



---

**Commission économique pour l'Europe****Comité des transports intérieurs****Groupe de travail chargé d'examiner les tendances  
et l'économie des transports****Trente-troisième session**

Genève, 7-9 septembre 2020

Point 4 b) de l'ordre du jour provisoire

**Données relatives aux infrastructures de transport :****Évaluation comparative des coûts de construction  
des infrastructures de transport****Approches nationales de l'évaluation comparative des coûts  
de construction des infrastructures routières, ferroviaires  
et fluviales\*****Document soumis par le Groupe d'experts de l'évaluation comparative  
des coûts de construction des infrastructures de transport****Introduction**

Le Groupe d'experts de l'évaluation comparative des coûts de construction des infrastructures de transport (GE.4) a notamment pour mission de dégager des modèles, méthodes, outils et bonnes pratiques permettant d'évaluer, de calculer et d'analyser les coûts de construction des infrastructures des transports intérieurs. Il a élaboré et diffusé une série de quatre questions ouvertes pour recueillir les informations dont il avait besoin à cette fin. L'annexe du présent document offre une vue d'ensemble des différentes approches adoptées par les États membres de la CEE dans le domaine de l'évaluation comparative des coûts de construction des infrastructures routières, ferroviaires et fluviales.

---

\* Le présent document est reproduit tel qu'il a été reçu.



## Annexe

### Réponses aux questions sur les infrastructures routières, ferroviaires et fluviales (par pays)

#### I. Comment calculez-vous, prévoyez-vous et évaluez-vous les coûts de construction des infrastructures de transport ?

##### A. Croatie

1. Le développement des infrastructures de transport croates est régi par la Stratégie de développement des transports de la République de Croatie pour la période 2017-2030. Étant donné que les grands projets d'infrastructure sont souvent cofinancés par l'Union européenne, la Croatie est dans l'obligation de procéder à des études de faisabilité et à une analyse coûts-avantages. Des évaluations prospectives et rétrospectives sont également menées compte tenu des résultats des études de faisabilité et de l'analyse coûts-avantages. Les estimations des coûts des projets d'infrastructure sont calculées sur la base d'études de marché et de l'expérience acquise dans le cadre de projets analogues.

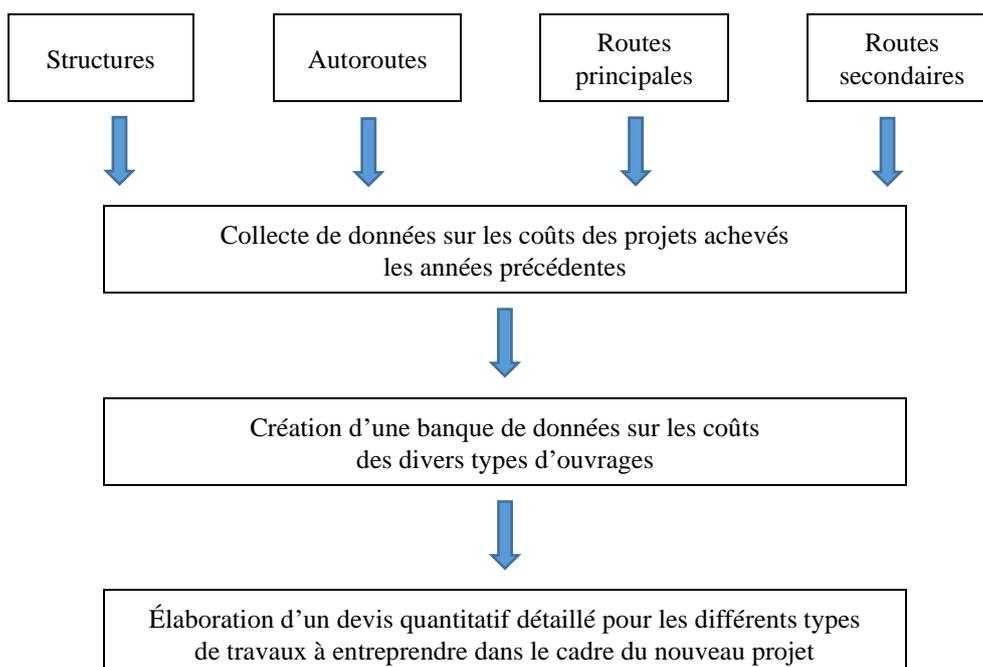
2. Les projets de construction d'infrastructures de transport font l'objet de procédures ouvertes et internationales de passation des marchés et d'appel d'offres. Le marché est attribué au soumissionnaire dont l'offre est la plus basse.

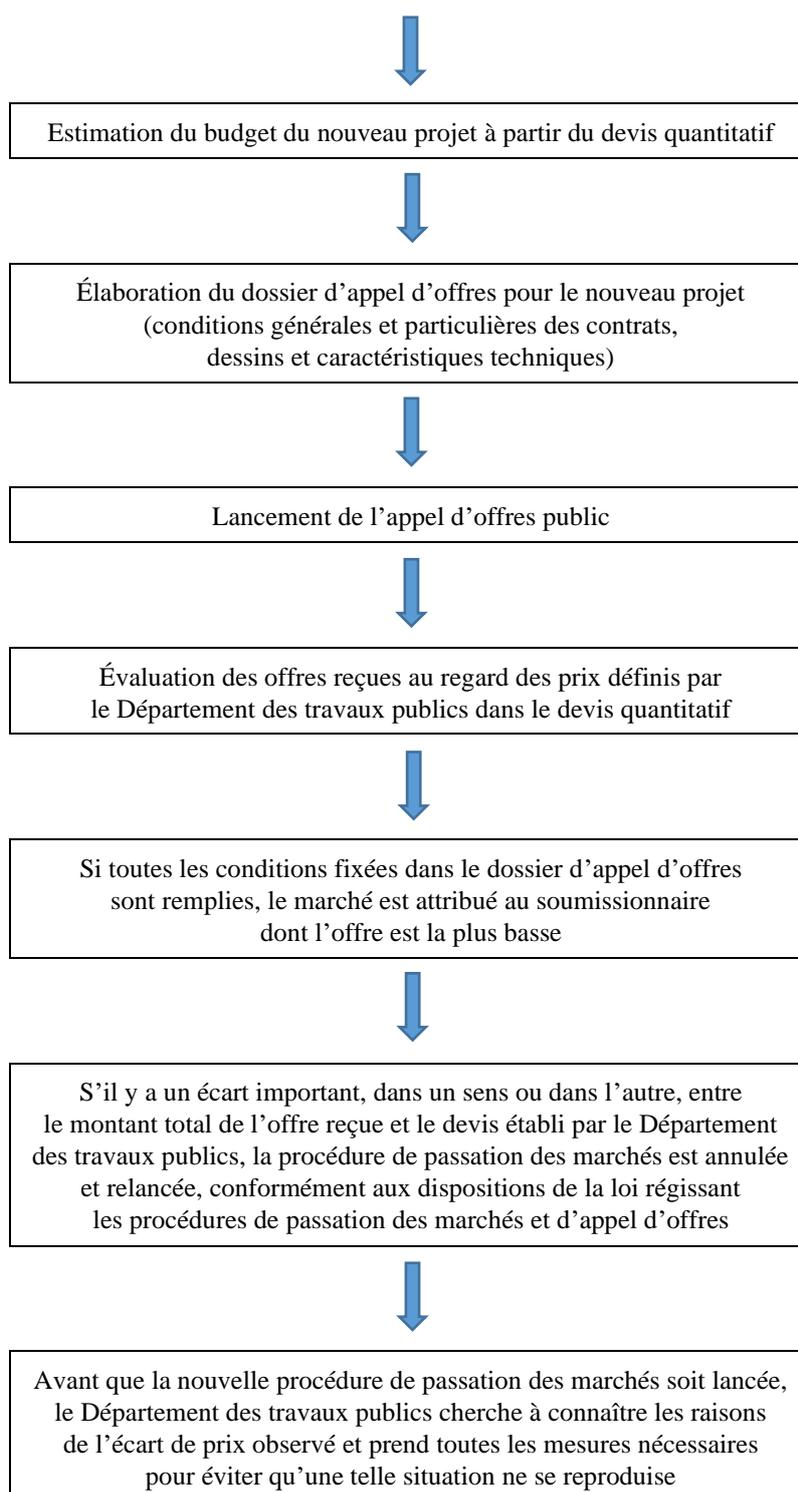
##### B. Chypre

4. Chypre recueille des données sur le coût des projets achevés les années précédentes, pour tous les types de travaux liés aux structures et aux autoroutes (terrassement, drainage, gestion du trafic, santé et sécurité, etc.), puis crée une banque de données.

Figure I

**Diagramme illustrant la méthode d'évaluation, de calcul et d'analyse des coûts de construction des infrastructures routières, ainsi que la procédure de passation des marchés**





### C. Lettonie

5. La procédure selon laquelle les responsables des ouvrages de construction doivent calculer les coûts de construction de tous les types de structures, y compris des ouvrages d'art, est définie dans la résolution n° 239 du Conseil des ministres, intitulée « Règlement relatif à la norme de construction lettone 501-17 (évaluation des coûts de construction) ». Ces coûts englobent les coûts des matériaux de construction, les coûts de production, les frais de location d'équipement et de machines, les coûts de la main-d'œuvre, l'usure du matériel (dépréciation), les frais généraux et les bénéfices de l'entreprise prestataire, ainsi que d'autres coûts liés aux travaux de construction (déblaiement du site et déplacement d'infrastructures de services publics, par exemple).

6. Les coûts estimatifs des travaux de construction sont déterminés sur la base des coûts de travaux analogues déjà achevés, de prévisions fondées sur des indices de développement macroéconomique, des fluctuations du marché de la construction d'infrastructures de transport et d'autres prévisions pertinentes.

## D. Pologne

7. Le montant estimatif du coût d'un ouvrage de construction est obtenu grâce à la méthode indiciaire en calculant la somme des produits de l'indice des prix et le nombre d'unités de référence selon la formule suivante :

$$WRB = \sum W_{Ci} \times n_i$$

Où :

- « WRB » correspond au montant estimatif du coût de l'ouvrage ;
- «  $W_{Ci}$  » correspond à l'indice des prix de l'élément de coût « i » ;
- «  $n_i$  » correspond au nombre d'unités de référence de l'élément de coût « i ».

8. Le montant estimatif du coût d'un ouvrage de construction est calculé à partir des éléments suivants :

- a) Le cahier des charges ;
- b) Les indices des prix.

9. Les éléments de coût sont déterminés au moyen du système de classification du Glossaire commun des marchés publics et sont assimilés aux groupes, aux classes ou aux catégories de travaux définis dans ce glossaire, en fonction de l'étendue et de la nature des travaux de construction prévus dans le contrat.

10. Si le contrat prévoit des travaux qui relèvent de la loi relative à la construction, les éléments de coût doivent au moins correspondre aux groupes de travaux définis dans le Glossaire commun des marchés publics et englober :

- a) Les coûts des travaux de préparation du site ;
- b) Les coûts des travaux de construction des installations essentielles ;
- c) Les coûts des travaux d'installation ;
- d) Les coûts des travaux de finition ;
- e) Les coûts des travaux de mise en valeur des terres et de construction des installations auxiliaires.

11. L'indice des prix d'un élément de coût donné est déterminé sur la base de données de marché ou, en l'absence de telles données, à partir de listes de prix et de catalogues couramment utilisés.

12. Le nombre d'unités de référence est défini sur la base du cahier des charges.

13. Si aucun indice des prix ne convient pour un élément de coût donné, cet élément de coût doit être calculé et une estimation doit être établie.

