développés. Cette stratégie d'investigation s'est basée sur les lignes directrices d'un guide développé par ÖBB, les chemins de fer autrichiens, pour la conduite des projets et la gestion des coûts⁷⁴. L'estimation des coûts se base donc sur plusieurs éléments : le coût de base de la construction, le coût d'investigation et le coût estimé pour les risques. Ces trois éléments constituent le coût budgétisé.

En outre, le CETU a également développé un logiciel informatique - OSCART - dont l'objectif principal est de récolter et de capitaliser en temps réel toutes les données et observations qui peuvent être faites pendant la réalisation des travaux de génie civil d'un tunnel. Cet outil permet à la fois de saisir l'activité du chantier (journal de chantier), de gérer les aspects documentaires (constats, photos, etc.), de suivre graphiquement et quantitativement l'avancement du chantier et

⁷¹ *Recommandations de l'AFTES. Comment maîtriser les coûts de son projet, Tunnels et ouvrages souterrains - n° 201 - Mai/juin 2007.*

⁷² *Idem.*

⁷³ *La publication de ce document est prévue pour 2009.*

⁷⁴ *Harer Gerhard (2008), Koralm Tunnel – Risk assessments as an aid in the development of alignment selection, cost estimates and investigation works, Congrès international de Monaco, Octobre 2008, pp. 123-126.*

d'avoir une vision précise de l'évolution des coûts par rapport à l'avancement des travaux (estimation des coûts finaux, crédits à disposition, dépenses réelles mensuelles et éventuels besoins supplémentaires de financement). Cet outil permet ainsi un véritable controlling global du projet. Il s'agit d'un soutien pour le maître d'ouvrage et sa direction des travaux. Ceci facilite également les échanges entre les maîtres d'ouvrage et les entreprises, en cas de litige, notamment. OSCART n'est cependant pas utilisable pour la méthode tunnelier mais seulement pour la méthode d'excavation conventionnelle. Par ailleurs, OSCART ne s'applique qu'aux travaux de génie civil. Il ne couvre pas le domaine du second-œuvre et des équipements électromécaniques. Ce système a eu une utilisation concrète pour la gestion de projet du tunnel du Bois de Peu (creusement de quatre tubes). Les travaux terminés depuis mai 2007 répondent aux attentes du maître d'ouvrage : respect des coûts et des délais. Le devis n'a concrètement été dépassé que de 1%. En Suisse, un produit similaire a été développé par l'entreprise Amberg et porte le nom de SISO. Cet outil consiste en une plateforme de gestion et d'échange d'informations et de décisions sur les chantiers dans le domaine du génie civil entre tous les acteurs-clé d'un projet (maître d'ouvrage, ingénieurs, responsables des travaux, entreprises, géologues, sous-traitants, etc.). SISO recueille de manière systématique et chronologique tous les documents, protocoles, rapports, contrôle de qualité, événements, délais, coûts et activités d'un projet ou d'un chantier pendant les phases de planification, de réalisation et de mise en service. Ce système permet de faire des estimations prévisionnelles coûts/délais tout au long de l'avancement des travaux. L'outil SISO est actuellement utilisé pour le suivi du chantier du Lötschberg/Gothard et a été utilisé pour la construction du métro m2 à Lausanne, inauguré en 2008.

6 L'OFROU à partir de 2008 : quels changements ?

L'OFROU vit actuellement une réforme profonde à plusieurs niveaux : office GMEB (gestion par mandat de prestations et enveloppe budgétaire) depuis janvier 2007, il doit désormais répondre à une nouvelle culture qui l'oriente vers une autonomie d'exploitation élargie mais également vers une responsabilité accrue quant à ses résultats. De plus, suite à la RPT entrée en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2008, l'OFROU vit une réorganisation complète de ses tâches. Ainsi, parallèlement aux « activités quotidiennes » qui lui incombent, cet office doit adapter l'ensemble de ses structures, sa stratégie, ses processus et mettre en place des nouveaux instruments de gestion politique et d'exploitation pour piloter ses activités. Ce contexte de profondes mutations n'est pas sans conséquence sur la gestion de projet de construction qui est désormais assurée par les filiales de l'OFROU, unités réparties dans les cinq régions principales de la Suisse, alors que jusqu'à fin 2007, les cantons étaient les propriétaires et les maîtres d'ouvrage des autoroutes que la Confédération finançait à 87% en moyenne⁷⁵. Depuis le 1^{er} janvier 2008, la Confédération est propriétaire des routes nationales et les finance intégralement. Elle endosse donc la responsabilité de la construction, de l'aménagement, de l'entretien et de l'exploitation des autoroutes. Concrètement, c'est l'OFROU qui revêt le rôle de maître d'ouvrage⁷⁶.

Afin de saisir quelques pistes de compréhension concernant la mise en œuvre du nouveau système de l'OFROU, le CDF a choisi de s'intéresser au projet de contournement de Roveredo, premier grand projet construit et géré par une filiale de l'OFROU. Situé dans une vallée italophone du sud du canton des Grisons, il s'agit d'un projet dont la grande partie de la phase de planification a été gérée par le Service des ponts et chaussées des Grisons assisté par un mandataire externe, le bureau d'ingénieurs Edy Toscano. La filiale OFROU de Bellinzone a repris le projet dans la phase du projet de détail (fin 2007). La procédure de mise en appel d'offres, de soumission et d'adjudication des travaux pour le génie civil a eu lieu durant l'année 2008. Les travaux concernant la galerie San Fedele ont été adjugés pour un montant d'environ 120 millions de francs et ont débuté en 2009. L'actualisation du devis concernant les équipements électromécaniques (aération, tracé, signalisation) a lieu au cours de l'année 2009.

Encadré 4 : Le contournement de Roveredo, premier projet de construction de tunnel dont la gestion est assurée par une filiale de l'OFROU

Les premières idées du contournement de Roveredo datent du début des années 1980. En effet, les nuisances de la route nationale A13 construite dans les années 1960 sont devenues trop importantes pour les trois localités avoisinantes (San Vittore, Roveredo et Grono). La route coupe notamment la commune de Roveredo en deux. Le Conseil d'Etat du canton des Grisons se saisit du dossier et demande que différentes solutions soient étudiées afin de réduire les nuisances. En 1981, l'OFROU donne son accord afin que des études préliminaires soient menées pour le contournement de Roveredo. Entre 1982 et 1984, plusieurs variantes furent élaborées par le bureau Edy Toscano, mandaté pour la réalisation de ces études préliminaires.

⁷⁵ Les cantons restent cependant les maîtres d'ouvrage pour tout ce qui concerne l'achèvement du réseau prévu d'ici 2020 environ.

⁷⁶ <http://www.astra.admin.ch/org/00135/00153/00155/index.html?lang=fr>.

En mars 1995, le projet général du contournement de Roveredo (A13) est approuvé par le Conseil d'Etat du canton des Grisons. En août 1998, le projet général est approuvé par le Conseil fédéral pour un coût estimé à 223 millions de francs. Le projet définitif a quant à lui été approuvé par le DETEC une première fois en 2001, puis en 2005 (coût total estimé en 2005 : 379 millions de francs). Le projet de détail du tunnel de San Fedele, principal ouvrage du projet a été approuvé par l'OFROU en septembre 2007 pour un coût estimé à 167 millions de francs (hors coûts de gestion de projet). Le tunnel de San Fedele est un ouvrage bi-directionnel de 2,4 kilomètres comportant une galerie de sécurité.

Les travaux préliminaires ont été effectués sous la direction du Service des ponts et chaussées des Grisons, alors que les travaux principaux comme le tunnel San Fedele et sa galerie de sécurité sont désormais de la compétence de la filiale OFROU de Bellinzone. La direction générale de projet pour l'ensemble du contournement de Roveredo a été assumée depuis le début des années 1980 par le bureau d'ingénieurs Edy Toscano de Mesocco.

La filiale de l'OFROU de Bellinzone garantit désormais la gestion de l'ensemble du projet, le bureau Edy Toscano conservant un rôle d'assistant au maître d'ouvrage. Cette solution permet une continuité du projet et assure le principe d'un transfert de connaissances entre le bureau Edy Toscano et la filiale de Bellinzone.

Le projet de contournement de Roveredo ayant été transmis aux mains de la filiale de Bellinzone à la fin de la phase de planification, le CDF est conscient de disposer d'une vision partielle des changements qui ont lieu avec la réorganisation de l'OFROU et la gestion des nouvelles tâches de maître d'ouvrage qui lui incombent. Par ailleurs, il est évident que la mise en place d'un nouveau système nécessite du temps. Sachant de plus que la durée des projets de construction est longue, il est dès lors nécessaire d'attendre plusieurs années avant de pouvoir mesurer les répercussions directes et indirectes sur l'office en lui-même et sur ses activités. Dans ce chapitre, il s'agit donc plutôt de relever les grands axes organisationnels et les différentes améliorations que la nouvelle forme de l'OFROU va générer, notamment au niveau de l'utilisation d'outils novateurs permettant de gagner en transparence, de mieux maîtriser différents risques, financiers notamment, comme la gestion et le controlling des coûts.

Concrètement, l'analyse du projet de Roveredo a donné quelques constats et résultats encourageants, notamment au niveau de la gestion des coûts ainsi qu'au niveau de la gestion administrative et opérationnelle d'un projet. Ces résultats sont présentés ci-dessous.

6.1 Gestion documentaire

Concernant la documentation du projet de Roveredo, deux constats principaux sont à relever. D'une part, la transmission des dossiers entre le Service des ponts et chaussées du canton des Grisons et la filiale de Bellinzone a été jugée tout à fait satisfaisante par le CDF. *A priori*, aucune information significative concernant la conduite générale du projet n'a été perdue. Il est évident que le bureau d'ingénieurs Edy Toscano présent depuis le début en tant que mandataire pour la gestion de projet, puis, désormais, en tant qu'assistant au maître d'ouvrage garantit une continuité du projet, favorisant la conservation et la gestion documentaire. Ainsi, toute la documentation sollicitée par le CDF, c'est-à-dire tous les documents importants marquant chaque phase du

projet de planification ont été transmis de manière systématique et complète par la filiale de Bellinzzone. Il existe en outre un journal de projet qui retrace les principales évolutions du projet avec leurs incidences financières. Il est ainsi possible de suivre l'évolution des coûts du projet. Ceci n'a pas toujours été le cas pour la documentation concernant les autres études de cas examinées.

6.2 Un meilleur suivi des coûts est-il garanti ?

La réorganisation de l'OFROU est accompagnée par l'introduction et la mise en place d'un système informatique de suivi des coûts et d'archivage systématique de la documentation pour tous les projets de construction placés sous la responsabilité de l'OFROU. Il s'agit du système TDcost, instrument unique et novateur dans la mesure où il se base sur un plan comptable uniforme et permet la conservation des informations complètes, standardisées et comparables pour les projets et objets introduits dans le système. En d'autres termes, c'est une base générale de données qui met en commun une multitude d'informations classées selon différentes rubriques et traitant tous les niveaux de l'évolution financière des projets de construction. Il est ainsi possible de connaître précisément le coût estimé d'un projet, mais également les coûts des différents ouvrages faisant partie du projet. Ce système donne également des informations sur l'évolution des coûts en fonction des différentes phases du projet, ainsi que sur les évolutions à la hausse ou à la baisse des coûts finaux estimés. Les filiales de l'OFROU ont la responsabilité d'introduire les données concernant chaque projet et les collaborateurs de la centrale de l'OFROU ont également accès au système TDcost.

Parmi les différentes rubriques que compte le système TDcost, figurent notamment :

1. La responsabilité de projet (*Projektstamm*), avec plusieurs informations générales sur *Projektleitung*, *Projektmeilensteine*, *Termine*, etc.,
2. Les comptes (*Kostenkonten*) ou, avec un catalogue des coûts dans lequel tous les éléments du projet sont inscrits sous un code spécifique déterminé,
3. Le devis (*Kostenvoranschlag*) ou, avec les prévisions des coûts ainsi que les éventuelles justifications ou explications de l'évolution des coûts,
4. Les factures (*Rechnungen*) ou, avec leur statut : *gestellt am*, *geprüft am*, *genehmigt am*,
5. Les contrats (*Veträge*) ou, avec de nombreuses indications concernant les entreprises mandatées ainsi que leurs contrats respectifs scannés. Tous les avenants au contrat avec leur statut/remarques etc. sont également accessibles depuis TDcost.