14. Pour parvenir à cette estimation, toutes les publications disponibles peuvent être utilisées.

15. L'estimation peut également être calculée en procédant, pour l'élément de coût en question, à une analyse des coûts d'une commande achevée ou d'une partie de cette commande.

16. Les données relatives à un élément de coût peuvent être recueillies à partir des sources suivantes :

- a) Des accords ou contrats conclus ;
- b) Des prix issus de publications, d'offres, de guides et de catalogues récents ;
- c) Des données prévisionnelles sur l'évolution des prix.

## E. Suède

17. Trafikverket utilise quatre méthodes ou approches différentes en fonction du stade de l'enquête, de la planification ou de la production.

a) Aux premiers stades de la planification, une étude sur le choix stratégique des mesures est menée, et des estimations approximatives des principaux éléments de coût sont établies. Ces éléments sont quantifiés, et leur coût est calculé en analysant les chiffres clés de projets de construction achevés. Il existe des modèles avec et sans valeurs prédéfinies, qui sont destinés à un usage interne uniquement.

b) Au cours de la phase suivante de la planification (études préliminaires d'un certain nombre de solutions proposées pour un projet ferroviaire ou routier), deux méthodes sont utilisées. Premièrement, des calculs de base sont effectués. En général, ces calculs sont établis par des consultants externes au moyen de méthodes classiques d'estimation des coûts de construction (multiplication de la quantité par le prix unitaire). Le modèle utilisé permet de produire trois estimations.

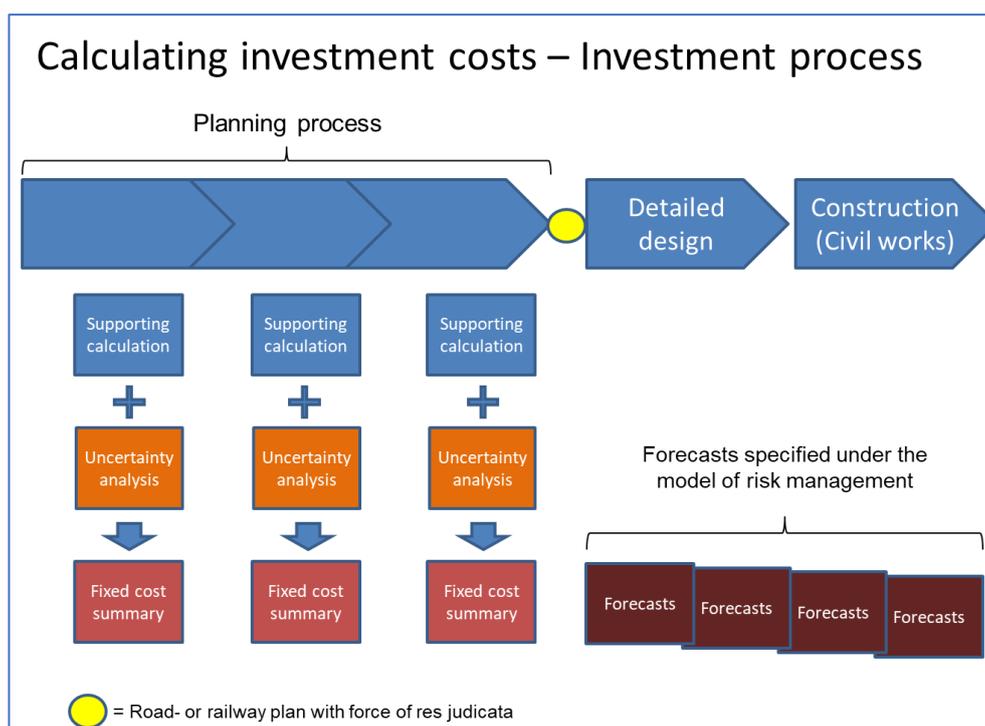
c) En plus des calculs de base, une évaluation distincte est effectuée selon le principe de la successivité. Cette évaluation repose sur une analyse des incertitudes, menée par une équipe d'analystes équilibrée et compétente. Cette équipe établit des prévisions sur le coût d'investissement final. En outre, elle repère et évalue les éléments qui sont source d'incertitude et dont le coût n'est pas négligeable. Cette méthode permet d'évaluer le degré d'incertitude associé au coût d'investissement.

d) Une fois que les deux évaluations susmentionnées ont été menées, l'estimation finale du montant total des coûts est intégrée dans un modèle synthétique des coûts totaux. La synthèse des coûts totaux est établie à partir des calculs de base et des résultats de l'analyse des incertitudes, de sorte que toutes les étapes de la planification soient transparentes et reposent sur une base commune. Elle est par la suite utilisée pour comparer les coûts finaux effectifs aux coûts estimatifs.

18. Lorsqu'un projet entre dans les phases de planification détaillée et de construction, le processus de calcul se poursuit et consiste alors à établir régulièrement des prévisions.

Figure II

### Calcul des coûts d'investissement – processus d'investissement



## **F. Turquie**

19. Les coûts de construction sont calculés sur la base des éléments suivants :
- Études de faisabilité ;
  - Analyse des prix unitaires et des prix unitaires officiels (actualisés tous les ans pour tous les types d'ouvrages de construction) ;
  - Projets de construction d'infrastructures similaires et déjà achevés.

## **II. Comment comparez-vous les coûts de construction des infrastructures de transport dans le temps et comment normalisez-vous ces coûts par région en fonction du temps ?**

### **A. Croatie**

20. Une évaluation rétrospective des coûts des projets de construction d'infrastructures de transport est effectuée quelques années après l'achèvement de ces projets.

21. L'évolution du marché de la construction, notamment l'évolution due aux fluctuations et aux crises des marchés financiers mondiaux, est suivie de près pour obtenir le meilleur rendement possible des sommes investies.

22. Les coûts de construction des voies de navigation intérieures ne peuvent être comparés parce que chaque site est différent. En général, ils sont définis dans le cadre de procédures publiques de passation des marchés et d'appel d'offres, conformément aux plans de construction opérationnels. Les coûts prévus de la construction d'une infrastructure de transport sont suivis et comparés aux prix estimés du marché au moment de l'appel d'offres et au stade de l'évaluation rétrospective, après l'achèvement du projet.

### **B. Chypre**

23. Les prix enregistrés dans la base de données sont réévalués périodiquement compte tenu de facteurs susceptibles de les faire fluctuer fortement, tels que l'évolution de la taxe sur la valeur ajoutée ou des coûts de la main-d'œuvre, de l'essence, des matériaux inertes et de l'acier de construction, notamment.

24. Ces prix tiennent également compte de la région du pays.

### **C. Lettonie**

25. L'indicateur utilisé pour comparer les coûts de construction est l'évolution, sur plusieurs années, du coût moyen de la reconstruction d'un kilomètre de chaussée en asphalte d'une largeur de 7,5 mètres. Ce coût est celui des travaux, qui représentent l'essentiel du budget d'un projet. Les prix unitaires des différents travaux sont, pour chaque année, les prix moyens proposés par les entreprises prestataires dans le cadre des appels d'offres. Les coûts sont calculés pour l'ensemble de la Lettonie et non pour chaque région du pays.

### **D. Suède**

26. Une fois un projet de construction d'infrastructure achevé, les coûts finaux sont analysés et comparés aux coûts estimatifs. Les coûts estimatifs et les coûts finaux sont ventilés selon les mêmes catégories.

<i>Bloc</i>	<i>Nom</i>
1	Administration du projet
2	Enquête et planification
3	Conception
4	Acquisition de terres et de biens
5	Mesures de protection de l'environnement
6	Travaux contractuels – terrassement
6.1	Terrassement
6.2	Structures
6.3	Tunnels
7	Travaux contractuels – voies ferrées
7.1	Travaux sur les voies
7.2	Travaux sur le réseau électrique
7.3	Mesures de protection de l'environnement
7.4	Travaux sur le réseau de télécommunications
8	Mesures exceptionnelles et archéologie
9	Livraison et achèvement du projet
10	Incertitude globale (budget seulement)

27. Tous les chiffres sont convertis en prix comparables au moyen d'indices.

28. Cette structure commune permet d'agréger les données de plusieurs projets et d'établir des comparaisons entre projets et entre régions, notamment.

29. Les coûts d'investissement des grands projets de construction d'infrastructures sont compilés et classés dans une feuille Excel, de sorte qu'ils puissent servir à l'évaluation de futurs projets.

## **E. Turquie**

30. Des déflateurs officiels sont publiés pour chaque secteur (tourisme, agriculture, extraction minière, énergie, transports, etc.). Ils sont calculés sur la base de la valeur monétaire de tous les biens et services produits dans un secteur. Ainsi, des prévisions peuvent être établies en fonction de l'année et du secteur.

31. En outre, diverses hypothèses paramétriques, qui dépendent des conditions du terrain et de la région, donnent des résultats utiles dans la pratique.

## **III. Comment vous assurez-vous que le mécanisme utilisé pour calculer et évaluer les coûts des infrastructures de transport puisse également servir d'outil de contrôle de ces coûts ?**

### **A. Croatie**

32. Les études de faisabilité et l'analyse coûts-avantages sont soumises à un contrôle rétrospectif quelques années après l'achèvement du projet.

33. Dans le secteur des voies de navigation intérieures, le contrôle porte non seulement sur la construction des infrastructures, mais aussi sur la supervision des travaux, qui fait l'objet de rapports par des ingénieurs en chef.

## **B. Chypre**

34. À partir des informations recueillies dans la base de données, le budget du nouveau projet est calculé au moyen d'un devis quantitatif détaillé de tous les travaux à exécuter.

35. La justesse du budget estimé est presque garantie étant donné que : a) les coûts sont calculés à partir des données enregistrées dans la base de données des projets récemment achevés, compte tenu de la région dans laquelle le projet est exécuté ; b) ces coûts sont ajustés, au besoin, en fonction de l'évolution de la taxe sur la valeur ajoutée et des coûts de la main-d'œuvre, de l'essence et des matériaux inertes, notamment.

## **C. Lettonie**

36. Il n'existe pas de mécanisme de contrôle des coûts dans le secteur de la construction routière.

## **D. Suède**

37. La structure commune décrite ci-dessus est utilisée tout au long du processus d'investissement.

## **E. Turquie**

38. Étant donné que, dans la pratique, les investissements dans le secteur des transports dépendent de nombreux paramètres, il n'est pas simple d'obtenir des résultats précis au moyen d'une évaluation préliminaire et de mécanismes de calcul. La Turquie utilise des données comparatives et des approches analytiques pour parvenir à des estimations aussi exactes que possible.

# **IV. Utilisez-vous différentes méthodes de calcul et d'évaluation des coûts de construction selon les modes de transport ? Dans l'affirmative, veuillez donner des précisions**

## **A. Croatie**

39. La méthode de calcul et d'évaluation des coûts de construction des infrastructures pour un mode de transport donné est appliquée conformément à la réglementation relative aux différentes sources de financement. Dans le cas des structures fluviales, plusieurs solutions sont présentées au stade de l'élaboration du dossier d'exécution, et des estimations des coûts sont données en fonction du type de structure. L'évaluation finale d'une structure qui remplit les conditions requises se fait sur la base du prix, des répercussions sur l'environnement et de l'efficacité du projet.

## **B. Chypre**

40. En général, la procédure suivie est la même pour tous les modes de transport. Toutefois, certains projets de construction d'infrastructures routières sont exécutés selon des approches dites « DBFO » (conception, construction, financement et opération) ou « DB » (conception et construction). Ces approches sont utilisées dans le cadre de projets très spéciaux et coûteux, comme la construction d'un aéroport ou d'une usine de dessalement, par exemple.

## C. Lettonie

41. Cette question ne relève pas de la responsabilité de l'entreprise publique de gestion des routes lettones (Latvian State Roads).

## D. Suède

42. L'analyse des incertitudes n'est généralement pas effectuée pour les projets dont le coût total estimé est inférieur à 25 millions de couronnes suédoises. Le nombre de membres que compte le groupe d'analystes et la durée de l'analyse (en jours) dépendent de l'ampleur et de la complexité du projet. En règle générale, les projets dont le coût total estimé est supérieur à 500 millions de couronnes suédoises exigent un plus grand nombre d'analystes, des intermédiaires plus expérimentés et un atelier d'analyse étalé sur deux jours.

## E. Turquie

43. Différentes méthodes de calcul et d'évaluation des coûts sont utilisées lorsque des risques techniques sont détectés.

44. Les risques peuvent être liés aux caractéristiques du sol ou aux propriétés du site (niveau hydrostatique, sols instables, risques de liquéfaction, restauration du site nécessaire, etc.).

45. Des risques peuvent également être repérés grâce aux informations recueillies dans le cadre de projets antérieurs, menés sur un terrain ou dans des conditions climatiques similaires (terrain plat, terrain fortement incliné, données hydrologiques, etc.).

## F. Tchéquie (étude de cas)

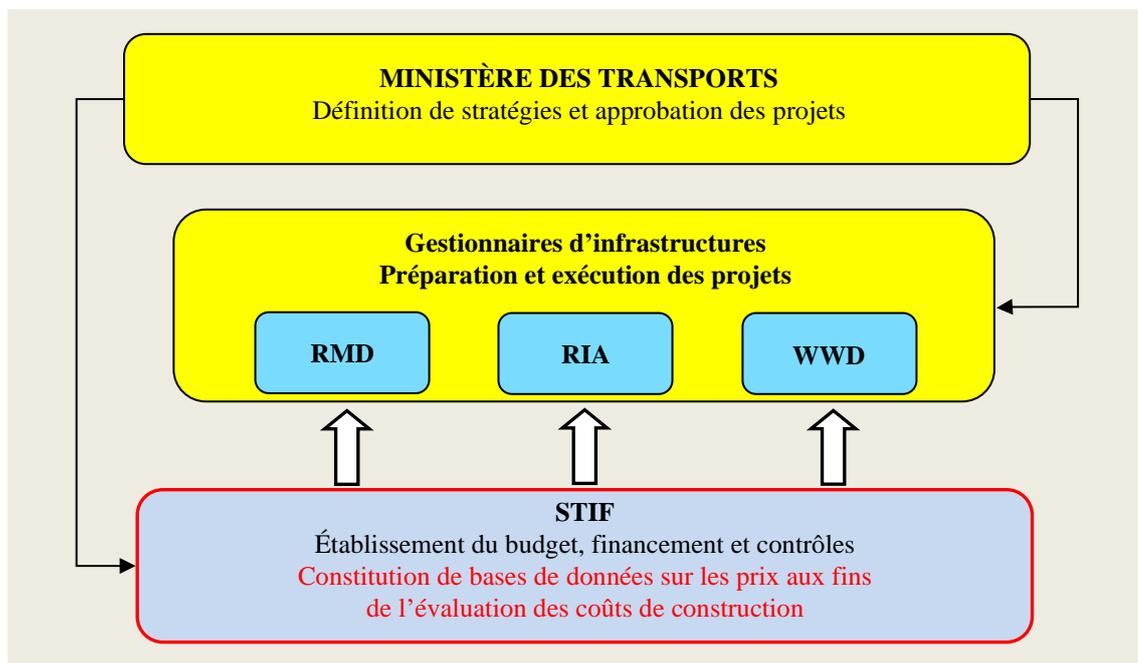
### **Modèle, méthode et bonnes pratiques permettant d'évaluer, de calculer et d'analyser les coûts de construction des infrastructures des transports intérieurs en République tchèque**

#### **a) Informations clés sur les infrastructures de transport en République tchèque**

46. La longueur totale du réseau routier et autoroutier de la République tchèque est de 55 792 km. Les autoroutes et les routes de classe I appartiennent à l'État, tandis que les routes de classe II et III appartiennent aux régions. Pour des raisons historiques, le réseau de chemin de fer de la République tchèque est relativement dense et sa longueur totale est actuellement de 9 539 km.

47. La figure III représente l'organigramme du développement des infrastructures publiques de transport.

Figure III  
Organigramme du développement des infrastructures publiques de transport

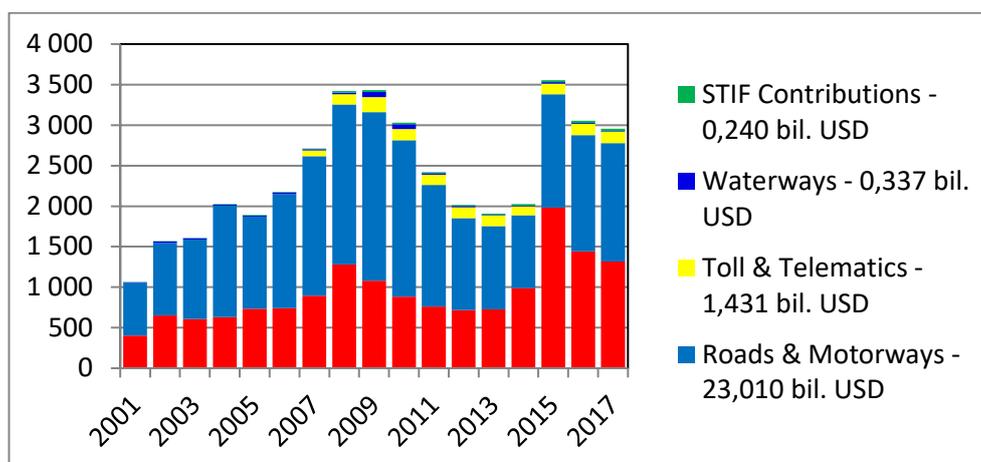


48. En République tchèque, les orientations et les stratégies relatives au développement des infrastructures publiques d'importance nationale sont définies par le Ministère des transports. La Direction des routes et des autoroutes (RMD), l'Administration des infrastructures ferroviaires (RIA) et la Direction des voies navigables (WWD) sont les autorités exécutives en charge de la gestion des différents modes de transport. En leur qualité de gestionnaires d'infrastructures, ces institutions sont chargées de l'élaboration et de l'exécution des projets, ainsi que de la construction, de l'exploitation et de la maintenance des infrastructures de transport.

49. Le Fonds public des infrastructures de transport (STIF) est un organisme de financement. Il joue un rôle analogue à celui d'une banque et met à disposition des ressources nationales, mais aussi des fonds de l'Union européenne, dont il est chargé de l'exécution en République tchèque. Par conséquent, il finance les projets, établit les budgets et est responsable de l'utilisation rationnelle des ressources. Il s'agit là des principales raisons pour lesquelles cet organisme a besoin d'une méthode claire de calcul ou d'estimation des coûts de construction et constitue des bases de données sur les prix des infrastructures de transport.

50. Entre 2001 et 2017, le STIF a alloué un montant total de 40,855 milliards de dollars des États-Unis aux infrastructures de transport en République tchèque. La figure IV offre un aperçu des fonds débloqués sur cette période au titre des différents modes de transport, des péages et de la télématique, ainsi que des contributions versées conformément à la loi sur le STIF.

Figure IV

**Fonds alloués aux bénéficiaires du STIF entre 2001 et 2017 (en milliards de dollars des États-Unis)**


Note : La conversion en dollars des États-Unis a été faite selon le taux de change appliqué par la Banque nationale tchèque au 31 décembre 2016 (1 dollar des États-Unis = 25,639 couronnes tchèques).

**b) Estimation et calcul des coûts de construction des infrastructures de transport**

51. Pour comprendre comment les coûts de construction des infrastructures de transport sont estimés et calculés en République tchèque, il importe de connaître les modalités et les étapes de la préparation d'un projet de construction. Pour l'essentiel, la préparation d'un projet de construction compte quatre étapes, qui permettent de répondre aux questions suivantes : Pourquoi ? Où ? Quoi ? Qui ? La première étape, celle de l'étude de faisabilité, vise à sélectionner le meilleur projet après évaluation économique des différentes options. Une fois l'étude de faisabilité approuvée, la préparation du projet peut commencer. La deuxième étape est celle de l'élaboration des documents de conception nécessaires à l'obtention du permis de zonage. C'est à ce stade qu'est choisi le site du projet. La troisième étape consiste à élaborer des documents de conception détaillés en vue de l'obtention du permis de construire. La quatrième étape, qui précède le lancement de l'appel d'offres, consiste à élaborer des documents de conception détaillés en vue de l'établissement du contrat et de l'exécution des travaux de construction. Pour chacune des quatre étapes, une base de données différente est utilisée, comme le montre le tableau ci-dessous.

N°	Étape de la préparation du projet	Réponse	
		à la question	Base de données sur les prix
1.	Étude de faisabilité	Pourquoi ?	Normes de prix
			Niveau de détail
			Type précis de route ou de chemin de fer – nombre de kilomètres
2.	Documents de conception nécessaires à l'obtention du permis de zonage	Où ?	Indicateurs relatifs aux objets
			Objets de construction
3.	Documents de conception nécessaires à l'obtention du permis de construire	Quoi ?	Indice des prix des composantes essentielles des objets
			Composantes essentielles des objets
4.	Documents de conception relatifs au contrat et à la construction	Qui ?	Classification industrielle des structures et ouvrages de construction
			Éléments agrégés (salaires, machines, matériaux et travaux de construction supplémentaires)

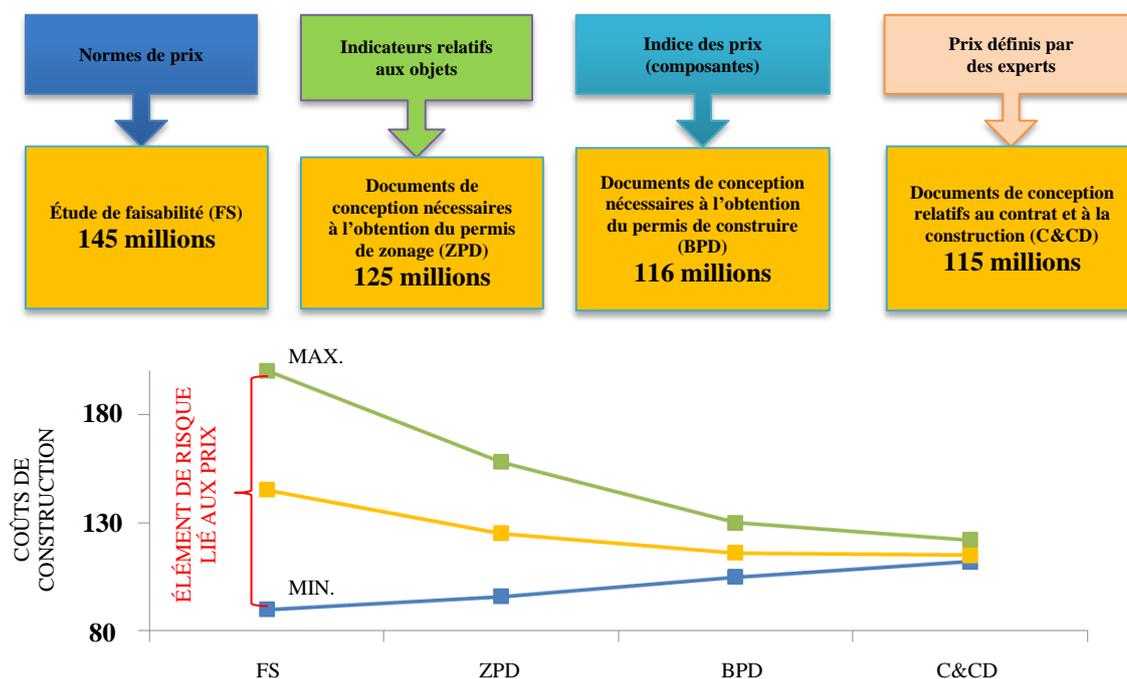
52. Des normes de prix sont donc utilisées au stade de l'étude de faisabilité, et les coûts de construction sont estimés sur la base du nombre de kilomètres à construire d'un type précis de route ou de chemin de fer. Les coûts de construction utilisés dans les documents de conception nécessaires à l'obtention du permis de zonage sont déterminés au moyen d'indicateurs relatifs aux objets. À ce stade, le niveau de détail est celui des objets de construction. L'indice des prix des composantes essentielles des objets, utilisé pour élaborer les documents de conception nécessaires à l'obtention du permis de construire, est plus détaillé. Les composantes essentielles de la construction d'une autoroute, qui est un objet de construction, sont par exemple l'excavation, les remblais, le revêtement, le marquage ou encore les fossés.