Ainsi, pour autant que le système TDcost soit correctement utilisé par les filiales et les responsables de projet, c'est-à-dire que les données essentielles concernant les coûts soient systématiquement introduites, ce système jette les bases permettant à terme une véritable traçabilité des coûts et une transparence accrue de l'évolution des coûts, ce qui n'était pas garanti jusqu'à présent dans le domaine de la construction des autoroutes. Il ne permet certes pas une analyse critique de l'évolution des coûts et peut de prime abord paraître assez compliqué à cause des multiples interfaces qu'il comporte. Mais cette quantité de fonctions et d'applications sont absolument novatrices et consistent en un instrument efficace visant la maîtrise des coûts.

Toutes les données financières des projets en cours n'ayant pas encore été introduites et étant donné le fait que quelques lacunes propres à la mise en place d'un nouveau système de gestion informatique subsistent, il est certes encore trop tôt pour juger de l'application et de l'efficacité de ce nouveau système. Cependant, le CDF a pu constater qu'à la filiale de Bellinzona et notamment pour le projet de contournement de Roveredo, toutes les données financières de chaque élément du projet (génie civil et EM) ont été intégrées dans la base de données TDcost. De même les documents relatifs aux grandes décisions (en particulier les contrats et les avenants) et retraçant les phases importantes des projets, les changements de projets avec leur justificatif, etc. sont introduits dans le système de gestion documentaire FABASOFT, accessible depuis le système TDcost. Ceci procure une vision claire et immédiate de l'état des coûts et de la gestion financière du projet avec un lien aux documents de base.

6.3 Financement des projets plus strict

La reprise de la gestion de projets autoroutiers par les filiales a également eu un impact sur le financement des projets et le controlling des investissements. Une directive concernant l'établissement du devis ainsi que les réserves prévues pour chaque phase de planification d'un projet est actuellement en cours d'approbation. Cette directive doit également donner des informations claires concernant le degré de précision (*Kostengenauigkeit*) d'un devis selon les différentes phases d'un projet. Le CDF a obtenu auprès de l'OFROU une ébauche de cette nouvelle directive et a constaté un important changement concernant le financement des projets. Alors qu'auparavant, l'OFROU prévoyait systématiquement une réserve de 15% sur le financement des objets approuvés, à savoir les crédits d'objet, dans le nouveau système cette marge est réduite à 10%. De plus, une autre nouveauté importante est à relever : ce montant n'est désormais plus attribué automatiquement. Pour pouvoir, le cas échéant, bénéficier de cette réserve, le chef de projet doit motiver sa demande. Il devrait donc être désormais possible de savoir sous quelles conditions cette réserve est utilisée et à quoi elle est affectée. Pour mémoire, cette marge de manœuvre financière correspondait auparavant à une réserve générale dans laquelle il était possible de puiser pour financer des besoins supplémentaires de la construction (modifications de projet, imprévus, etc.) sans demande préalable à l'OFROU, et ceci tant que le crédit était disponible.

Le nouveau système a diminué quelque peu cette tolérance financière. En conséquence, le CDF peut constater une volonté visant à mettre en place un meilleur contrôle concernant l'utilisation des crédits d'objet à disposition et notamment des réserves au niveau du financement.

6.4 Guide de projet

Le CDF a en outre reçu de la part de l'OFROU un guide de projet (*Projekthandbuch*) actuellement en cours d'élaboration, sorte de manuel de projet destiné aux cinq filiales de l'OFROU et qui rassemble des informations principales concernant l'organisation, la gestion de projet, les délais, le management des coûts, la qualité, la sécurité, le traitement des informations, l'archivage, etc.

Ce guide apporte ainsi de nombreuses indications illustrées par des exemples pour expliquer de quelle manière les filiales doivent gérer les différents aspects d'un projet de construction, le rôle et les responsabilités qui incombent aux différents acteurs et instances décisionnelles. Là aussi, pour

autant que ce guide soit utilisé correctement par les responsables de projet dans les filiales, on peut aisément entrevoir une plus grande transparence concernant la gestion des projets futurs et surtout une systématique accrue entre les pratiques des différentes régions.

7 Conclusion

La construction de tunnels autoroutiers est longue et exigeante du point de vue de l'organisation et de la gestion de projet, ainsi que sur le plan technique. Entre les premières ébauches, l'approbation du projet définitif, la réalisation des travaux et l'ouverture à la circulation, de très nombreuses années peuvent s'écouler. Pour plusieurs des tunnels examinés, il est arrivé que plus de dix ans se soient écoulés pour la seule phase de construction.

Pour analyser les coûts des dix objets retenus, l'accès à l'information a été difficile et il a été nécessaire de reconstituer une à une les données afin de pouvoir les exploiter et les comparer. Certes, l'option retenue consistait à examiner des ouvrages pour lesquels les coûts définitifs étaient disponibles ou quasiment définitifs. De fait, ces projets s'inscrivaient dans l'organisation et les processus qui prévalaient avant la mise en œuvre de la nouvelle péréquation financière, autrement dit des projets pour lesquels les cantons assument la maîtrise d'ouvrage.

L'OFROU n'a pas été en mesure de donner des informations, ni des données fiables sur les coûts définitifs des projets, ni sur l'évolution de ces coûts. La qualité de la documentation des projets retenus s'est révélée très inégale. Les données n'étaient pas toujours standardisées et donc pas aisément comparables. De plus, il était souvent difficile d'isoler les informations pour un ouvrage spécifique, tout en ayant une vue d'ensemble du projet (génie civil, équipements électromécaniques, second œuvre,...). Ainsi, les premières informations reçues ne concernaient la plupart du temps que le contrat principal pour le génie civil (sans les autres contrats, ou encore sans l'électromécanique).

La transparence et la traçabilité de l'évolution des coûts n'a pas toujours été garantie pour les ouvrages retenus. Les informations relatives à la documentation des projets étaient souvent lacunaires, que ce soit dans la phase de planification ou dans la phase d'exécution des travaux (absence de journal de projet ; qualité très inégale des rapports d'étape ; absence d'un véritable controlling des coûts). Par ailleurs, la terminologie se rapportant à la gestion de projet de construction n'est pas identique dans les directives de l'OFROU et dans la norme SIA 103. En pratique, les cantons se sont davantage orientés sur la norme SIA. Au vu de la longue durée des projets de construction de tunnels, l'application des directives de l'OFROU, en particulier la directive de 2001 sur la gestion de projet, n'est intervenue que longtemps après son adoption. Il faut par conséquent attendre de nombreuses années avant de pouvoir mesurer ou évaluer les effets d'une nouvelle procédure, directive ou organisation.

En dépit de cette situation, les coûts et leur évolution ont malgré tout pu être reconstitués de manière standardisée pour les dix projets retenus. Cette reconstitution s'est faite sur la base des éléments qui ont été communiqués par les cantons. Le CDF estime que les résultats par ouvrage sont fiables, plausibles et comparables sans pouvoir certifier que les données de base fournies par les cantons soient intégralement exactes. Les résultats obtenus n'ont pas de validité statistique à cause d'un échantillon réduit à dix cas. Ils donnent cependant une orientation générale et fournissent des indications intéressantes permettant de comparer des ouvrages souterrains construits après la mise en œuvre de la RPT.

7.1 Réponses aux cinq questions

1. Les coûts définitifs des projets de tunnels correspondent-ils aux coûts estimés, aux devis et aux contrats ?

Comme principal constat, l'évolution des coûts n'est pas linéaire. Ainsi, les coûts peuvent évoluer tantôt à la hausse, tantôt à la baisse, selon les différentes phases du projet.

Les données sont difficilement comparables dans les phases de planification, car les bases de coûts ne sont pas identiques. Tout dépend du degré de précision des premiers projets et des changements de projet, parfois importants, survenus pendant la planification. Parfois, il n'existe tout simplement pas d'informations précises sur des ouvrages particuliers. Si certains ouvrages voient leurs premières estimations des coûts presque doublées, d'autres font état d'une évolution des coûts beaucoup plus faible.

Le CDF a principalement examiné les coûts devisés dans le projet approuvé servant de base pour la mise en soumission, les contrats, les avenants, les coûts contractuels (contrats et avenants), le renchérissement ainsi que les coûts finaux avec et sans renchérissement. Ces différents éléments sont comparables entre eux.

Pour les dix projets examinés, les coûts finaux avec renchérissement représentent entre 77% et 187% des coûts devisés (100%), soit en moyenne, 120%. Ces résultats n'ont certes pas de pertinence statistique, mais ils permettent de nuancer les résultats des études de Flyvbjerg qui mentionnent que les coûts des projets de tunnels augmentent en moyenne de 34% (comparaison entre coûts estimés du projet approuvé et coûts finaux). Le renchérissement effectif représente entre 0,5% et 18% du coût final des projets, soit en moyenne 9%.

La différence entre le devis et les coûts finaux n'est pas le seul indicateur intéressant. Les variations de coûts entre le devis et les contrats de base (sans avenants) apportent des enseignements puisqu'il s'agit, selon les cas, de l'évolution la plus importante, tant à la hausse qu'à la baisse. Les montants adjugés évoluent entre 58% et 165% des montants devisés. Pour sept des dix objets examinés, les montants adjugés pour les contrats de base sont inférieurs, et pour trois d'entre eux très inférieurs (environ 40% inférieurs au devis).

L'évolution entre les montants adjugés (contrats de base) et les coûts finaux sans renchérissement est un autre indicateur intéressant : l'évolution des coûts varie ici de -12% à 88%, avec une moyenne de 27%. Pour quatre cas, l'augmentation est supérieure à 30%.

Le CDF a examiné la part des équipements électromécaniques : ceux-ci représentent entre 6% et 28% des coûts finaux (sans renchérissement), soit en moyenne 14% pour les dix cas. Cette moyenne s'abaisse à 12% si on enlève Glion qui est un assainissement. Il est à noter que la part de l'électromécanique est logiquement plus élevée lors d'un assainissement (28%), pour les ouvrages de taille moyenne (20%), pour les recouvrements ou encore pour les ouvrages spécifiques, comme le tunnel du Kirchenwald qui intègre une jonction souterraine.

Quant aux coûts de construction par mètre de voie de circulation (soit les voies utilisables pour la circulation), les différences sont importantes, puisque les coûts évoluent entre 18'000 et 45'000 francs avec une moyenne de 26'500 francs. Les ouvrages bi-directionnels qui disposent d'une galerie de fuite ne sont pas particulièrement plus coûteux (en termes relatifs) que les autres. Le

petit ouvrage de la Roche Saint-Jean (211 mètres) est quasiment le plus cher (44'000 francs) alors qu'il ne comprend pas d'équipement de sécurité spécifique, ni de centrale de ventilation. Le coût élevé du tunnel du Kirchenwald s'explique par la complexité de l'ouvrage. Avec 37'000 francs, Uetliberg est un ouvrage relativement cher ; les explications doivent être recherchées au niveau du diamètre du tunnel (plus large que le tunnel de l'Aescher par exemple) et des passages à ciel ouvert. Le cas d'Opfikon montre que le réaménagement d'une autoroute existante (agrandissement à 2 x 3 voies et couverture de l'autoroute) est relativement cher (22'000 francs).

Les coûts pour l'électromécanique par mètre de voie de circulation évoluent entre 2'548 et 6'233 francs avec une moyenne de 3'900 francs. Ils sont proportionnellement plus faibles pour les longs tunnels (entre 2'500 et 2'900 francs). Il n'y a pas de différences importantes entre les tunnels bi-directionnels (un seul tube) et les tunnels à deux tubes.

2. L'évolution des coûts dépend-elle de facteurs internes au projet ou de facteurs externes ?

Les causes de l'évolution des coûts d'un ouvrage souterrain sont très différentes d'un projet à l'autre.