53. La base de données des prix utilisée au stade de l'élaboration des documents de conception nécessaires à l'établissement du contrat et à l'exécution des travaux est la plus détaillée et la plus importante du point de vue des coûts de construction. La raison en est que les clauses des contrats relatifs à la construction d'autoroutes, de routes et de voies ferrées en République tchèque sont généralement définies sur la base du Livre rouge de la Fédération internationale des ingénieurs-conseils (marchés au mètre). La structure des éléments de cette base de données est utilisée pour l'appel d'offres et pour la facturation pendant les travaux. Les éléments de cette base de données, la plus détaillée, présentent un degré élevé d'agrégation. On y trouve notamment les coûts liés aux salaires, aux machines, aux matériaux et aux travaux de construction supplémentaires. Le prix de chaque élément est défini au moyen de calculs d'experts et non à partir de statistiques sur les prix pratiqués antérieurement. Si la base de données utilisée pour l'élaboration des documents de conception nécessaires à l'établissement du contrat et à l'exécution des travaux est la plus importante du point de vue des prix, c'est aussi parce qu'elle est indispensable au calcul des prix enregistrés dans toutes les autres bases de données. Chaque composante est constituée de plusieurs éléments, chaque objet englobe plusieurs composantes et, enfin, un projet de construction comprend plusieurs objets. Tout au long du processus de préparation, le prix de base de chaque élément est calculé pour parvenir au coût final de l'ensemble du projet de construction. Tous les prix sont liés pour garantir leur stabilité pendant la préparation du projet. Les prix sont définis selon une approche ascendante, tandis que la classification (objets, composantes et éléments) se fait selon une approche descendante.

54. La prise en compte de l'élément de risque lié aux prix, sur la base d'une analyse des risques, est également importante pour garantir la stabilité de ces prix tout au long de la conception et de l'exécution des projets. Au stade de l'étude de faisabilité, il y a un écart considérable entre le prix minimum et le prix maximum en raison du manque d'informations sur le projet. Toutefois, l'estimation de l'élément de risque lié aux prix permet d'éviter une augmentation du prix au cours de la phase de préparation. Certains risques peuvent ne pas se poser aux étapes suivantes, de sorte que l'écart entre le prix minimum et le prix maximum diminue à chacune des étapes successives. Au fur et à mesure, les coûts de construction se stabilisent au lieu d'augmenter comme c'était le cas par le passé. La figure V illustre l'amélioration de la précision du calcul des coûts de construction au fur et à mesure de la préparation du projet de construction (compte tenu de l'élément de risque lié aux prix)

Figure V

**Amélioration de la précision du calcul des coûts de construction au fur et à mesure de la préparation du projet de construction (compte tenu de l'élément de risque lié aux prix)**



55. Les bases de données sur les prix sont régulièrement mises à jour en fonction des besoins, de l'évolution de la technique et de l'expérience pratique acquise au cours de l'année précédente. Le Ministère des transports approuve les modifications apportées à ces bases de données et en impose l'utilisation pour l'estimation et le calcul des coûts de construction des infrastructures de transport financées par le STIF. Actuellement, les autorités se concentrent sur deux objectifs en ce qui concerne les coûts de construction des infrastructures de transport : le calcul du coût du cycle de vie d'un projet de construction et la mise en place de la méthode « BIM » (bâti immobilier modélisé). Elles testent des logiciels de calcul du coût du cycle de vie d'un pont et s'emploient à normaliser et à élaborer des méthodes, des règles techniques et des instructions en vue de l'adoption de modèles d'information 5D, qui intégreront non seulement la modélisation spatiale, mais également un calendrier de planification et le calcul des coûts de construction. Elles sont convaincues que l'introduction de la méthode « BIM » offrira d'extraordinaires perspectives d'accroissement de la productivité dans le secteur de la construction en le rendant plus attractif auprès des jeunes et en améliorant la compétitivité et l'efficacité des activités de préparation, d'exécution et de gestion des projets de construction d'infrastructures de transport.

**c) Analyse des coûts de construction des routes et des autoroutes**

56. En plus de la mise à jour systématique des documents relatifs aux prix des infrastructures de transport tout au long de la préparation du projet, les offres retenues pour les travaux menés par des entreprises prestataires sous la supervision de la Direction des routes et des autoroutes sont analysées sur de longues périodes. Au total, 1 649 constructions ont été analysées depuis 2004. Les autorités disposent donc de statistiques sur l'évolution à long terme des prix réels offerts par les entreprises de construction. Les prix unitaires indiqués dans les offres retenues, qui figurent dans les documents de conception relatifs au contrat et à la construction, sont réévalués, pour chaque ensemble de travaux essentiels, au niveau de détail des documents de conception nécessaires à l'obtention du permis de construire, puis évalués à nouveau, pour chaque ensemble d'objets, au niveau de détail des documents de conception nécessaires à l'obtention du permis de zonage, et, enfin, évalués à l'aune d'indicateurs globaux au niveau de détail des normes de prix. Étant donné que les routes et les autoroutes sont financées au moyen de ressources publiques, ces statistiques sur

l'évolution des prix des offres ont été publiées en ligne, en toute transparence, et peuvent être consultées à l'adresse suivante : [www.merne-naklady-staveb.cz](http://www.merne-naklady-staveb.cz).

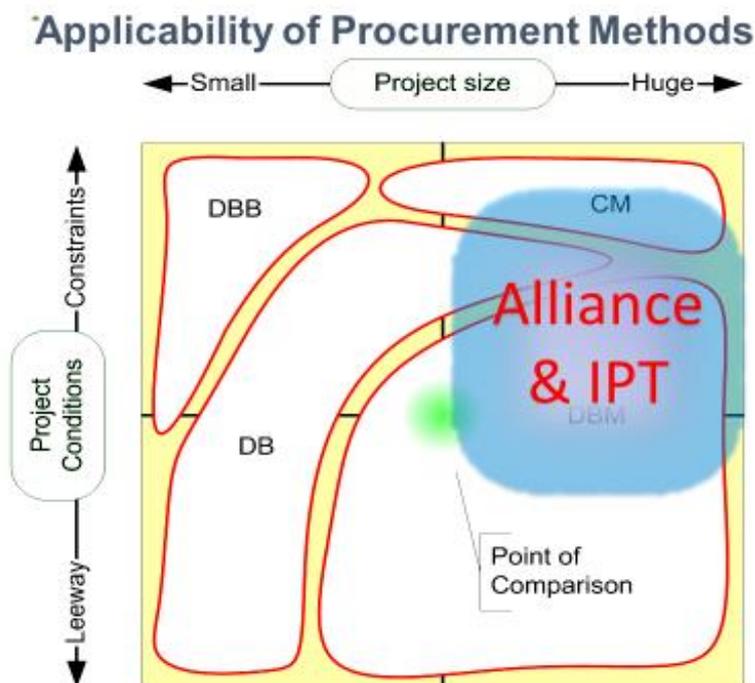
## G. Finlande (étude de cas)

57. L'Agence finlandaise des infrastructures de transport (FTIA) est responsable de la maintenance des routes, des voies navigables et des chemins de fer finlandais, ainsi que des investissements dans ces infrastructures. En 2020, son budget annuel était d'environ 2 milliards d'euros, dont 650 millions d'euros étaient alloués aux investissements. Ce budget représente approximativement 25 % du volume du marché finlandais des infrastructures. La FTIA emploie quelque 600 personnes, dont 10 % œuvrent à l'exécution de projets de construction.

58. La FTIA n'a pas de capacités de production propres et sous-traite tous ses projets. Elle utilise plusieurs types de contrats. Le plus courant est le contrat de **conception-soumission-construction** (DBB). Le contrat de **conception-construction** (DB), qui consiste à regrouper les phases de conception et de construction dans un même accord, est également assez répandu. L'avantage de ce contrat est qu'il encourage les entrepreneurs à faire preuve d'innovation et à être plus productifs. Un tel partenariat est possible lorsque la planification et la conception du projet relèvent de l'entreprise prestataire, tandis que le propriétaire ne fait que définir les normes, les fonctionnalités et le niveau de qualité attendu. Le contrat de **gestion de construction** (CM) permet au propriétaire de désigner un coordonnateur chargé de la gestion et de l'administration de toutes les phases du projet de construction, de manière à intégrer la planification, la conception et la construction. Dans une moindre mesure, la FTIA exécute aussi des **projets PPP**, dans le cadre desquels la conception, la construction, l'exploitation, la maintenance et le financement privé sont regroupés dans un même accord. Les **alliances** ou **équipes de projet intégré** (IPT) sont une nouvelle forme de partenariat. Le propriétaire et un ou plusieurs prestataires de services (concepteur-projeteur, constructeur, fournisseur, etc.) forment une équipe de projet intégré. Cette méthode est aujourd'hui très utilisée pour mener à bien des projets ambitieux et risqués, principalement parce qu'elle favorise la gestion des risques, l'innovation et la productivité.

Figure VI

### Applicabilité des méthodes de passation des marchés



59. La FTIA ne conclut jamais de contrats à prix unitaires, non seulement pour des raisons stratégiques, mais aussi parce qu'elle souhaite rendre les projets de génie civil plus productifs. Elle est une organisation de petite taille, qui n'a pas de ressources à consacrer à la supervision.

60. Au stade de l'appel d'offres et dans les contrats, la FTIA établit un devis, mais celui-ci n'est utilisé qu'à titre indicatif et non comme base pour le calcul des paiements. Quel que soit le type de contrat, les paiements sont généralement forfaitaires. Évidemment, certains articles et éléments sont facturés à un prix unitaire, mais uniquement pour des raisons de gestion des risques. Si la charge de travail que représentent certains travaux ne peut être anticipée, comme dans le cas du dynamitage de roches par exemple, ces travaux peuvent également être facturés à un prix unitaire.

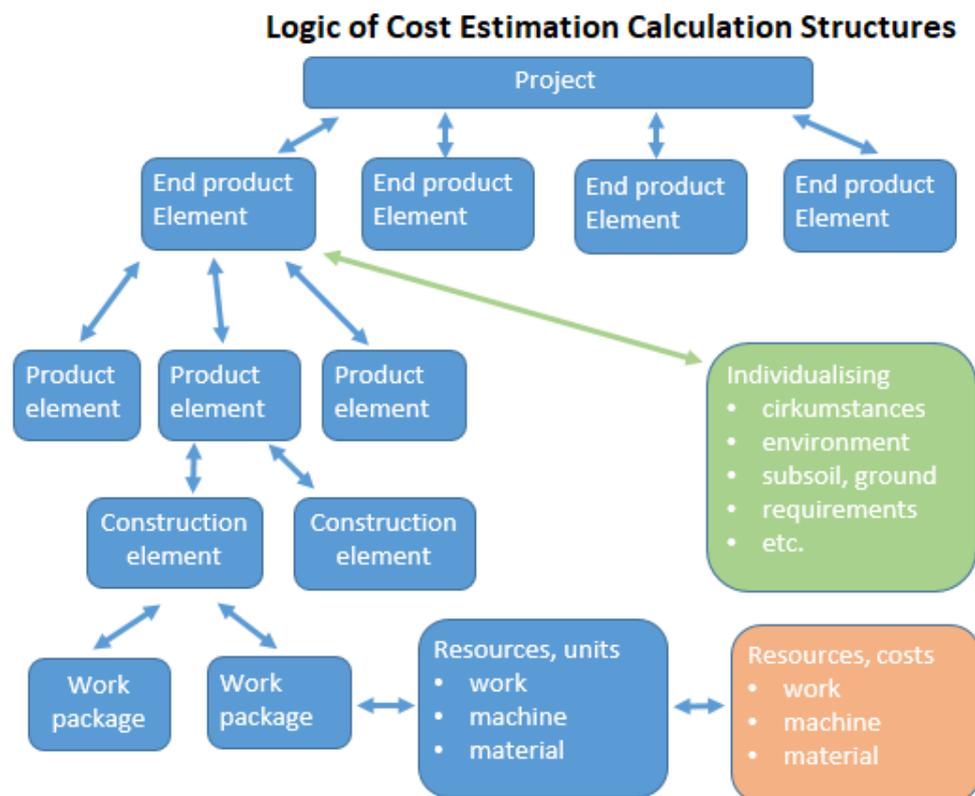
61. Lorsque les entreprises prestataires établissent leurs offres, elles calculent les ressources dont elles ont besoin en fonction des travaux à effectuer et de la situation.

62. Pour estimer les coûts de construction, la FTIA tente de reproduire la méthode appliquée par l'entrepreneur. Elle se fonde sur les coûts moyens des ressources nécessaires et des travaux à effectuer. On parle d'estimation des coûts standards.

63. L'estimation des coûts est établie d'après la nomenclature finlandaise des éléments et des projets de construction (Infra2015), qui regroupe quelque 1 000 éléments de construction. Ces éléments déterminent la charge de travail que représente un projet. Dans le système finlandais d'estimation des coûts, les éléments de construction et leur structure sont modélisés compte tenu de la quantité de ressources nécessaires. Les particularités du projet sont ensuite prises en compte en utilisant notamment des données sur les circonstances, sur les facteurs environnementaux et sur les caractéristiques du sol et du sous-sol. L'idée est que plus les informations relatives au projet sont détaillées, plus l'estimation des coûts sera précise.

Figure VII

#### Organigramme du système d'estimation des coûts



64. Lorsque la FTIA tente d'estimer le coût d'un projet donné, elle ne procède pas par comparaison avec d'autres projets. Ce n'est qu'une fois qu'elle dispose de tous les éléments nécessaires à l'estimation des coûts dans sa base de données qu'elle établit les calculs et recense les facteurs de risque.

65. L'estimation est ensuite comparée à l'offre de l'entreprise prestataire, puis au coût final du projet. La FTIA dispose d'estimations pour toutes les phases du projet, mais se concentre sur les phases susceptibles d'être problématiques. Si plusieurs projets sont enregistrés dans le système d'estimation des coûts, elle analyse les données et produit des statistiques qui serviront aussi à améliorer le modèle de calcul.

66. La FTIA veut que le calcul des coûts fasse partie intégrante de la planification ou de la conception. Une telle approche permet une gestion efficace des coûts d'un projet. L'idée est que les coûts soient connus tout au long du cycle du projet et puissent être comparés à ceux d'autres solutions techniques.

67. La partie la plus laborieuse de l'estimation des coûts consiste à traiter la grande quantité de données liées à la planification et à la conception du projet, puis à les intégrer dans le système de calcul des coûts. Dans le cas de projets de grande envergure, le volume de données est considérable. La FTIA veut créer une interface entre les modèles d'infrastructure et son propre système de calcul des coûts. Elle pourra ainsi automatiser diverses étapes du processus d'estimation des coûts.

## H. Turquie (étude de cas)

### 1. Calculer, prévoir et évaluer les coûts de construction des infrastructures de transport

68. En Turquie, l'étude des coûts des infrastructures routières portent sur trois éléments : les coûts de construction, les coûts d'entretien des routes et les coûts des superstructures, telle la construction de ponts et de tunnels. Il est nécessaire de disposer d'informations relatives aux coûts d'infrastructure aux différentes phases des projets, à savoir la phase de planification, la phase d'exécution et la phase de gestion. L'étude des coûts d'une infrastructure routière a les principaux objectifs suivants : améliorer la productivité, définir la terminologie utilisée, faciliter l'analyse des coûts-avantages et les études de faisabilité financière, étayer les procédures de passation de marché, présenter un projet compétitif, maîtriser les dépassements de coûts, parvenir à une meilleure estimation du budget et des affectations budgétaires et réunir des données en vue d'une privatisation, etc.

69. En Turquie, les études d'estimation des coûts sont réalisées selon trois méthodes : 1) les coûts effectifs de projets achevés ; 2) les estimations des coûts, basées sur les travaux préliminaires et la conception de projets réels faisant l'objet de contrats à prix unitaires ; 3) les estimations des coûts de projets virtuels.

70. L'estimation des coûts s'efforce de prévoir le coût effectif d'un projet. Elle joue un rôle important pour déterminer le montant de l'appel d'offres et pour élaborer le budget du projet. Des estimations inexactes peuvent se solder par des occasions manquées et des rendements inférieurs aux attentes et par l'échec de projets. En règle générale, les estimations doivent s'appuyer sur une étude détaillée des dossiers d'appel d'offres, qui contiennent les dessins et les spécifications techniques, sur les quantités à livrer ou à exécuter et sur la détermination des coûts.

### 2. Estimations des coûts, basées sur les travaux préliminaires et la conception de projets réels faisant l'objet de contrats à prix unitaires

71. En général, les estimations des coûts sont de deux ordres : les estimations préliminaires et les estimations détaillées. Habituellement, les estimations préliminaires sont réalisées avant que les plans et les spécifications techniques soient disponibles et les estimations détaillées, après.

a) *Estimations préliminaires*

72. Les estimations préliminaires des coûts sont généralement réalisées dès les premiers stades des projets ; les informations sur lesquelles elles s'appuient sont très limitées, étant donné que les plans et les spécifications techniques ne sont pas encore disponibles. Les estimations préliminaires servent notamment à décider de la faisabilité d'un projet. Si un projet est jugé faisable sur la base de l'estimation préliminaire, il est possible d'entamer les travaux relatifs à la conception détaillée, aux appels d'offres et à la construction. Les estimations préliminaires jouent donc un rôle essentiel dans la décision d'engager des ressources pour développer un projet. Elles peuvent aussi être utilisées pour évaluer les projets de remplacement et pour dresser un budget initial. Personne ne s'attend à ce qu'elles soient absolument exactes puisque les plans détaillés ne sont pas encore disponibles, et qu'il existe un certain nombre d'incertitudes quant au coût d'un projet dans ses premières phases. Toutefois, il est nécessaire de procéder à une estimation rapide et raisonnablement précise sur la base des informations disponibles, en particulier lorsqu'une décision de faisabilité doit être prise. En général, on s'appuie sur les données de projets passés pour faire des estimations préliminaires. Une méthode très simple de procéder consiste à se baser sur le coût unitaire moyen de projets similaires.

b) *Estimations détaillées*

73. Pour réaliser une estimation détaillée, il est nécessaire de déterminer les quantités à livrer ou à exécuter et les coûts d'un projet de construction jusqu'à son achèvement. Une estimation détaillée commence par un examen des dossiers d'appel d'offres, en vue d'établir ces quantités au moyen d'un calcul détaillé des quantités nécessaires pour chaque lot de travaux qui sera exécuté en vue de mener le projet à terme. Ce calcul est une étape importante de l'estimation et de l'appel d'offres, et, pour être précis, il doit pouvoir s'appuyer sur un ensemble complet de documents d'appel d'offres comprenant les dessins, les spécifications techniques et les conditions des contrats.

c) *Types de contrats*

74. En dehors de la privatisation, il existe deux grandes catégories de contrats dans le secteur de la construction : les contrats à forfait et les contrats à prix coûtant majoré ; ces deux types de contrat se distinguent par le mode de rémunération des entreprises prestataires. Dans les contrats à forfait, les entreprises s'engagent à construire l'installation sur la base d'un prix forfaitaire ou global (contrat à forfait), ou de prix unitaires (contrat à prix unitaire).

75. Dans le cadre du contrat à forfait, la rémunération de l'entreprise prestataire correspond au montant total du contrat. Un prix est convenu entre le client (propriétaire) et l'entreprise prestataire pour l'ensemble du projet. Les risques dus aux fluctuations du marché sont pris par l'entrepreneur. Il s'agit donc d'un système intéressant pour le client (propriétaire) qui connaît exactement le coût des travaux (à moins d'un événement imprévu) et qui a l'assurance que le projet sera achevé dans les plus brefs délais. Dans un tel système, les travaux doivent être soumis à un contrôle étroit, car l'entrepreneur peut utiliser des matériaux de mauvaise qualité et une main-d'œuvre non qualifiée. Le propriétaire peut se trouver dans une position défavorable par rapport à l'entrepreneur, surtout si l'étendue des travaux n'est pas clairement définie. Pour l'entrepreneur, le contrat forfaitaire présente cet avantage qu'il lui donne un objectif fixe à atteindre. En revanche, il a pour inconvénient de ne ménager aucune marge d'ajustement ; une prime de risque est nécessaire pour couvrir financièrement le coût des conditions de travail imprévues. Une mauvaise estimation des coûts peut avoir des conséquences désastreuses pour l'entreprise prestataire.

76. Dans le cadre d'un contrat à prix unitaire, la rémunération est basée sur la quantité livrée ou exécutée à un prix fixe. En Turquie, dans ce type de contrat, les coûts peuvent être calculés en multipliant les quantités par les prix unitaires qui sont publiés chaque année par le Ministère de l'environnement et de l'urbanisme. Il arrive parfois qu'au lieu d'utiliser les prix unitaires publiés par le Ministère de l'environnement et de l'urbanisme, on utilise les prix unitaires proposés par le prestataire.

77. Il est également possible de combiner le contrat à forfait et le contrat à prix unitaire, par exemple dans les mégaprojets où les quantités associées à une certaine partie des travaux sont déterminées, alors que d'autres sont impossibles à préciser à cause des incertitudes (conditions géologiques, mauvaise définition de l'étendue du projet, etc.). Bien qu'un prix forfaitaire soit déterminé, l'entreprise prestataire peut être payée selon les prix unitaires pour la partie « incertaine » des travaux.

d) *Frais généraux*

78. Les frais généraux sont des dépenses qui ne peuvent pas être attribuées à un poste de travail précis. Dans le cas où un coût peut être lié à un poste de travail, il doit être inscrit au titre des dépenses de matériel, de main-d'œuvre ou d'équipement. Les frais généraux sont généralement estimés en pourcentage du coût total du projet. Dans le calcul des prix unitaires du Ministère de l'environnement et de l'urbanisme, les frais généraux et le bénéfice représentent 25 % du coût.

e) *Dépassement de coûts*

79. Dans le cas où le coût réel du projet dépasse le montant de l'appel d'offres, les règles sont les suivantes : les dépassements allant jusqu'à 20 % du montant de l'appel d'offres relèvent de la Direction générale des autoroutes, et les dépassements allant jusqu'à 40 % relèvent de la Présidence de la République ; un dépassement de plus de 40 % entraîne l'annulation du marché et le lancement d'un nouvel appel d'offres. En raison des contraintes budgétaires, l'évaluation comparative des coûts de construction des infrastructures de transport est importante pour disposer de coûts de construction réalistes et d'un programme d'investissement stable, sans risque de flambée des coûts.