Durant la phase de planification, il s'agit d'une part d'un changement parfois important de projet, et d'autre part, d'un degré de précision des coûts très variable en fonction de tel ou tel ouvrage spécifique. Plus le projet s'approche d'une phase définitive, plus la précision au niveau des ouvrages particuliers doit être élevée.

La différence entre le devis et les contrats de base (adjudication) dépend de la situation du marché, des offres reçues et des négociations avec les entreprises. En fonction du résultat obtenu, on parle de succès de la passation de marché (Vergabeerfolg) si l'offre retenue est plus avantageuse que le montant devisé, ou d'échec (Vergabemisserfolg) si l'offre retenue est plus chère que le devis. Certes, le maître d'ouvrage ne peut pas connaître avec précision la situation du marché avant d'avoir reçu des offres, les entreprises pouvant de surcroît proposer des variantes avantageuses d'un point de vue économique. Tout dépend également du poids que le maître d'ouvrage accorde au critère du prix. Cependant, lorsque les montants des contrats adjugés sont 40% inférieurs au devis, des questions peuvent se poser sur la qualité du devis. Il n'est pas exclu que les devis aient été calculés de manière trop conservatrice, soit en incluant des réserves sur les quantités, soit en se basant sur une fourchette haute du prix par unité, prestation ou quantité.

Les avenants aux contrats correspondent à une commande de nouvelles prestations ou à l'annulation de prestations. Ils concernent d'une part les changements de projet qui surviennent en cours d'exécution des travaux et, d'autre part les modifications de quantité ou de prestations qui n'avaient pas été correctement estimées dans le devis. Tout dépend également des incidents et des difficultés qui peuvent survenir sur le chantier durant le percement ou la construction. Quasiment tous les ouvrages analysés par le CDF ont connu des changements de projet durant la phase d'exécution en raison de la nécessité d'appliquer des nouvelles normes de sécurité. Dans ce cas, il s'agit de facteurs externes sur lesquels le chef de projet n'a que peu d'influence. Cinq projets ont connu des adaptations des quantités ou des prestations sans lien avec un changement de projet, ce qui peut signifier un manque de précision du devis de base. A noter que pour un

projet (assainissement des tunnels de Glion), les travaux effectués ne correspondent pas au projet de départ ; ceci explique la grande évolution à la hausse observée au niveau des coûts.

Le renchérissement est bien entendu un facteur externe, mais ne constitue pas l'essentiel de l'évolution des coûts.

3. Quelles sont les conditions qui garantissent une gestion rigoureuse des projets et favorisent une bonne maîtrise des coûts ?

Le niveau de précision du devis (degré d'exactitude des coûts - Kostengenauigkeit) doit être de plus ou moins 10% pour le projet définitif. Parmi les ouvrages examinés par le CDF, cinq ouvrages entrent dans cette fourchette, trois dépassent les 110% et deux se situent en-dessous des 90% par rapport aux coûts finaux. Si le résultat dépend en grande partie de la phase d'adjudication, des évolutions peuvent encore survenir durant l'exécution des travaux. Si les coûts se situent en-dessous des 90%, ceci n'est pas forcément synonyme de bonne gestion. De plus, si les coûts finaux correspondent aux coûts devisés, alors les maîtres d'ouvrage ne se posent généralement pas de question.

Le CDF n'a que rarement retrouvé les bases du renchérissement effectif des ouvrages examinés. Le renchérissement effectif doit être défini lors de l'établissement du contrat. Il doit ensuite être facturé et comptabilisé séparément. Pour un ouvrage examiné, le renchérissement a fait l'objet d'un avenant au contrat, ce qui est contraire à la pratique. Pour un autre ouvrage, le renchérissement a été négocié après la signature du contrat.

Les devis comportent, pour la plupart d'entre eux, un poste pour « divers et imprévus » qui correspond à une réserve de 10%. Parmi les ouvrages examinés, le CDF n'a pas vu de devis incluant des réserves affectées, par exemple pour un risque géologique particulier ; dans ce cas, si le risque n'est pas avéré, alors la réserve ne devrait pas être utilisée et faire l'objet d'un décompte. De manière générale, le CDF n'a pas trouvé d'informations afin de savoir si ce poste « divers et imprévus » avait été utilisé ou non. Au-delà, cette question concerne la problématique de la constitution et de l'utilisation de réserves.

Le CDF a également constaté que plusieurs aspects liés aux coûts ne sont pas toujours clairs : coûts avec ou sans TVA ; régies ; rabais et escomptes accordés lors de la signature des contrats.

Le respect des différentes phases d'un projet et leur degré de préparation, notamment le niveau de précision concernant les ouvrages spécifiques, est un gage de qualité. Si la construction d'un ouvrage ne correspond pas au projet, ni au devis, alors les risques d'évolution des coûts à la hausse sont élevés. La gestion de projet, surtout au niveau de la supervision, est rendue d'autant plus difficile, avec le risque d'une multiplication de contrats et d'avenants et d'une perte de la vue d'ensemble du projet. Ceci a été le cas pour un ouvrage examiné par le CDF. La gestion des avenants est un aspect important, mais elle n'est pas toujours très rigoureuse et varie grandement d'un projet à un autre.

Il existe en outre, dans plusieurs cas, une confusion entre un controlling et un reporting des coûts. La plupart du temps, la gestion des coûts se résume à un reporting, parfois très succinct. Un véritable controlling, faisant le lien précis entre coûts et prestations ou coûts et quantités est rare. Pour les cas examinés, le suivi des coûts lors de l'exécution des travaux repose souvent sur le seul

chef de projet. De fait, il n'est pas aisé d'avoir une vision d'ensemble d'un projet, étant donné, par exemple, la spécificité de l'électromécanique et du second œuvre qui sont des domaines gérés de manière séparée.

Au niveau du financement, selon le système en vigueur jusqu'à fin 2007, l'OFROU prévoyait un supplément de 15% au crédit d'engagement (sur la base des contrats). Il n'existe cependant pas de bases précisant, le cas échéant, dans quels cas ces 15% peuvent être utilisés : servent-ils à financer les éventuelles modifications de projet, les imprécisions du devis ou encore le renchérissement ? Ces 15% correspondent simplement à une marge de manœuvre que se laisse l'OFROU, sans recourir à une demande de crédit supplémentaire.

4. Quelles sont les meilleures solutions pour gérer les risques et les incertitudes inhérents à tout projet de construction de tunnels ?

Il existe aujourd'hui une multitude d'instruments pour gérer les risques et les incertitudes lors de travaux souterrains. La maturité du projet est une des conditions essentielles, tout comme la nécessité de planifier des délais raisonnables pour chaque étape du projet en particulier la préparation du devis et la passation des marchés.

Plusieurs études menées par des équipes françaises sur des ouvrages souterrains ont montré que la dérive des coûts au cours de l'exécution des travaux était inversement proportionnelle aux montants investis durant les phases de planification, en particulier au niveau de la reconnaissance géologique.

Les travaux souterrains présentent des risques spécifiques. L'identification, l'analyse et la gestion de ces risques ont une importance essentielle et touchent aux différentes phases d'un projet. Ils ne se résument pas aux seules incertitudes géologiques et géotechniques, mais concernent également la passation des marchés, les risques financiers ou les méthodes de construction. Pour les dix objets examinés, le CDF n'a pas trouvé d'informations systématiques sur l'identification et la gestion des risques.

Cela étant dit, la survenance d'un problème lors d'un chantier n'entraîne pas nécessairement des surcoûts. Outre la réactivité des différents intervenants, la gestion d'un événement dépend précisément du degré de préparation et d'anticipation des risques. Ainsi, lors du percement du tunnel d'Aescher, il a fallu faire face à un effondrement du tunnel entraînant un changement de la méthode de percement. La construction du tunnel de Concise a également été confrontée à des aléas en raison de zones karstiques imprévues. Cependant, dans ces deux cas, les événements survenus n'ont pas entraîné de forts dépassements de coûts.

A l'inverse, le percement du tunnel de Moutier sur l'A16 (que le CDF n'a pas examiné, mais qui a fait l'objet de deux audits mandatés récemment par l'Inspectorat des finances de l'OFROU) est emblématique car la survenance d'un incident a révélé les insuffisances de la conception (faiblesse du modèle géologique et des caractéristiques géotechniques) et l'inadaptation de la méthode de construction (choix d'un tunnelier d'occasion et option retenue d'une attaque descendante) entraînant une multiplication par quatre des coûts finaux estimés par rapport au devis. De plus, les résultats d'un de ces audits ont montré des manquements dans la détermination du renchérissement.

Sur la base des projets examinés, le risque lors de la passation des marchés n'est que peu valorisé. Pourtant une adjudication défavorable par rapport au devis n'entraîne pas systématiquement une augmentation du coût final comme le montre l'exemple d'Uetliberg, où les coûts finaux estimés sont plus faibles que les montants contractuels. Un suivi du chantier en temps réel et une communication rapide des données entre l'entreprise et le maître d'œuvre peut faciliter le pilotage du projet et la réactivité par rapport à l'avancement du percement.

5. Comment optimiser le contrôle et la supervision des projets ?

L'OFROU privilégie le soutien technique aux projets et s'assure de l'application de standards techniques, notamment dans le domaine de la sécurité. La performance technique constitue une priorité plus importante que la dimension financière. Le fait de ne pas pouvoir communiquer le coût final d'un ouvrage est à ce titre révélateur.

Lors de l'analyse des dix ouvrages retenus, le CDF n'a que très rarement trouvé de la documentation ou toute autre information sur le rôle et l'influence de l'OFROU dans la gestion de projet tout comme sur l'évolution des coûts. Il est par conséquent difficile de savoir si et comment l'OFROU est intervenu lors de l'élaboration d'un devis, la phase d'adjudication ou encore les avenants. Certes, certaines phases doivent faire l'objet d'une approbation formelle de l'OFROU, mais cette approbation se rapproche souvent d'une simple formalité. Dans les projets examinés, le CDF n'a pas trouvé la trace d'un refus de l'OFROU. Par ailleurs, dans au moins un cas (Glion), on ne sait pas sur quoi repose l'approbation de l'OFROU. Ce constat a déjà été effectué lors d'un audit de l'Inspectorat des finances de l'OFROU. Dans le cas du tunnel du Raimeux, pour lequel un doute avait été émis concernant un devis trop conservateur, on ne connaît pas non plus la position de l'OFROU. La gestion des avenants et leur approbation n'est pas toujours très rigoureuse, les avenants inférieurs à 2 millions de francs ne nécessitant pas une approbation préalable. Les pratiques des cantons sont très différentes, certains présentant des avenants globaux incluant les commandes supplémentaires et les prestations supprimées, alors que d'autres font des avenants pour chaque changement de commandes.

En conséquence, l'OFROU apparaît davantage comme un organe technique de soutien aux maîtres d'ouvrage que comme une autorité de surveillance et de supervision des projets.

Quant au DETEC et aux autorités politiques, ils sont en retrait dès que le projet a été formellement approuvé. Ils ne s'engagent pas activement dans la surveillance des projets une fois que la phase d'exécution des travaux a débuté. Toutefois, lorsqu'un problème survient durant la phase de construction et que l'évolution des travaux est suivie de manière lointaine, il est souvent trop tard pour réagir.

7.2 Améliorations en cours

Sachant que le CDF a examiné des projets achevés ou en cours d'achèvement, les constats et conclusions mentionnés doivent être replacés dans le contexte de l'ancienne organisation de l'OFROU, qui reste cependant valable pour l'achèvement du réseau.

La mise en œuvre de la nouvelle péréquation financière a entraîné des changements importants au sein de l'OFROU qui assume désormais la maîtrise d'ouvrage pour les futurs projets

autoroutiers, à l'exception toutefois des projets entrant dans le cadre de l'achèvement du réseau. De nouvelles directives ont été adoptées, tant sur la gestion des projets, les procédures que sur le suivi financier, les règles de financement et la répartition des compétences. Pierre angulaire de ce nouveau processus, la directive sur le controlling des investissements fournit les bases à la gestion des investissements et des coûts des projets selon les différentes phases. Les projets d'assainissement (UPlaNS) sont également inclus. La marge de manœuvre au niveau du crédit d'engagement est réduite à 10% ; l'utilisation de ce supplément doit faire l'objet d'une approbation et d'un traitement spécifique ; il n'est plus affecté automatiquement.