### 3. Collecte de données sur les coûts de construction de projets achevés

a) *Coûts de construction de routes*

80. Comme nous l'avons vu plus haut, la collecte de données sur les coûts de construction d'infrastructures routières existantes vise plusieurs objectifs : faciliter le calcul des coûts unitaires et des fourchettes de prix, recenser les paramètres qui déterminent les coûts, déterminer les investissements et le budget réel à partir de paramètres plus réalistes, effectuer des analyses coûts-avantages à partir de coûts de construction, d'entretien et d'exploitation réalistes. L'étude des coûts de construction des infrastructures routières est réalisée tous les dix ans. Les résultats de cette étude permettent de réaliser les travaux d'une manière rationnelle et efficiente et fournissent des données pour la planification, l'établissement des budgets, la productivité, la planification stratégique, la privatisation, la détermination des critères de performance, etc. Les coûts d'infrastructure des projets routiers sont calculés compte tenu des normes routières relatives aux autoroutes, aux routes nationales et aux routes provinciales.

81. Pour calculer les coûts de construction des routes et faciliter ainsi l'évaluation comparative des coûts de construction des infrastructures, les coûts des superstructures, tels les ponts et les tunnels, sont calculés séparément. De plus, les projets relevant des programmes d'investissement étant très différents les uns des autres, il a été jugé nécessaire de les définir comme suit : resurfacement, resurfacement par renforcement, remplacement de la chaussée, conditionnement de la route, reconstruction, nouvelle construction et élargissement de la capacité. Il s'agit de :

b) *Resurfacement*

82. Pose d'une nouvelle couche de surface sur une route existante afin de mettre la chaussée en état, d'améliorer son adhérence, d'assurer son étanchéité pour la rendre résistante au mauvais temps, d'accroître le confort des usagers, de prolonger la durée de vie de la chaussée, etc. Le resurfacement ne vise pas à augmenter la capacité de charge de la chaussée, mais de prolonger sa durée de vie en la protégeant contre le mauvais temps.

c) *Resurfaçage avec renforcement*

83. Rénovation de la chaussée avec pose d'une nouvelle couche de bitume, soit directement, soit après enlèvement par fraisage de la couche existante sur une profondeur déterminée afin d'augmenter la capacité de charge de la route et d'éliminer ses défauts.

d) *Remplacement de chaussée*

84. Rénovation de la chaussée par élimination ou non et remplacement de l'ensemble des couches d'asphalte qui la constituent hormis la couche de forme, sans modifier la capacité ou la géométrie de la route.

e) *Réfection*

85. Opération comprenant l'amélioration de la planéité, des courbes, des intersections et des distances de visibilité afin d'accroître la sécurité de la circulation, ou la modification de la couche de forme de façon à élargir les accotements ou à corriger des problèmes structurels, ainsi que le resurfaçage ou le remplacement de la chaussée.

f) *Reconstruction*

86. Reconstruction totale de la chaussée et de la couche de forme d'une autoroute existante. Travaux qui consistent soit à modifier l'emplacement des accotements existants, soit à supprimer la totalité de la chaussée et de la couche de base sur au moins 50 % de la longueur du projet. En d'autres termes, il s'agit de la reconstruction de la chaussée et de la couche de forme d'une route existante afin de corriger sa géométrie, d'améliorer sa sécurité, de faciliter les travaux d'entretien et d'améliorer la préservation.

e) *Nouvelle construction*

87. Identique à la reconstruction, comprend également la construction de voies de circulation de transit supplémentaires en plus des travaux de reconstruction proprement dits.

h) *Augmentation de la capacité*

88. Il n'existe aucun projet de ce type. Seule existe la construction de nouvelles routes et de tous leurs éléments : couche de forme, chaussée, structures, etc.

89. Outre les différents types de projets routiers définis ci-dessus, la taille des projets est également prise en compte dans l'étude des coûts de construction des projets routiers en Turquie. Elle est considérée comme un paramètre et prise en considération comme suit : petits projets, projets de taille moyenne, grands projets et mégaprojets. Les projets les plus complexes et les plus difficiles à réaliser sont les projets de grande taille ou les mégaprojets, tandis que les projets qui sont considérés comme faciles du point de vue du terrain et du type de projet sont les projets de petite ou moyenne taille. De nombreux paramètres sont également pris en compte pendant les études de coûts basées sur la taille des projets. L'analyse descriptive est également une des méthodes utilisées.

90. Sont considérés comme des paramètres non seulement le type de projet mais aussi les normes du projet, le type de chaussée, la longueur et la taille du projet (y compris dans le cas des ponts, des tunnel, etc.), la durée de la construction, le degré d'urbanisation, le type d'appel d'offres, le type de terrain, etc. Des régressions multiples sont appliquées à l'ensemble des données. L'effet des variables indépendantes sur les variables dépendantes est analysé, et une régression progressive est utilisée. Tous les coûts sont calculés en unités, à savoir livres turques par kilomètre (YTL/Km) ou livres turques par voie de circulation par kilomètre (YTL/LanexKm).

91. Les coûts d'acquisition des terres, les coûts de conception, les coûts d'atténuation des effets du projet sur l'environnement, les coûts de construction et de gestion de projet sont calculés et exprimés en pourcentage, de même que les coûts de construction résultant de travaux tels que le terrassement, les superstructures, les chaussées, les ponts et les tunnels et les travaux divers.

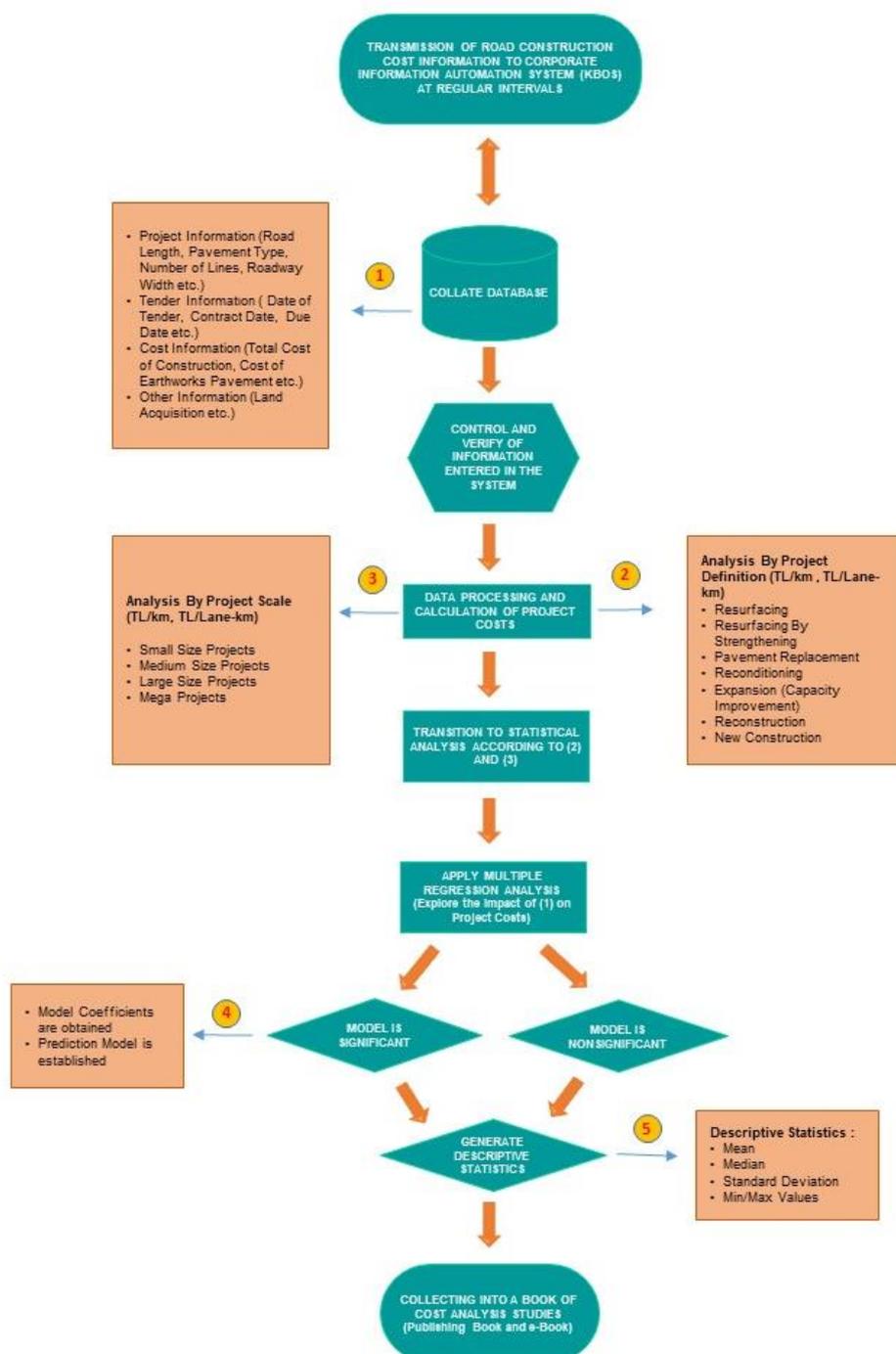
92. Les coûts de construction sont très différents selon que les projets traversent une zone urbaine ou une zone rurale. Le degré d'urbanisation est très important, et ce paramètre est pris en compte.

93. Les dépassements de coûts des projets routiers sont analysés et expliqués.

94. Le diagramme qui suit détaille la méthode appliquée pour calculer les coûts effectifs de projets routiers réels, depuis le moment de la collecte et du stockage des données jusqu'à celui de l'analyse statistique, afin d'expliquer comment les coûts des infrastructures routières changent en fonction de tel ou tel paramètre, donnée, dépassement de dépense, etc.