Liée à la mise en œuvre de la nouvelle péréquation financière, l'introduction du système de controlling des investissements TDCost est un progrès incontestable. Grâce à cette nouvelle application, il est désormais possible de connaître avec précision les coûts d'un projet de construction autoroutière et leur évolution en fonction des différentes phases. Sur la base de données et d'éléments désormais standardisés, ce système permet en outre d'avoir une vision pour l'ensemble d'un projet ou pour les objets individuels qui composent le projet. Si un tel système avait existé auparavant, le travail du CDF aurait été grandement simplifié.

Cependant, pour pouvoir apprécier pleinement les effets du nouveau système, il faudra attendre l'achèvement d'un ouvrage exécuté, voire conçu selon les nouveaux processus, soit environ 2015, date de l'achèvement du tunnel de San Fedele (contournement de Roveredo), seul ouvrage d'importance réalisé sous la maîtrise de l'OFROU et intégré dans TDCost au moment de l'analyse du CDF. Le projet de Roveredo est en quelque sorte un projet pilote pour l'application des nouveaux dispositifs générés par TDCost. La plupart des ouvrages actuellement en construction continue à être géré par les cantons.

8 Recommandations

8.1 L'esprit de nos recommandations : profiter du changement d'organisation de l'OFROU pour renforcer la transparence et la maîtrise des coûts

Le CDF estime que les nouvelles directives sur la gestion de projet et le controlling des investissements sont des éléments positifs qui vont dans la bonne direction, mais des améliorations sont encore nécessaires. Les enjeux sont importants puisque la Confédération continuera à construire et à assainir des tunnels durant les prochaines années, que ce soit dans le cadre de l'élimination des goulets d'étranglement, de l'extension du réseau ou du réaménagement de certains tronçons. Par ailleurs, les investissements pour l'achèvement du réseau demeurent importants (environ 1 milliard de francs par an) et dans ce cas de figure, les cantons assument toujours la maîtrise d'ouvrage. En outre, la Commission Suter a estimé qu'il existe un potentiel d'économies de 20% au niveau de la gestion des projets lors de l'exécution des travaux.

Parallèlement au changement d'organisation, l'OFROU doit également opérer un changement de culture en incluant davantage la dimension financière afin de garantir une meilleure transparence des coûts et de leur évolution. Il s'agit également d'accroître la maîtrise des coûts en réduisant autant que possible les incertitudes sur les projets. Il est en outre particulièrement important de garantir une traçabilité des décisions. C'est un défi d'autant plus important par rapport à l'objectif que s'est fixé l'OFROU d'économiser 100 millions de francs par an.

De plus, l'OFROU assume de grandes responsabilités dans le développement d'un terrain commun entre gestionnaires parfois plus axés sur les aspects financiers et techniciens intéressés par la construction. Il doit veiller à développer des repères et un langage compréhensibles, adaptés et connus par tous les professionnels du domaine. D'où l'importance de détenir des références partagées. Un des aspects essentiels consiste à garantir le transfert de connaissances et le partage d'expériences, tâches a priori rendues plus faciles dans le cadre de la nouvelle organisation de l'OFROU avec ses cinq filiales. La question du transfert de connaissances se fait à plusieurs niveaux, autant au sein de l'OFROU, qu'avec les partenaires externes, à savoir les bureaux d'appui au maître d'ouvrage, afin de garder la maîtrise des projets et le contrôle des coûts.

Concrètement, le CDF voit des améliorations possibles au niveau du degré de précision de la gestion des coûts, ainsi que dans la gestion de projet, la qualité des devis, la gestion des risques et le rôle de l'OFROU lors de l'approbation des projets. Le CDF accorde une attention particulière à l'achèvement du réseau, étant donné l'importance des montants investis. Le CDF adresse ainsi huit recommandations à l'OFROU.

8.2 Huit recommandations

Recommandation 1

Le CDF recommande à l'OFROU de veiller à ce que les projets atteignent un niveau de maturité suffisant et de ne pas donner son approbation lorsque des éléments, des bases ou des documents essentiels manquent.

Lors de l'analyse, le CDF a constaté que la préparation des phases situées en amont de l'exécution des travaux est cruciale pour garder la maîtrise des coûts tout au long du projet. Cependant, certains projets analysés ont montré des lacunes au niveau de la qualité de la gestion de projet, de l'élaboration de la documentation de base, des études nécessaires et de l'estimation des coûts des différents éléments composant le projet qui se sont révélées parfois approximatives. En effet, certaines phases pouvaient manquer, des documents propres à certaines phases étaient inexistantes ou encore, des étapes n'étaient pas assez précises ou abouties. Par ailleurs, travailler dans la précipitation et se contenter d'un degré de maturité approximatif peut conduire à une augmentation des incertitudes et des risques financiers sur le projet. Ainsi, pour garantir une bonne maîtrise des coûts, il faut que tout soit prêt avant l'exécution du projet avec un degré de détail et de connaissance suffisant afin de garantir une bonne maîtrise des coûts.

La gestion d'un projet de construction ou d'assainissement est certes complexe mais il existe de nombreux guides et documents adressés aux professionnels dont l'objectif consiste à les soutenir dans le déroulement d'un projet. A ce titre, les directives de l'OFROU sur la gestion et le développement de projet sont très riches en informations pratiques sur la réalisation des différentes étapes du projet (projet définitif et projet de détail). Elles doivent par conséquent être appliquées et suivies de manière rigoureuse.

Appliquer ces directives implique le respect des différentes phases pour atteindre un niveau de maturité adéquat et un plus grand degré de précision de l'estimation de coûts. Mais, si tel n'est pas le cas ou s'il manque des éléments requis, l'OFROU a la responsabilité de ne pas donner son approbation au projet. Ceci est particulièrement important au niveau du projet de détail en prévision de la phase de soumission et de l'adjudication des travaux.

Recommandation 2

Le CDF recommande à l'OFROU de développer un regard critique sur la qualité des devis. L'OFROU doit être en mesure de juger si le devis repose sur des bases fiables et réalistes et demander le cas échéant, un second avis.

Le CDF a constaté que le devis pour l'approbation et pour la mise en soumission peut être de qualité très inégale et qu'il n'existe pas forcément d'analyse et de contrôle critique des bases du devis. Ainsi, les montants adjugés pouvaient être très éloignés des montants devisés. Or, la qualité et le degré de précision sont essentiels puisque le devis estimatif sert de base de comparaison avec les offres reçues de la part des entreprises. De plus, il donne un cadre financier aux autorités d'approbation et constitue le seul élément de comparaison avec les coûts finaux.

L'OFROU devrait être en mesure d'analyser la qualité et la justesse du devis. Il s'agit autant que possible d'éviter les devis trop conservateurs ou au contraire trop optimistes. L'idée est également de pouvoir déceler l'existence de réserves cachées sur les prix ou les prestations. L'OFROU peut être soutenu dans cette tâche par le bureau d'appui au maître d'ouvrage, s'il a suffisamment d'expérience et d'indépendance dans ce domaine. Mais en cas de doute sur la qualité du devis, l'OFROU devrait faire appel à un deuxième avis ou à une expertise externe, et ceci avant la phase de soumission.

Par ailleurs, l'OFROU devrait pouvoir analyser les fortes différences qui peuvent exister entre les montants adjugés et le devis ainsi que leurs causes. Il serait ainsi possible d'en tirer les enseignements pour l'établissement de devis ultérieurs. Ceci implique également un transfert de connaissances et un échange d'expériences notamment entre les chefs de projet des différentes filiales de l'OFROU.

Recommandation 3

Le CDF recommande à l'OFROU de renforcer son analyse des risques sur projet. L'OFROU doit identifier l'ensemble des risques inhérents à un projet et en estimer leur valeur. Les risques spécifiques aux travaux souterrains ne concernent pas seulement la géologie ou les modèles géotechniques, mais également l'option de percement ou encore la passation des marchés ainsi que l'exécution des travaux.

En fonction des risques identifiés, une réserve spécifique peut être introduite. Elle doit être utilisée uniquement si le risque est avéré. Par conséquent, elle doit figurer en tant que telle dans les estimations de coûts et dans les décomptes.

Cette méthode de valorisation des risques et de constitution de réserves spécifiques permettrait d'affiner l'estimation des coûts et d'augmenter dès lors la transparence des coûts.

Le CDF a constaté que rares sont les maîtres d'ouvrage ayant développé un concept global de gestion des risques. L'identification des risques se limite le plus souvent aux aspects géologiques et géotechniques, alors qu'un projet de construction est confronté à d'autres types de risques comme l'option de percement, les contraintes environnementales et de sécurité, la passation des marchés ou encore l'exécution des travaux.

Dans sa nouvelle organisation, l'OFROU a développé une analyse de risques. Cependant, elle concerne l'ensemble de l'office en tant qu'organisation mais ne s'applique pas concrètement à la gestion de projets de construction spécifiques. Ce n'est dès lors pas un outil suffisant pour appuyer un chef de projet.

Une maîtrise d'ouvrage devrait identifier l'ensemble des risques sur projet, en estimer le coût et la probabilité de survenance. Dans son document sur la maîtrise des coûts d'un projet, l'Association française des tunnels et de l'espace souterrain (AFTES) recommande l'adoption d'une telle démarche et donne des indications pratiques pour l'appliquer⁷⁷. Ce guide publié en 2007 est un

⁷⁷ *Recommandations de l'AFTES. Comment maîtriser les coûts de son projet, Tunnels et ouvrages souterrains - n° 201 - Mai/juin 2007.*

instrument de bonne qualité qui formalise les différents types de risques, à savoir techniques, géologiques, organisationnels et financiers.

Plus les incertitudes sont grandes et plus leurs probabilités de survenance sont élevées, alors il serait judicieux de constituer une réserve spécifique dans le devis pour parer à cette éventualité. La constitution de cette réserve spécifique doit faire l'objet de conditions d'utilisation précises et doit en outre figurer comme telle dans le décompte final.

L'objectif de cette recommandation vise à optimiser les coûts d'un projet et d'un ouvrage et à en diminuer les incertitudes financières. Cela contribue à améliorer la transparence des coûts et le degré de précision du devis.

Recommandation 4

Le CDF recommande à l'OFROU que les projets s'inscrivant dans le cadre de l'achèvement du réseau suivent les mêmes dispositions que les projets qu'il gère directement. Cette recommandation concerne en particulier les points suivants : le controlling permanent des coûts, la standardisation et la qualité de la documentation, la traçabilité des décisions et de l'évolution des coûts. Concernant le financement, le supplément de 10% sur le crédit d'engagement ne doit pas être libéré automatiquement ; toute demande entraînant une utilisation de ce supplément doit être dûment motivée.

Depuis que l'OFROU assume la maîtrise d'ouvrage des projets autoroutiers, de nouveaux instruments de gestion ont été développés, ce qui devrait renforcer la transparence des coûts et la traçabilité des décisions. Cependant, les cantons ont conservé la maîtrise d'ouvrage pour les projets s'inscrivant dans le cadre de l'achèvement du réseau. Il existe encore de nombreux projets gérés par les cantons qui sont importants en termes financiers (environ un milliard de francs par an) et qui méritent un suivi attentif de la part de l'OFROU. Certains de ces grands projets, à l'image du contournement de Bienne ne s'achèveront pas avant une douzaine d'années au mieux. Par conséquent, le CDF estime nécessaire que les nouveaux instruments développés par l'OFROU s'appliquent également aux projets dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par les cantons.

Dans ce cadre-là, il est important d'appliquer la nouvelle règle concernant le supplément de 10% sur le crédit d'engagement, à savoir qu'il ne doit pas être libéré automatiquement et que toute demande de recours à ce supplément doit être justifiée.

Etant donné que l'OFROU se focalise sur la nouvelle organisation, le CDF estime qu'il existe un risque que l'office n'accorde pas l'attention nécessaire aux projets dont il n'assume pas la maîtrise d'ouvrage. Dès lors, le risque de la perte de la maîtrise des coûts est plus élevé. Les deux types de maîtrise d'ouvrage actuels ne doivent pas empêcher l'OFROU de faire un suivi identique tant au niveau des coûts qu'au niveau de la gestion des projets, ceci selon les nouvelles directives qu'il a adoptées.

Recommandation 5

Le CDF recommande à l'OFROU que les projets d'assainissement et de réaménagement (UPlaNS) fassent l'objet d'une seule et unique approbation pour l'ensemble du projet au lieu de procéder à une approbation partielle en fonction des crédits (part aménagement et part entretien).

La maîtrise des coûts et la gestion d'un assainissement sont complexes. Les risques propres à ce type de projet sont nombreux : travaux effectués dans l'urgence, conditions *in situ* parfois mal connues, avancement des travaux au coup par coup, sécurité, maintien nécessaire du trafic routier et importance du respect des délais. Un projet d'assainissement comporte de nombreux risques de dérives des coûts et c'est précisément pour cette raison qu'une attention particulière doit être accordée à la préparation du projet et à l'élaboration d'un devis complet.

Le fait que deux crédits différents (aménagement et entretien) servent à financer les projets d'assainissement, la vue d'ensemble risque de ne pas être garantie et la transparence financière s'en trouve affaiblie. De fait, pour le cas analysé, le CDF n'a pas retrouvé la trace d'une approbation de l'OFROU pour l'ensemble du projet d'intervention. Une multitude de travaux non prévus initialement et par conséquent non devisés ont été réalisés. Etant donné l'approbation partielle des projets d'assainissement, liée à la séparation des crédits de financement, il devient très difficile de connaître sur quel montant l'OFROU s'est basé pour accepter un projet. Cette situation entraîne une perte de la connaissance des coûts, de leur évolution et du cadre estimatif d'un projet avant la phase de soumission. Une seule et unique approbation des crédits se rapportant au concept d'intervention permettrait de garantir la vue d'ensemble des coûts du projet.

Recommandation 6

Le CDF recommande à l'OFROU de garantir une vision d'ensemble des contrats et des avenants. Les avenants doivent être traités de manière uniforme. Il doit être possible de distinguer les changements de projet (facteur externe au projet) des modifications de commandes du fait d'une mauvaise estimation des prestations ou des quantités dans le devis (facteur interne au projet). En définitive, il s'agit de pouvoir justifier les évolutions de coûts, en particulier les dépassements de coûts.

Lors de l'analyse, le CDF a remarqué que la vision d'ensemble des contrats attribués pour un ouvrage particulier n'était pas toujours garantie. Il en est de même pour les avenants aux contrats. Suivant les cantons, des pratiques différentes ont été constatées dans la gestion et le traitement des avenants, alors que ces derniers devraient être traités de manière uniforme. De plus, les avenants constituent un indicateur intéressant pour apprécier les modifications apportées lors de l'exécution par rapport aux contrats adjugés. En particulier pour définir s'il s'agit de facteurs internes ou externes au projet. L'objectif est ici de pouvoir justifier et connaître les causes de l'évolution des coûts lors de l'exécution des travaux pour assurer une transparence suffisante du projet.

Dans ce cadre-là, l'échange d'expériences et le transfert de connaissances entre responsables de projet est essentiel. Ceci permet d'identifier des bonnes pratiques et de les appliquer dans l'objectif d'une maîtrise rigoureuse des coûts et des projets.

Recommandation 7

Le CDF recommande à l'OFROU de s'assurer que le renchérissement effectif soit systématiquement défini, traité, facturé, comptabilisé et décompté séparément. Les bases de calcul du renchérissement doivent être clairement identifiables et documentées.

Parmi les différents projets que le CDF a examinés, le renchérissement effectif par ouvrage n'a pas toujours pu être déterminé. Des pratiques très différentes ont été relevées quant au traitement du renchérissement dans le controlling des coûts, dans les estimations des coûts finaux et dans les décomptes finaux. De plus, le traitement du renchérissement n'a pas toujours été suffisamment documenté. Les normes professionnelles donnent des indications sur le calcul du renchérissement dans les contrats et dans les factures des entreprises. En revanche, il n'existe pas de règle appliquée de manière systématique concernant l'intégration du renchérissement dans le décompte final d'un projet et d'un ouvrage. Or, le renchérissement est un facteur important et indépendant qui influence les coûts finaux. Par conséquent, il doit être possible de retrouver la part que représente le renchérissement dans le décompte final d'un projet et d'un ouvrage, ceci dans le but de garantir une meilleure transparence des coûts.

Recommandation 8

Le CDF recommande à l'OFROU de traiter de manière uniforme la TVA (prix avec ou sans TVA ; changement de taux de TVA en cours de projet), les régies, les rabais ou escomptes tout au long d'un projet.

Le CDF a constaté une gestion peu uniforme de la TVA, des régies, des rabais et des escomptes. Il n'a pas toujours été facile d'identifier si les coûts incluaient ou non ces différentes rubriques et le volume financier qu'elles représentaient. De plus, en cas de changement de taux de TVA au cours d'un projet, il n'est pas toujours évident de savoir a posteriori quel taux a été appliqué et à quel moment. Cette recommandation technique vise donc à garantir un traitement uniforme transparent et cohérent de ces rubriques.

Annexe 1 : Liste des abréviations

AFTES	Association française des travaux et de l'espace souterrain
CAN	Catalogue des articles normalisés
CDF	Contrôle fédéral des finances
CETU	Centre d'études sur les tunnels (France)
CF	Conseil fédéral
CPA	Contrôle parlementaire de l'Administration
CRB	Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DFF	Département fédéral des finances
DFI	Département fédéral de l'intérieur
DFTCE	Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie
DGT	Direction générale des travaux
DLT	Direction locale des travaux
EM	Equipements électromécaniques
EPFZ	Ecole polytechnique fédérale de Zurich
GC	Génie civil
GMEB	Gestion par mandat de prestations et enveloppe budgétaire
GTS	Groupe spécialisé pour les travaux souterrains
ICP	Indice des coûts de production
KBOB	Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics
LRN	Loi fédérale sur les routes nationales
LUMin	Loi fédérale concernant l'utilisation de l'impôt sur les huiles minérales à affectation obligatoire
MIS	Méthode de l'indice spécifique d'ouvrage
MP	Méthode paramétrique
NLFA	Nouvelles liaisons ferroviaires transalpines
OFROU	Office fédéral des routes
OFS	Office fédéral de la statistique
ORN	Ordonnance sur les routes nationales

OSCART	Outil de Suivi du Chantier, des Auscultations et du Récolement en Tunnel
RPT	Réforme de la péréquation financière et de la répartition des tâches entre la Confédération et les cantons
RM	Management des risques
SIA	Société suisse des ingénieurs et architectes
SISO	Site Information Software
SPC	Service des ponts et chaussées
SR	Service des routes
SSE	Société suisse des entrepreneurs
TDcost	Système de controlling des coûts de projets et de planification des ressources financières
TF	Tribunal fédéral
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UPlaNS	Unterhaltungsplanung Nationalstrassen (assainissement)
VSS	Association suisse des professionnels de la route et des transports

Annexe 2 : Bases légales

Constitution fédérale

« Les cantons construisent et entretiennent les routes nationales conformément aux dispositions fédérales et sous la haute surveillance de la Confédération », (art. 83, al. 2),

Répartition des coûts entre la Confédération et les cantons (art. 83, al. 3),

Financement (art. 86).

Lois, ordonnances et directives fédérales

Loi fédérale du 8 mars 1960 sur les routes nationales (LRN) (version valable jusqu'au 31 décembre 2007, avant la RPT),

Loi fédérale du 22 mars 1985 concernant l'utilisation de l'impôt sur les huiles minérales à affectation obligatoire (LUMin),

Ordonnance du 21 août 1962 concernant le calcul, l'exécution et l'entretien des constructions placées sous la surveillance de la Confédération (Ordonnance sur les normes de construction),

Ordonnance du 9 novembre 1965 concernant la surveillance de la construction et de l'entretien des routes nationales,

Ordonnance du 18 décembre 1995 sur les routes nationales (ORN) (version valable jusqu'au 31 décembre 2007, avant la RPT),

Directives de l'Office fédéral des routes, Division Infrastructure routière, « Construction des routes nationales. Développement des projets ». Edition 2001,

Directive de l'Office fédéral des routes, Domaine entretien et superstructure, « Prise en considération de l'entretien dans l'élaboration des projets et lors de la construction des routes nationales. Planification et exécution de l'entretien ». Edition 2002.

Normes SIA

Norme SIA 103 : Règlement concernant les prestations et honoraires des ingénieurs civils, Société suisse des ingénieurs et des architectes, 2003,

Norme SIA 118 : Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction, 1977 (Réédition en 1991 avec modifications terminologiques),

Norme SIA 118/198 : Conditions générales pour constructions souterraines - Conditions contractuelles générales relatives à la norme SIA 198 Constructions souterraines - Exécution,

Norme SIA 121 : Facturation des variations de prix par la méthode de l'indice spécifique d'ouvrage (MIS), 2003,

Norme SIA 197 : Projets de tunnels - Bases générales, 2004,

Norme SIA 197/2 : Projets de tunnels - Tunnels routiers, 2004,

Norme SIA 198 : Travaux souterrains - Exécution, 2004.

Normes VSS

Norme VSS 640 026 : Elaboration des projets - Etapes de projet, 1998,

Norme VSS 640 027 : Elaboration des projets - Etude de planification, 1998,

Norme VSS 640 028 : Elaboration des projets - Avant-projet, 2001,

Norme VSS 640 029 : Elaboration des projets - Projet définitif, 2001,

Norme VSS 640 030 : Elaboration des projets - Appel d'offres, 2001,

Norme VSS 640 031 : Elaboration des projets - Réalisation, 2001,

Norme VSS 640 032 : Elaboration des projets - Exploitation, 2004.

Annexe 3 : Bibliographie

- AFTES (2007), Recommandations de l'AFTES. Comment maîtriser les coûts de son projet. Association française des tunnels et de l'espace souterrain, tunnels et ouvrages souterrains - n° 201 - Mai/juin 2007.
- AFTES (2008), Recueil des actes du Congrès international de Monaco. Le souterrain : espace d'avenir. Association française des tunnels et de l'espace souterrain, Monaco, 6 au 8 octobre 2008.
- Bundesamt für Strassen (1998), Substanzerhaltung der Nationalstrassenwerke. Schlussbericht der Arbeitsgruppe, 27. Januar 1998.
- Centre d'études des tunnels (CETU), OSCART - Outil de Suivi du Chantier, des Auscultations et du Récolement en Tunnel. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire.
- Contrôle général économique et financier, Conseil général des ponts et chaussées (2006), Mission d'audit de modernisation. Rapport sur la comparaison au niveau européen des coûts de construction, d'entretien et d'exploitation des routes.
- Ecoplan (2005), Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik. Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur VSS-Grundnorm SN 641 820. Schlussbericht, 21 Dezember 2005.
- Ecoplan / metron (2006), Kosten-Nutzen-Analyse im Strassenverkehr : Kommentar. Kapitel 30.1 Reserven bzw. optimism bias.
- Flyvbjerg Bent et al. (2002), Underestimating Costs in Public Work Projects. Error or Lie ? In : Journal of the American Planning Association (APA), Vol. 68, n°3, Summer 2002, Chicago : American Planning Association.
- Flyvbjerg Bent (2003), Megaprojects and Risk. An Anatomy of Ambition. Cambridge : Cambridge University Press.
- Flyvbjerg, Bent for the British Department for Transport (2004), Procedures for Dealing with Optimism Bias in Transport Planning. Guidance Document.
- Guillod Yves-Alain, Steffen Gerhard (2004), L'indice suisse des prix de la construction - Octobre 1998 = 100. Bases, Neuchâtel, Office fédéral de la statistique.
- KBOB (2008), Guide KBOB pour le calcul des variations de prix dans la construction, Berne.
- Konzepte und Entwicklungen beim Risikomanagement komplexer Bauprojekte. Systematik der Kostenrisiken am Beispiel Gotthard Basistunnel, Universität Kassel, 2005.
- Lombardi Giovanni (2004), Le coût des tunnels, du devis estimatif au décompte final. Conférence tenue à Zurich le 14 mai 2004 à l'Assemblée Générale du Groupe Professionnel des Ouvrages Souterrains de la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes.
- Mauron François, Le contournement de Bulle, désastre fribourgeois sans précédent, Le Temps, 15 avril 2008.
- Mauron François, Le surcoûts de la H189 est aussi dû à un manque de curiosité politique, Le Temps, 16 avril 2008.