Figure VIII

Diagramme illustrant la méthode de calcul et d'analyse des coûts de projets réels

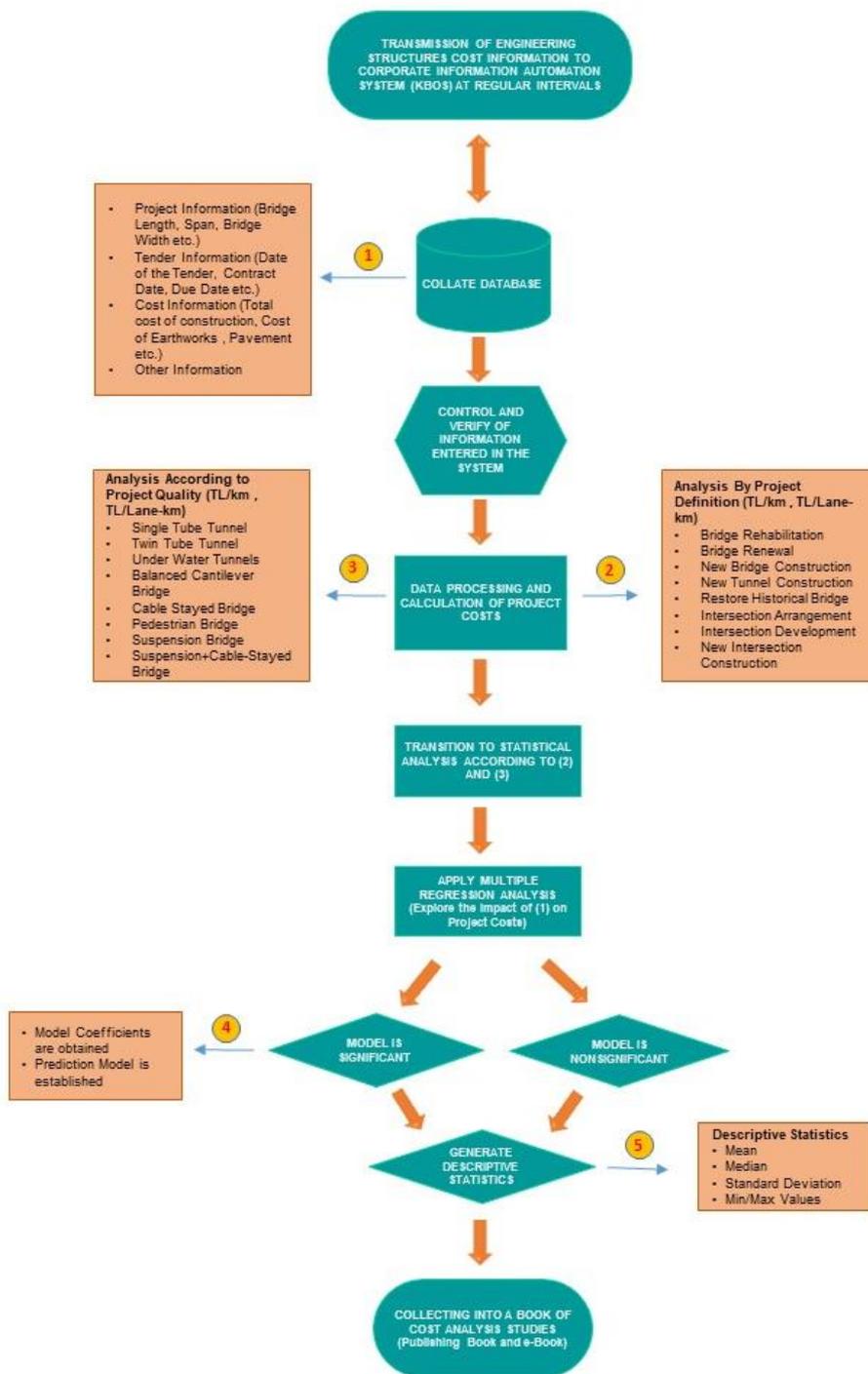


*i) Coûts des superstructures routières telles que les ponts et les tunnels*

96. Une étude des coûts de construction des superstructures routières de projets achevés est réalisée tous les dix ans. Les superstructures telles que les tunnels et les ponts sont examinées, et leur coût unitaire est fixé en livres turques par mètre carré (YTL/m<sup>2</sup>) pour les ponts et en livres turques par mètre (YTL/m) pour les tunnels monotubes et bitubes. En ce qui concerne les ponts, les coûts sont subdivisés en coûts de sous-structure et de superstructure.

97. Le diagramme qui suit détaille la méthode appliquée pour calculer les coûts réels de projets de superstructure routière effectifs, depuis le moment de la collecte et du stockage des données jusqu'à celui de l'analyse statistique, afin d'expliquer comment les coûts des superstructures routières changent en fonction de tel ou tel paramètre, donnée, dépassement de dépense, etc.

Figure IX  
**Diagramme illustrant la méthode de calcul et d'analyse des coûts de projets de superstructure routière réels**



j) *Calcul des coûts de construction de projets virtuels*

98. En Turquie, outre le calcul des coûts de construction de projets réels achevés, on calcule également chaque année les coûts de construction de projets virtuels sur la base des prix unitaires. Différents projets virtuels sont utilisés pour tenir compte des différents paramètres, à savoir la catégorie de la route, le relief, la géométrie de la route telle que la largeur de la plateforme, la largeur de la chaussée et la largeur des accotements, la courbure verticale, horizontale et moyenne, la rugosité et les différents types de revêtement en

fonction de la composition du trafic. Le relief est plat, vallonné ou montagneux. Les catégories de routes sont les autoroutes, les routes principales et les routes secondaires. La route est à chaussée unique ou à double chaussée, mais le nombre de voies n'est pas pris en considération. Le coût est indiqué en livres turques par kilomètre (YTL/km). Le tableau qui suit définit les coûts de construction routière en terrain plat. Des tableaux similaires sont élaborés chaque année pour les reliefs vallonnés et les reliefs montagneux. Le tableau ci-dessous est basé sur les prix de 2019. Ces données sont principalement utilisées pour les analyses coûts-avantages.

Tableau 1

**Tableau des coûts de construction de projets routiers virtuels, applicable dans les analyses coûts-avantages**

**YOL YAPIM MALİYETLERİ (VERGİLER HARİÇ)**

ARAZİ TİPİ, AĞIR TAŞIT TRAFİĞİ VE PLATFORM GENİŞLİKLERİNE GÖRE

(2019 YILI BİRİM FİYATLARIYLA)

(ROAD CONSTRUCTION COSTS (TAX EXCLUDED) ACCORDING TO TERRAIN TYPE, HEAVY VEHICLE TRAFFIC AND PLATFORM WIDTH)

(WITH 2019 UNIT PRICES)

(TL/KM)

ARAZİ TİPİ (Terrain Type)	AĞIR TAŞIT TRAFİĞİ (Heavy Vehicle Traffic)	ÜSTYAPI TİPİ (Pavement Type)	PLATFORM GENİŞLİĞİ (m) (Platform Width)				
			8.00	10.00	12.00	Bölünmüş Yol (Dual Carriageway)	
DÜZ (Flat)	0-50	Tek Kat Sathi Kaplama (Tip Enkesit 1) (Single Layer Surface Treatment) (Cross Section Type 1)	Toprak İşleri (Earthworks)	691.557	788.248	884.938	1.592.889
			Sanat Yapıları (Structures)	276.623	315.299	353.975	637.155
			Üstyapı (Pavement)	601.385	751.732	902.078	1.623.740
			<b>Toplam (Total)</b>	<b>1.569.565</b>	<b>1.855.278</b>	<b>2.140.991</b>	<b>3.853.784</b>
	50-250	Çift Kat Sathi Kaplama (Tip Enkesit 2) (Double Layer Surface Treatment) (Cross Section Type 2)	Toprak İşleri (Earthworks)	691.557	788.248	884.938	1.592.889
			Sanat Yapıları (Structures)	276.623	315.299	353.975	637.155
			Üstyapı (Pavement)	637.840	797.300	956.760	1.722.167
			<b>Toplam (Total)</b>	<b>1.606.020</b>	<b>1.900.846</b>	<b>2.195.673</b>	<b>3.952.211</b>
	250-500	Asfalt Betonlu (Tip Enkesit 3-1) (Asphaltic Concrete) (Cross Section Type 3-1)	Toprak İşleri (Earthworks)	691.557	788.248	884.938	1.592.889
			Sanat Yapıları (Structures)	276.623	315.299	353.975	637.155
			Üstyapı (Pavement)	1.190.919	1.488.648	1.786.378	3.215.480
			<b>Toplam (Total)</b>	<b>2.159.099</b>	<b>2.592.195</b>	<b>3.025.291</b>	<b>5.445.524</b>
	500-1000	Asfalt Betonlu (Tip Enkesit 3-2) (Asphaltic Concrete) (Cross Section Type 3-2)	Toprak İşleri (Earthworks)	691.557	788.248	884.938	1.592.889
			Sanat Yapıları (Structures)	276.623	315.299	353.975	637.155
			Üstyapı (Pavement)	1.235.635	1.544.544	1.853.452	3.336.214
			<b>Toplam (Total)</b>	<b>2.203.815</b>	<b>2.648.090</b>	<b>3.092.366</b>	<b>5.566.258</b>
	1000-1500	Asfalt Betonlu (Tip Enkesit 4) (Asphaltic Concrete) (Cross Section Type 4)	Toprak İşleri (Earthworks)	691.557	788.248	884.938	1.592.889
			Sanat Yapıları (Structures)	276.623	315.299	353.975	637.155
			Üstyapı (Pavement)	1.307.018	1.633.773	1.960.528	3.528.950
			<b>Toplam (Total)</b>	<b>2.275.199</b>	<b>2.737.320</b>	<b>3.199.441</b>	<b>5.758.994</b>
	1500-3000	Asfalt Betonlu (Tip Enkesit 5-1) (Asphaltic Concrete) (Cross Section Type 5-1)	Toprak İşleri (Earthworks)	691.557	788.248	884.938	1.592.889
			Sanat Yapıları (Structures)	276.623	315.299	353.975	637.155
			Üstyapı (Pavement)	1.382.060	1.727.575	2.073.090	3.731.561
			<b>Toplam (Total)</b>	<b>2.350.240</b>	<b>2.831.121</b>	<b>3.312.003</b>	<b>5.961.605</b>
1500-3000	Beton (Tip Enkesit 5-2) (Concrete) (Cross Section Type 5-2)	Toprak İşleri (Earthworks)	691.557	788.248	884.938	1.592.889	
		Sanat Yapıları (Structures)	276.623	315.299	353.975	637.155	
		Üstyapı (Pavement)	972.897	1.216.122	1.459.346	2.675.468	
		<b>Toplam (Total)</b>	<b>1.941.078</b>	<b>2.319.668</b>	<b>2.698.259</b>	<b>4.905.512</b>	

99. Il est important de veiller à ce que les investissements dans les infrastructures routières soient réalisés à temps pour éviter les effets négatifs sur l'économie. La durée de vie, l'entretien et les coûts de construction d'une infrastructure sont des chiffres approximatifs en raison de la diversité des matériaux de construction, des types de terrain, des techniques utilisées et des conditions d'exploitation. Dans un contexte marqué par les contraintes budgétaires, l'évaluation comparative des coûts de construction des infrastructures de transport permet d'avoir des coûts réalistes et un programme d'investissement stable, sans risque de flambée des coûts. Du point de vue de la Turquie, il est indispensable de trouver les approches méthodologiques, les modèles et les outils appropriés pour collecter et diffuser des informations sur les coûts de construction des infrastructures ainsi que de collaborer avec des partenaires potentiels des secteurs public et privé, aux niveaux national, régional et international.

#### 4. Questions additionnelles

- a) *Comparer les coûts de construction des infrastructures de transport dans le temps et normaliser ces coûts par région en fonction du temps*

100. Pour procéder à une évaluation comparative des coûts de différents projets d'infrastructure, les coûts doivent être convertis en valeurs comparables à l'aide d'indices. Il faut plus d'un an et parfois cinq à six ans ou plus pour qu'un projet d'infrastructure soit achevé. Les coûts des projets de construction s'appuient sur les prix de l'année de l'appel d'offres. Pour ramener les coûts des projets à un niveau comparable, différents indices sont utilisés, dont les indices des coûts de construction, qui sont publiés chaque année par l'Institut turc de statistique. La Turquie utilise également, en particulier pour les programmes d'investissement, les déflateurs officiels qui sont élaborés et publiés chaque année par le Département de la stratégie et du budget pour chaque secteur (tourisme, agriculture, mines, énergie, transport, etc.). Les déflateurs sont calculés sur la base de la valeur monétaire de tous les biens et services produits dans un secteur. Les calculs utilisent les coefficients d'évaluation des rapports de construction et les documents d'achèvement des travaux utilisés dans les appels d'offres pour les travaux de construction, d'installation et de réparation publiés chaque année dans le journal officiel par le Ministère de l'environnement et de l'urbanisme. En outre, pour calculer le coût des opérations de change, on s'appuie sur le taux de change à la date de l'appel d'offres, obtenu auprès de la Banque centrale et révisé pour présenter les prix déflatés.