Mauron François, Contournement de Bulle : les députés fribourgeois enterrent la polémique, Le Temps, 18 juin 2008.

National Audit Office (2007), Department for transport, Estimating and monitoring the costs of buildings roads in England. Report by the comptroller and auditor general, London, NAO, 15 March 2007.

Natrup Wilhelm (2008), Lärmschutz und Stadterneuerung. Die Einhausung der Autobahn in Zürich-Schwamendingen, in Strasse und Verkehr Nr. 9, September 2008.

OFROU (1996), Examen des normes et standards dans le domaine des routes nationales. Rapport de commission (Rapport Suter), Berne.

OFROU (1997), Standards dans la construction des routes nationales. Rapport final du groupe de travail (Rapport Michaud), Berne.

OFROU (2001), Directives. Construction des routes nationales - développement des projets, Berne.

OFROU (2006), Examen des normes et des standards dans le domaine des routes nationales. Rapport de commission, Mars 1996.

Pidoux Jacques-Olivier, Autobahnen Verlottern ?, Touring, 8. Januar 2009.

Rival Fabien et Hamaide Gilles (2008), Projets de tunnel : anticipation et réduction des dérives de coûts par management des risques, in AFTES, Recueil des actes du congrès international de Monaco : Le souterrain : espace d'avenir, Monaco.

Rechnunghof Österreich (2006), Planung der A 7 Mühlkreis Autobahn im Bereich Bindermilch. Wirkungsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Bericht des Rechnunghofes Österreich. Wien, Oktober 2006.

Schalcher H. R. (2000), Steuerung von grossen Eisenbahnprojekten. ETH Zürich.

Services du Parlement (1996), Kostenentwicklung und Fristeinhaltung beim Nationalstrassenbau. Arbeitsbericht zuhanden der Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates. Bern, April 1996.

Vanoni Bruno (2007), Die teure Autobahn in den Jura, Tages-Anzeiger, 4. Januar 2007.

96.3511 - Interpellation. Construction des routes nationales. Contrôle des crédits. Déposée par Ursula Leemann le 4 octobre 1996. Conseil National.

Annexe 4 : Personnes interrogées

Amstadt Christian, Chef de projet *Grossprojekte*, Service des ponts et chaussées, canton de Zurich.

Bachmann Arthur, Chef de projet *Hochleistungsstrassenbau*, Verkehr und Infrastruktur Strasse (VIS), Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich.

Berger Joseph, division Infrastructure routière, Chef de la section Soutien technique, OFROU.

Bieber Peter, Chef de projet, Service des ponts et chaussées, canton de Zurich.

Cajos Jachen, division Réseaux routiers, section Standards, recherche et sécurité, OFROU.

Casiraghi Renato, Chef de projet, suppléant de l'Ingénieur cantonal, Service des ponts et chaussées, canton de Nidwald.

Christen Jean-François, Responsable de la section alarme, transmission et télématique, Service de la sécurité civile et militaire, canton de Vaud.

Cuche Alain, division Infrastructure routière, section Développement et exploitation, OFROU.

Détraz Hervé, Chef de projet/Expert, Infrastructures et Transports, BG Ingénieurs Conseils SA.

Diggelmann Harry, Ingénieur civil, Diggelmann + Parner, Pfäffikon.

Duchoud Jean-Bernard, division Infrastructure routière, Chef de la section Controlling des investissements, OFROU.

Fasani Luciano, Chef de projet, Président du Conseil d'Administration, Edy Toscano SA Engineering & Consulting, Coire.

Fedele Sandro, Bauadministration, Service des ponts et chaussées, canton de Berne.

Fehler Sven, Chef de projet, filiale de Bellinzone, OFROU.

Fioroni Marco, Chef de la filiale de Bellinzone, OFROU.

Fontana Marc, division Infrastructure routière, Spécialiste Projet, suppléant du responsable de région 1, OFROU.

Frey Simon, Ingénieur, Chef de projet, HBI Haerter SA Ingénieurs Conseils.

Gallati Franz, Ingénieur cantonal, canton de Schwyz et Président de la Conférence des ingénieurs cantonaux (CIC).

Galli Andrea, Edy Toscano SA Engineering & Consulting, Rivera.

Graber Paul, Chef de la division infrastructure routière, Service des routes, canton de Vaud.

Gremion François, Inspectorat des finances, OFROU.

Gut Martin, Ingénieur cantonal retraité, Service des ponts et chaussées, canton de Nidwald.

Hagenah Bernd, ingénieur de gestion, Ingénieur en chef, HBI Haerter SA Ingénieurs Conseils.

Huber Marc, division Infrastructure routière, Chef de la section Développement et exploitation, OFROU.

Hurter Andreas, Ingénieur cantonal, Administration cantonale, Uri.

Kälin Bruno, Chef de projet, Service des ponts et chaussées, canton de Schwyz.

Kocherhans Richard, Chef de projet, IUB Ingenieur-Unternehmung SA, Berne.

Lanthemann Pascal, Service support, Responsable des archives de la filiale d'Estavayer-le-lac, OFROU.

Maurhofer Stefan, *Gesamtprojekt- und Chefbauleiter*, Amberg Engineering SA, Regensburg.

Meili Paul, *Gesamtprojektleiter*, Service des ponts et chaussées, canton de Zurich.

Meyrat Yvan, Chef de la direction locale des travaux, Service des ponts et chaussées, canton de Berne.

Navarra Carmine, Responsable du secteur Gestion de projet, suppléant du Chef de la filiale de Bellinzone, OFROU.

Nendaz Sébastien, division infrastructure routière, Responsable de la section ouvrages d'art, Service des routes, canton de Vaud.

Odermatt Ignazio, secteur Planification des investissements et Controlling des projets, filiale de Bellinzone, OFROU.

Page Claude, Responsable du domaine Inspectorat des finances, OFROU.

Petriccioli François, division infrastructure routière, Responsable de la section travaux, Service des routes, canton de Vaud.

Quadri Aldo, Chef de projet, Service des ponts et chaussées, canton de Berne.

Reck Willy, management de projet I, filiale de Zofingue, OFROU.

Röthlisberger Jürg, Vice-directeur, Chef de la division Infrastructure routière, OFROU.

Ruch Viktor, Responsable des équipements électromécaniques, Service des ponts et chaussées, canton de Berne.

Schnelli Otto, Chef, division des routes principales et nationales, Service des ponts et chaussées, canton de Zurich.

Spinedi Paolo, Responsable du secteur Controlling des investissements, filiale de Bellinzone, OFROU.

Steinegger Albert, Président de commune, Altendorf.

Testuz Alfred, division Infrastructure routière, Chef de la section Achèvement du réseau, OFROU.

Zürcher Jean-Pierre, Chef de la section route nationale, Service des ponts et chaussées, canton de Berne.

Autres sources d'informations :

Congrès international de Monaco. Le souterrain : espace d'avenir organisé par l'AFTES à Monaco, les 6, 7 et 8 octobre 2008.

Exposition Arbeitsgemeinschaft I-U-T'08 : Innovation unter Tage à VSH VersuchsStollen Hagerbach AG, Sargans, les 17 et 18 septembre 2008.

Visite de chantier du tunnel du Kirchenwald, A2/A8 avec l'Ingénieur en chef M. Renato Casiraghi, le 28 mai 2008.

Annexe 5 : Glossaire⁷⁸

Avenant : On parle d'avenant pour désigner la modification apportée à un contrat initial signé antérieurement. Dans le domaine de la construction, c'est l'outil le plus simple à utiliser lorsque des éléments non prévus dans le contrat de base doivent être ajoutés au cours de l'exécution des travaux.

Construction : Par construction, on entend la réalisation d'une nouvelle route et l'aménagement d'une route existante.

Coûts contractuels : On parle de coûts contractuels pour désigner l'ensemble des prestations fixées par le biais d'un ou plusieurs contrats et avenants.

Crédit d'engagement : Selon l'art. 10 de l'Ordonnance sur les finances de la Confédération (OFC) du 5 avril 2006, le *crédit d'engagement* autorise à engager, pour un projet unique ou un groupe de projets similaires, des dépenses jusqu'à concurrence du plafond autorisé.

Crédit d'ouvrage : Il s'agit d'un crédit prévu pour une partie de construction défini sur la base d'un contrat. Ce crédit est soumis à l'approbation de l'OFROU.

Crédit d'investissement : Selon l'art. 20 de l'Ordonnance sur les finances de la Confédération (OFC) du 5 avril 2006, le crédit budgétaire autorise l'unité administrative, aux fins indiquées et dans les limites du montant autorisé, durant l'exercice budgétaire :

- a. à effectuer des dépenses courantes et à fixer des charges sans incidences financières (crédit de charges) ;
- b. à effectuer des dépenses d'investissement (**crédit d'investissement**).

Devis de base : Il s'agit de la base financière estimée par l'auteur du projet et sur laquelle les autorités d'approbation se basent pour accepter (ou non) un projet de construction.

Equipements électromécaniques : Ensemble des éléments qui viennent équiper un tunnel (aération, défense incendie, lumière et signalisation).

Génie civil : Le génie civil est un terme général pour désigner l'ensemble des travaux qui concernent la structure de base de toutes constructions.

Gestion des risques : Ensemble des activités visant à maîtriser les risques par la mise en œuvre des parades et la mesure de leur efficacité.

Gros œuvre : Le gros œuvre correspond aux éléments structurants d'une construction, c'est-à-dire les fondations, les murs, les dalles, etc.

Journal de projet : Tous les travaux importants effectués, toutes les décisions prises, avec leur justification, ainsi que les éléments principaux de la correspondance sont consignés dans un journal de projet. La tenue de ce journal incombe à la direction de projet.

⁷⁸ Les définitions proviennent de plusieurs sources officielles différentes : 1. Directives de l'OFROU sur le développement des projets de construction des routes nationales, Edition 2001, 2. Recommandations de l'AFTES. « Comment maîtriser les coûts de son projet », mai/juin 2007.

Maître d'ouvrage : Le maître d'ouvrage est celui (personne ou organisme) qui déclenche une entreprise de construction et sera celui qui réceptionnera l'ouvrage. En premier lieu c'est celui qui paie l'entreprise, le maître d'œuvre et le bureau de contrôle.

Rapport trimestriel : Dans les grands projets, l'avancement des différents ouvrages est décrit par la direction générale des travaux (év. par la direction locale) dans des rapports trimestriels rédigés à l'attention des services cantonaux des ponts et chaussées et de l'OFROU. Ces rapports comportent plusieurs chapitres (plan de la situation, principaux événements, suivi écologique des travaux, programme des travaux, informations sur l'évolution des coûts, etc.).

Renchérissement : Le renchérissement consiste en une adaptation des prix suite à leur augmentation. Une explication complète se trouve à l'annexe 8, p. 110.

Réserves : Selon la directive de l'OFROU sur le développement des projets des routes nationales, à chaque phase d'un projet correspond une position spécifique prévue pour couvrir les « divers et imprévus ».

Risque : Mesure d'un danger associant l'occurrence d'un événement redouté à une estimation des conséquences qu'il produit. Le risque se différencie de l'aléa, de l'imprévu ou du problème. On parlera de risque si l'événement est identifiable et quantifiable. On parlera **d'imprévu** lorsqu'un événement est non identifiable et on parlera **d'aléa** si l'événement est identifiable et si sa probabilité d'occurrence n'est pas quantifiable.

Second œuvre : Comme son nom l'indique, il s'agit de tout ce qui ne fait pas partie du « gros œuvre » et donc tout ce qui ne constitue pas la structure porteuse d'un bâtiment.

Annexe 6 : Les principaux acteurs

Le DETEC et l'OFROU

Le DETEC et l'OFROU exercent la haute surveillance sur la construction des routes nationales et gèrent une grande partie des dépenses. Ils édictent des directives, vérifient et approuvent les projets. Dans la phase de planification des projets, le DETEC est uniquement actif au niveau du projet définitif auquel il donne son approbation.

L'OFROU a des tâches plus étendues puisqu'il collabore avec les partenaires cantonaux, les oriente techniquement, accorde les crédits, valide les étapes, veille au respect des normes et contrôle ponctuellement que l'exécution des travaux soit techniquement conforme au projet⁷⁹. Pour de grands ouvrages ou pour des ouvrages complexes, il est associé aux décisions déterminantes pour le projet. Il existe donc une séparation claire des compétences entre la Confédération (responsabilité de surveillance et autorité d'approbation) et les cantons (responsabilité de maître d'ouvrage).

Les maîtres d'ouvrage (cantons)

Les cantons assument leurs tâches de mandant et de maître d'ouvrage pour la planification, le projet et l'exécution des ouvrages. C'est donc à eux que reviennent les tâches des mises en soumission et de l'adjudication des travaux et, par le biais d'une direction des travaux interne ou mandatée, la direction du projet et des travaux, la coordination et le contrôle des travaux. En outre, ils établissent les contacts nécessaires avec l'OFROU et veillent à ce que les travaux soient attribués à des mandataires qualifiés⁸⁰.

Les attentes et les responsabilités du maître d'ouvrage sont multiples :

- Le respect du budget,
- La qualité et la pérennité de la construction,
- Le respect des délais,
- Le respect des normes et des standards (de sécurité notamment),
- La sécurité des usagers (et sur le chantier, lors de l'exécution des travaux).

La gestion des risques et des incertitudes tout comme les facteurs à prendre en considération pour l'élaboration du projet et son exécution sont des tâches qui incombent au maître d'ouvrage, à travers son responsable de projet désigné.

Au niveau de l'organisation des maîtres d'ouvrage, tous les cantons ont leurs propres services techniques ou service des routes mais on trouve en Suisse différentes formes d'organisation pour la maîtrise d'ouvrage : alors que certains cantons ont a priori les moyens nécessaires pour la

⁷⁹ Directives OFROU, « *Elaboration des projets et construction des ouvrages d'art des routes nationales*, Berne, 2005.

⁸⁰ *Idem*.

gestion technique et la gestion des opérations, d'autres cantons font systématiquement appel à une assistance administrative et technique externe.

Au niveau de la gestion organisationnelle d'un projet, la répartition des tâches se fait généralement entre un responsable de projet (ou chef de projet) qui gère le projet de manière générale (par exemple A16) depuis la phase de planification, jusqu'à la remise de l'ouvrage et un responsable des travaux qui assume la direction générale des travaux. L'exécution des travaux pour un objet particulier est dirigée par la direction locale des travaux. L'ingénieur cantonal ou le chef du service des ponts et chaussées est considéré comme le responsable des travaux publics et de toutes les opérations qui sont exécutées dans ce domaine et fait notamment le lien avec les autorités politiques.

Les différents métiers de la construction

Dans tout projet de construction, il est possible de distinguer différents métiers qui interviennent tout au long du projet ou à certaines phases seulement. A ce titre, il y a tout d'abord le domaine de la planification de projet. L'ingénieur responsable du projet se révèle ici comme étant la personne clé puisqu'il tient le rôle de « chercheur » des premières idées et de concepteur du projet. Il s'occupe à la fois de réfléchir au tracé, à différentes variantes de percement et de construction et doit définir le budget général dont il dispose pour conduire son projet. D'un point de vue plus administratif, il assume plusieurs tâches comme l'élaboration de toute la documentation nécessaire à l'établissement du projet (plans, études de projet, rapports techniques, devis, etc.), la transmission des informations à l'interne et à l'externe (aux autorités de décision, au département de l'aménagement du territoire, à la presse, etc.) et s'occupe de définir les mandats des différents intervenants qui viendront le soutenir dans cette longue planification. Ainsi, pour mener à bien ces phases de définition et de planification de projet, l'ingénieur responsable est également assisté par une multitude de spécialistes qui orientent les réflexions suivant le type d'ouvrage à construire, suivant les besoins exprimés par les autorités politiques et les citoyens, et suivant les caractéristiques du terrain à percer. Dans cette phase, de multiples compétences et de nombreux métiers sont essentiels au bon développement du projet. Ainsi, un géologue, un géomètre, un expert en hydrogéologie et en mécanique des roches ou d'autres ingénieurs spécialistes dans les études d'impact sur l'environnement peuvent être mandatés pour assister le maître d'ouvrage dans la définition de la future construction. Au niveau du second œuvre et des équipements électromécaniques, c'est généralement un ingénieur spécialisé qui assure la gestion de ce domaine. Dans une gestion de projet, le génie civil et le second œuvre sont deux secteurs bien distincts et qui suivent leurs propres règles et leurs propres rythmes. L'attribution des contrats pour le second œuvre intervient souvent bien après le début de l'exécution des travaux de gros œuvre.

Une fois le projet défini et approuvé, et après avoir attribué les marchés à une ou plusieurs entreprises de construction, le chantier peut être mis en marche et les travaux peuvent véritablement commencer. La phase d'exécution des travaux est divisée en deux grandes étapes : l'exécution des travaux de gros œuvre et l'exécution des travaux de second œuvre. Le gros œuvre comporte les travaux de génie civil, de percement, de forages, de bétonnage, de construction des fondations, de la route, des travaux de revêtement, etc. Le second œuvre est constitué des travaux de finition, de réaménagements extérieurs et d'aménagement des équipements électromécaniques et techniques, de la ventilation, de la signalisation et de la sécurité.

Le projet de construction est alors géré et suivi par trois instances :

- **La direction générale de projet.** Il appartient au maître d'ouvrage (ou à son mandataire) de coordonner les différentes interventions et de donner les instructions nécessaires.
- **La direction générale des travaux.** En principe, lors de l'exécution de travaux de construction importants, le maître d'ouvrage se fait représenter par une direction générale des travaux.
- **La direction locale des travaux.** Elle se trouve sur place et a la tâche de suivre les travaux au jour le jour, selon le programme des travaux. Elle constitue le premier chaînon entre les entreprises engagées et le maître d'ouvrage et surveille le bon déroulement du chantier.

La direction locale et générale des travaux ainsi que la direction générale de projet peuvent être assumées par le maître d'ouvrage ou par une entreprise mandatée. Quelle que soit la composition du suivi du déroulement du chantier (gestion interne ou externe), le maître d'ouvrage doit s'assurer que les travaux suivent le programme établi, que les entreprises honorent leur contrat et que le budget soit respecté.

Mandataires externes (bureaux d'ingénieurs)

Lorsqu'un maître d'ouvrage ne dispose pas de toutes les compétences techniques internes et/ou qu'il lui manque les ressources nécessaires pour assurer les étapes de planification ou la gestion de projet pendant l'exécution des travaux (c'est parfois le cas des petits cantons), il peut faire appel à un ou plusieurs assistants reconnus qui peuvent lui offrir plusieurs formes de prestations utiles à la construction d'infrastructures de transports et la gestion de projet de souterrains. Ainsi, les bureaux d'ingénieurs peuvent intervenir à différentes phases du projet, soit sous la forme d'un rôle global dans la conception du projet, soit sous la forme d'expertises ponctuelles. Ils peuvent par exemple être mandatés pour des études de faisabilité, des études de projet, pour l'établissement des devis et des dossiers d'appel d'offres, pour assurer la direction des travaux, pour des audits environnementaux ou pour toutes autres expertises (dans le domaine du génie civil, de la géologie, de l'hydrologie, de l'hydrogéologie, de la géotechnique etc.). Parmi les dix projets retenus par le CDF, pratiquement tous les maîtres d'ouvrage responsables ont fait appel à un ou plusieurs bureaux d'ingénieurs pour assurer en partie ou intégralement les étapes de planification de projet. De même, pendant l'exécution des travaux, il est également très courant de déléguer la direction des travaux à un externe. Les maîtres d'ouvrage doivent donc définir de manière précise le mandat qu'ils attribuent à un bureau d'ingénieurs et suivre assidûment le déroulement de la mission confiée à l'externe.

L'entrepreneur

Son objectif principal est d'abord de gagner l'appel d'offres dans des conditions qui lui permettent de tirer une marge bénéficiaire dans l'exécution des travaux : il s'engage donc à exécuter une prestation pour un prix donné, avec un profit escompté. Au niveau des responsabilités qui lui incombent, il est admis par tous que l'entrepreneur est responsable des méthodes et des cadences retenues pour la réalisation des travaux. Dans la réponse qu'il donne à l'appel d'offres public, l'entreprise peut proposer d'autres variantes de percement ou de construction que celle présentée

par le maître d'ouvrage. Après une analyse approfondie des variantes proposées par l'entreprise, le maître d'ouvrage choisit la variante finale officielle. Plusieurs articles provenant de la norme SIA 118 définissent les relations entre le maître d'ouvrage et l'entrepreneur et règlent les différentes dispositions contractuelles qui existent entre les deux parties.

Il existe aujourd'hui différents types d'entreprises qui, selon leur grandeur et leurs ressources, œuvrent localement ou au contraire, ont une portée internationale. On trouve des entreprises individuelles, spécialisées dans le génie civil et/ou dans les équipements électromécaniques et techniques qui peuvent donner des expertises et des prestations dans ces domaines précis. Il existe aussi des consortiums (regroupement de plusieurs entreprises et donc de plusieurs compétences, avec à la tête, une entreprise pilote qui assume la responsabilité vis-à-vis du maître d'ouvrage et qui « dirige » les autres entreprises). C'est la forme d'entreprise la plus répandue car elle permet d'unir plusieurs spécialisations détenues par plusieurs entreprises différentes. Les entreprises présentes au sein d'un consortium se renforcent mutuellement et peuvent ainsi plus facilement gagner un appel d'offres public. Par ailleurs, des contrats de sous-traitance peuvent être attribués. Ainsi, un entrepreneur peut confier certains travaux de construction à un autre entrepreneur. Enfin, il existe un troisième type d'entreprise, celle qu'on nomme couramment entreprise totale et qui prend en charge à la fois la planification et la réalisation d'un projet (sécurité, management de projet, coordination, logistique, études de faisabilité, etc.). Lorsqu'un maître d'ouvrage choisit une entreprise totale, il délègue la direction locale et générale des travaux et ne s'occupe « que » de la supervision générale des travaux. Parmi les ouvrages retenus par le CDF, les travaux et la gestion de projet du recouvrement d'Altendorf ont été assurés par une entreprise totale.

Annexe 7 : Comparaison entre la norme SIA 103 et le modèle de l'OFROU

NORME SIA 103		MODÈLE OFROU		
Phase de planification				
Planungsstudie	Grobe Kostenschätzung	Projektstudie bzw. Vorprojekt zu GP	1. Kostenrahmen	
Vorprojekt	Kostenschätzung	Generelles Projekt (GP)		Eingabe an ASTRA
				Ämterkonsultation
				Genehmigung durch BR, Auftrag Ausarbeitung AP
			Kostenschätzung GP	
Bauprojekt	Kostenvoranschlag	Ausführungsprojekt (AP)		Eingabe an ASTRA
				Eingabe an UVEK
	Teuerungsregelung		Kostenvoranschlag 1 (AP)	
	Preisbasis (KV)			Öffentliche Auflage / Genehmigung im Kanton
	Strukturplan			Stellungnahme Kanton an UVEK
				Einsprachebehandlung durch UVEK
				Genehmigung AP durch UVEK
			Kostenvoranschlag 2 (AP)	
		Detailprojekt (DP)	Abweichungen gegenüber KV 2	Genehmigung durch ASTRA
Phase d'exécution des travaux				
Ausschreibung	Ausschreibungsunterlagen	Ausschreibung der Arbeiten	Erstellen der Ausschreibungsunterlagen	
	Allg. und spezielle Bedingungen			
	Modalitäten für die Vertragsteuerung			
				Versand der Ausschreibungsunterlagen
Angebot(e)	Offerte(n) des/der Unternehmer	Offertauswertung	Offertvergleich Unternehmergegespräche	Offerten der Unternehmer
Vergleich mit KV	+/- graue Teuerung			
	Vergabeerfolg +/-			

				Vergabeantrag (an das ASTRA sofern Betrag > Schwellenwert)
				Zustimmung des ASTRA (Betrag > Schwellenwert)
				Objektkreditantrag an das ASTRA / Bewilligung
Vergabe (Zuschlag) Vertragsabschluss	Vertragsbetrag	Vergabe der Arbeiten (Zuschlag)	Vertrag	Auftragseteilung durch den Kanton
		Dokumentation des Arbeitsfortschritts	Erstellung von Quartalberichten	Information an TBA und das ASTRA
		Projektvorgaben	Änderung der genehmigten Detailprojekte und Untervarianten	Genehmigung durch das ASTRA
			Kostenkontrolle	
Zuschlag für Unvorhergesehenes				
Zuschläge für ausgewie- sene Reserven	Reserven- bewirtschaftung			
Erfassung von Projektänderungen	Reporting Offertnachträge			
Kostenerfassung	Kostenkontrolle			
Leistungserfassung	Controlling			
Erfassung effektive Teuerung	Teuerungsrechnungen			
Endkostenprognose	Endkosten			

Source : CDF (2009).

Annexe 8 : Le renchérissement, de quoi s'agit-il exactement ?

Il existe deux types de renchérissement, la hausse grise (renchérissement d'indice) et le renchérissement effectif.

La hausse grise se comprend comme une réactualisation des prix entre différents points dans le temps (par exemple entre le projet général et le projet définitif ou entre le devis du projet de détail et les soumissions) et n'est valable que dans la phase de planification jusqu'à définition de l'indice des prix du contrat. Le renchérissement gris des projets peut varier en fonction des grandes régions de Suisse car il existe différents indices. L'Office fédéral de la statistique (OFS) a établi pour l'OFROU des indices spécifiques du renchérissement gris pour l'achèvement des routes nationales ainsi que pour les suppressions des goulets d'étranglement dans le cadre de l'assainissement du réseau.

Le renchérissement effectif est basé sur le contrat et se calcule selon différents modèles. Il peut avoir un impact plus ou moins fort sur l'augmentation des coûts, en fonction de la conjoncture et de l'indice des prix de la construction (matériaux, différents types de travaux, honoraires, etc.). Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire figurer les indications nécessaires au calcul des variations de prix (renchérissement) dans les documents de soumission. La définition de la méthode de calcul doit faire partie du contrat d'entreprise. La Coordination des services fédéraux de la construction et des immeubles (KBOB) recommande différentes méthodes de calcul des variations de prix, qui sont à choisir selon la durée, le type et le montant des travaux. Pour des travaux dont la durée s'entend sur moins de deux fins d'année, c'est l'indice des coûts de production (ICP) ou la méthode paramétrique (MP) qui est appliqué. Lorsque les travaux durent plus longtemps, c'est en général la méthode de l'indice spécifique d'ouvrage (MIS) qui est appliquée. Lorsque la réalisation des travaux a lieu dans les douze mois qui suivent la date de référence, les différentes parties peuvent s'accorder pour ne pas facturer de renchérissement. Cela peut par exemple être le cas pour les travaux liés aux installations électromécaniques et techniques.

Annexe 9 : Prise de position de l'Office fédéral des routes



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

CH-3003 Bern, ASTRA

Herr Kurt Grüter
Direktor
Eidgenössische Finanzkontrolle
Monbijoustrasse 45
3003 Bern

Ihr Zeichen:
Unser Zeichen: I425-1092/Roe
Sachbearbeiter/in: Jürg Röthlisberger
Bern, 19. Oktober 2009

Rapport: Construction de tunnels autoroutiers: l'évolution des coûts est-elle sous contrôle?
Evaluation de dix ouvrages souterrains

Sehr geehrter Herr Direktor
Beiliegend senden wir Ihnen unsere Stellungnahme zu den Empfehlungen.
Per E-Mail haben wir die gleiche Übersicht an Frau Elisabeth Aemmer zugestellt.

Freundliche Grüsse

Bundesamt für Strassen

Rudolf Dieterle
Direktor

Beilage erwähnt

Bundesamt für Strassen ASTRA
Jürg Röthlisberger
Postadresse: 3003 Bern
Standortadresse: Mühlestrasse 2, 3063 Ittigen
Tel. +41 31 323 93 87, Fax +41 31 323 80 76
juerg.roethlisberger@astra.admin.ch
www.astra.admin.ch

1/4

Empfehlungsübersicht

PA-Nr. 7367

Beilage 2

ID	P	Empfehlungsnummer	Empfehlungstext	Stellungnahme des Amtes	Umsetzungstermin (SOLL)	Zuständige Person
7367.001	1	8.2.1	Le CDF recommande à l'OFROU de veiller à ce que les projets atteignent un niveau de maturité suffisant et de ne pas donner son approbation lorsque des éléments, des bases ou des documents essentiels manquent.	Organisation und Prozesse wurden im Rahmen NFA neu überarbeitet, die Checklisten ebenfalls. Verbesserungen erfolgen laufend im Rahmen der internen Q-Audits. Aus der Sicht des ASTRA genügt eine permanente Wachsamkeit (durch den Bereich Fachunterstützung).	<u>jjjj.mm.tt</u> dauernd	
7367.002	1	8.2.2	Le CDF recommande à l'OFROU de développer un regard critique sur la qualité des devis. L'OFROU doit être en mesure de juger si le devis repose sur des bases fiables et réalistes, et demander, le cas échéant un second avis.	Im Rahmen der aktuellen Überarbeitung der Beschaffungsprozesse erhält die Kontrolle der Ausschreibungsunterlagen ein grösseres Gewicht, hingegen wird dies auf den Personalbestand der Projektleiter Auswirkungen haben müssen.	31.12.2010	M. Huber

2/4

7367.003	1	8.2.3	<p>Le CDF recommande à l'OFROU de renforcer son analyse des risques sur projet. L'OFROU doit identifier l'ensemble des risques inhérents à un projet et en estimer leur valeur. Les risques spécifiques aux travaux souterrains ne concernent pas seulement la géologie ou les modèles géotechniques, mais également l'option de percement ou encore la passation des marchés ainsi que l'exécution des travaux. □</p> <p>En fonction des risques identifiés, une réserve spécifique peut être introduite. Elle doit être utilisée uniquement si le risque est avéré. Par conséquent, elle doit figurer en tant que telle dans les estimations de coûts et dans les décomptes. T</p> <p>Cette méthode de valorisation des risques et de constitution de réserves spécifiques permettrait d'affiner l'estimation des coûts et d'augmenter dès lors la transparence des coûts.</p>	<p>Die Empfehlungen sind heute teilweise bereits umgesetzt: Sämtliche Investitionsprojekte werden einer der 3 Projekt-Kategorien Schlüssel-, Prioritäre und Übrige Projekte zugeteilt. Diese Zuteilung erfolgt nach Risikoüberlegungen. Auf Einzelprojektebene ist zudem das PQM in Einführung bzw. Umsetzung und Anwendung. Dieser Empfehlung vollständig gerecht, werden wir mit der Einführung des Risikomanagements im ASTRA, welches auch die Aspekte der Einzelprojektebene behandeln wird.</p>	31.12.2010	IM. Huber
----------	---	-------	--	---	------------	-----------

3/4

7367.004	1	8.2.4	<p>Le CDF recommande à l'OFROU que les projets s'inscrivent dans le cadre de l'achèvement du réseau suivant les mêmes dispositions que les projets qu'il gère directement. Cette recommandation concerne en particulier les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> le controlling permanent des coûts, la standardisation et la qualité de la documentation, la traçabilité des décisions et de l'évolution des coûts. Concernant le financement, le supplément de 10% sur le crédit d'engagement ne doit pas être libéré automatiquement ; toute demande entraînant une utilisation de ce supplément doit être dûment motivée. 	Die Einflussmöglichkeiten des ASTRA bei den Kantonen sind durchaus gegeben und wir machen von diesen Möglichkeiten auch intensiv Gebrauch. Allerdings sind die Einflussmöglichkeiten eben doch beschränkt, insbesondere dort, wo auch andere kantonale Amtsstellen als die Tiefbauämter betroffen sind. Das ASTRA sieht vor, die heutige Praxis der starken Einflussnahme weiterzuführen und zudem in den kommenden 24 Monaten die Projekte der Netzerstellung ebenfalls auf TD-COST zu überführen womit sichergestellt wird, dass auch diese Projekte mit einem stringenten Management-Instrument geführt werden können.	31.12.2011	M. Huber (via A. Testuz)
7367.005	1	8.2.5	<p>Le CDF recommande à l'OFROU que les projets d'assainissement et de réaménagement (UPIANS) fassent l'objet d'une seule et unique approbation pour l'ensemble du projet au lieu de procéder à une approbation partielle en fonction des crédits (part aménagement et part entretien).</p>	<p>Diese Empfehlung betrachten wir als bereits umgesetzt. Sämtliche grossen Erhaltungsprojekte durchlaufen die Stufen Erhaltungskonzept, Massnahmenkonzept und Massnahmenprojekt. Die Genehmigungen der Erhaltungs- und der Massnahmenkonzepte erfolgen immer als Ganzes bzw. für das gesamte Projekt. Erst in der letzten Detaillierungsstufe Massnahmenprojekt bzw. Detailprojekt erteilen wir je Objekt eine Genehmigung. Doch auch in dieser Phase und in der später folgenden Bauausführung wird das Gesamtprojekt immer von einem Projektleiter ASTRA geführt. Für die erforderlichen Genehmigungen der Ausbauprojekte müssen aber zwingend die auflagerlevanten Objekte aus dem Gesamtprojekt herausgebrochen und separat aufgelegt werden, dies verlangt die heutige Gesetzgebung.</p>	kein	M. Huber

4/4

7367.006	1	8.2.6	Le CDF recommande à l'OFROU de garantir une vision d'ensemble des contrats et des avenants. Les avenants doivent être traités de manière uniforme. Il doit être possible de distinguer les changements de projet (facteur externe au projet) des modifications de commandes du fait d'une mauvaise estimation des prestations ou des quantités dans le devis (facteur interne au projet). En définitive, il s'agit de pouvoir justifier les évolutions de coûts, en particulier les dépassements de coûts.	Der Umgang mit Nachträgen wird ein Schwerpunkt-Schulungsthema 2010 des Projektmanagements sein.	31.12.2010	M. Huber
7367.007	1	8.2.7	Le CDF recommande à l'OFROU de s'assurer que le renchérissement effectif soit systématiquement défini, traité, facturé, comptabilisé et décompté séparément. Les bases de calcul du renchérissement doivent être clairement identifiables et documentées.	Unterlagen für die Behandlung der Teuerung stellt die KBOB umfassend zur Verfügung. Die Kantone werden durch das ASTRA angewiesen, diese anzuwenden. Das Finanzinspektorat kann stichprobenhafte Prüfungen in sein Jahresprogramm aufnehmen.	31.12.2010	M. Huber (via A. Testuz und FISP)
7367.008	1	8.2.8	Le CDF recommande à l'OFROU de traiter de manière uniforme la TVA (prix avec ou sans TVA ; changement de taux de TVA en cours de projet), les régies, les rabais ou escomptes tout au long d'un projet.	Der Umgang mit der MWST wird in die Revision der IC-Weisung aufgenommen.	31.12.2010	M. Huber (via J.B. Duchoud)

P: Priorität

Empfehlung 7367.001 - 7367.008

Datum und Visum des Direktors/der Direktorin

29.10.2009