- b) *Comment s'assurer que le mécanisme utilisé pour calculer et évaluer les coûts des infrastructures de transport puisse également servir d'outil de contrôle de ces coûts*

101. Les prix ou les factures pro forma sont obtenus auprès des producteurs ou des fabricants de matériaux, des principaux négociants, des grossistes et des négociants agréés de l'ouvrage, de la fabrication ou des matériaux, et des comparaisons appropriées sont effectuées concernant la détermination des prix sur la base d'études de marché portant sur l'ensemble de l'ouvrage, du groupe d'entreprises, du lot de travaux et de la valeur marchande des matériaux. On répond à la question de savoir si les prix estimatifs sont conformes aux prix réels du marché en demandant par écrit aux chambres de commerce et d'industrie de bien vouloir communiquer ces prix. En outre, pour faire face à l'éventualité d'instructions erronées, l'exécution du projet est tenue à jour par un examen régulier du mécanisme utilisé pour calculer et évaluer les coûts des infrastructures de transport.

- c) *Différentes méthodes de calcul et d'évaluation des coûts de construction selon les modes de transport sont-elles utilisées ?*

102. Les méthodes de calcul et d'évaluation turques ne varient pas en fonction du systèmes de transport.

## G. Suède (étude de cas)

### 1. Contexte

103. En 2008, sur la base d'expériences et d'initiatives de développement menées au sein de l'administration suédoise des transports, le Gouvernement suédois a décidé que le principe de la successivité devait être appliqué dans le calcul des investissements routiers et ferroviaires lorsque le coût du projet était supérieur à 50 millions d'euros. En effet, au cours des années précédentes, de nombreux grands projets d'infrastructure avaient connu d'importants dépassements de coûts, qui s'étaient soldés par le report d'autres projets urgents. La directive gouvernementale avait pour objectifs de parvenir à une estimation plus réaliste du coût final le plus probable et de repérer les incertitudes les plus importantes pesant sur le projet afin d'augmenter ses chances de réussite du point de vue des coûts et de la durée des travaux. En plus de l'application du principe de la successivité aux calculs, le Gouvernement a imposé d'autres mesures telles que la désignation de conseils consultatifs auprès des projets et le suivi mensuel systématique et obligatoire des résultats des projets.

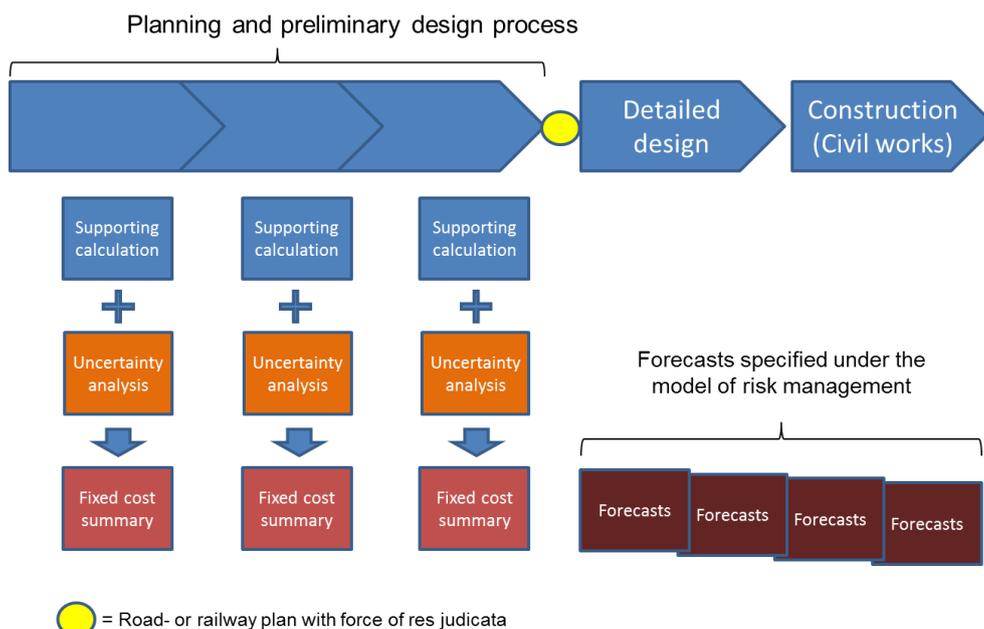
### 2. Le principe de la successivité<sup>1</sup>

104. En appliquant le principe de la successivité, il est possible de gérer les incertitudes ou les imprévus dans les budgets des projets. Il s'agit d'une procédure descendante qui permet, par étapes successives, de préciser les nombreux facteurs d'incertitude. Cette méthode a fait ses preuves, éliminant en grande partie les dépassements budgétaires et les retards imprévus. Le principe de la successivité est fondé sur l'intégration de la théorie statistique et des connaissances de la psychologie modernes avec des méthodes courantes de gestion de projet, d'économie de l'ingénierie et de gestion générale. De fait, une plus large place est accordée à l'intelligence et à l'intuition humaines, aux côtés des connaissances historiques. Les résultats des travaux de recherche sont utilisés d'une manière qui évite les nombreux et graves écueils faisant obstacle à la précision et à la neutralité des évaluations d'experts.

### 3. Méthode de calcul des coûts d'investissement de l'administration suédoise des transports

Figure X

Schéma illustrant la méthode globale de calcul



<sup>1</sup> Lichtenberg & Partners.

*Calcul de base* : Cette estimation est normalement réalisée par des consultants externes au moyen de méthodes classiques d'estimation ascendante (multiplication de la quantité par le prix unitaire). Le modèle permet de produire trois estimations (minimale, la plus probable, maximale).

*Analyse des incertitudes selon le « principe de la successivité »* : Une équipe d'analystes équilibrée, multidisciplinaire et expérimentée établit des prévisions sur le coût d'investissement final, y compris en repérant et en évaluant les éléments qui sont une source d'incertitude et dont le coût n'est pas négligeable. Cette méthode permet d'évaluer le niveau d'incertitude associé au coût d'investissement.

*Synthèse des coûts fixes* : L'estimation des coûts fixes pour l'une ou l'autre des étapes de la planification, qui est établie à partir des calculs de base et des résultats de l'analyse des incertitudes est présentée sous une forme commune. Cette documentation est intégrée dans un modèle, dont le but est de reposer sur une base commune et d'être transparent. Ces documents sont utilisés ultérieurement, pour comparer les coûts finaux effectifs aux coûts estimatifs.

105. L'analyse des incertitudes est effectuée au cours d'un séminaire de deux jours, selon une procédure standardisée dotée d'une structure de répartition du travail (WBS) basée sur 10 blocs principaux (voir tableau 2 ci-dessous). Chaque bloc est jugé trois fois par chaque membre du groupe d'analyse comme un intervalle avec un coût minimum, un coût plausible et un coût maximum.

Tableau 2

**Structure pour la planification, l'estimation, le suivi et l'analyse des coûts d'investissement**

Block	Name	Contents
1	Project administration	All costs related to STA's internal organisation and management of a project
2	Inquiry and planning	Preliminary studies (all possible alternatives), rail- and roadway studies (propose - one alternative)
3	Design	Detailed design
4	Acquisition of land and property	In order to get access to land for building of new constructions.
5	Environmental measures	In order to reduce noise and vibrations, handle contaminated soil, et cetera
6	Contract works – Earth works	
6.1	Earth works - Railway	Excavation, fill, embankment, platforms, buildings
6.2	Structures	Bridges, underpasses (roads, pedestrians, bicycles), retaining walls
6.3	Tunnels	Blasted, drilled or cut-and-cover inclusive entrances and working and rescue tunnels
6.4	Earth works - Roads	Excavation, fill, embankment, hard surface, guard rail
7	Contract works - Railway	
7.1	Track works	Superstructure including ballast, rail, sleepers, point switches
7.2	Electrical works	Electric supply, overhead line, masts, electrical substations, transformers, converter substations
7.3	Signal works	Signalling equipment such as signals, interlocking systems, automatic block signal system
7.4	Telecommunication works	Transmission in copper wire and fibre optic cables, fixed information installations for passengers
8	Unique measures and archaeology	Extraordinary measures (for example moving a ski jumping arena), archaeological excavation
9	Delivery and end of project	Delivery for operation, as-built documents/factual drawings, inspections both regarding internal delivery and contract work
10	Financial reserve for uncertainties	Only used in calculation and budgeting of total costs in early stages. Not used for economic outcomes.

106. Certaines incertitudes de caractère général comme la stabilité de l'organisation (administration suédoise des transports), le cycle économique, la politique, les lois, réglementations et décrets nouveaux, les conditions météorologiques sont évaluées séparément mais intégrés dans l'évaluation globale.

107. Le suivi des coûts réels et des performances du projet fait partie du processus établi, et les données sont collectées sur la base de la structure du tableau 2.

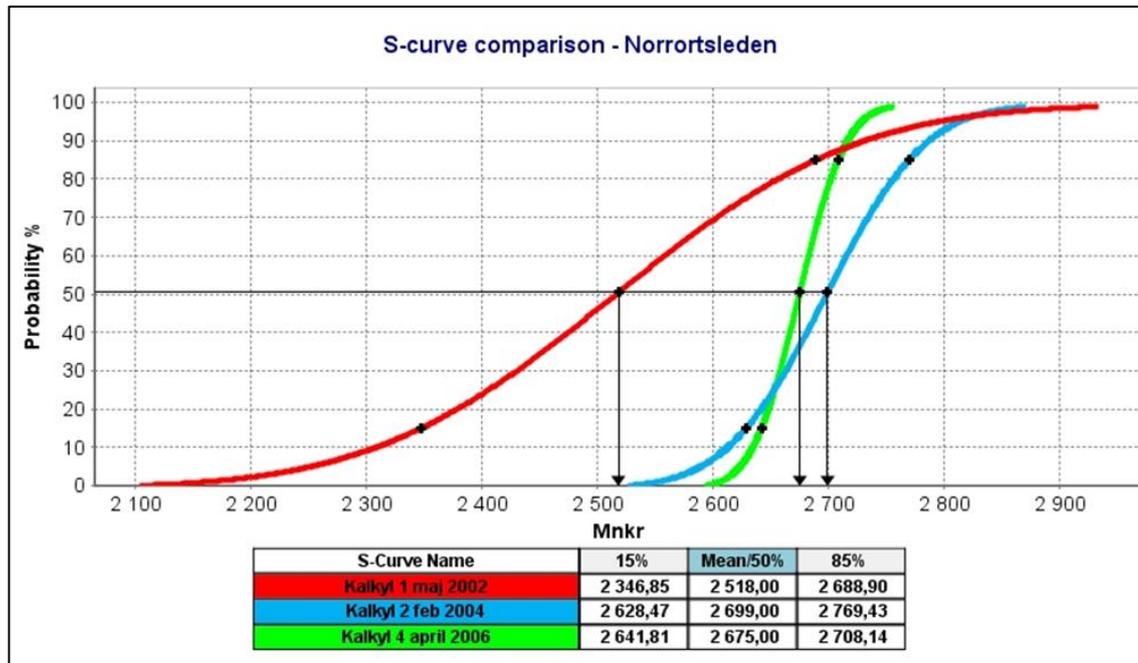
#### 4. Interprétation des résultats

108. Les résultats de l'analyse sont présentés dans le cadre de plusieurs rapports qui font ressortir les domaines de focalisation ou d'amélioration qui doivent retenir l'attention à approfondir en fonction de l'incertitude ou de la répartition des risques. La figure XI

ci-dessous présente la courbe en S construite pour chaque estimation. L'écart-type devrait diminuer pendant la phase de planification puisque les risques et les incertitudes devraient aussi diminuer. L'administration suédoise des transports utilise normalement comme budget du projet la dernière estimation des coûts en appliquant une valeur de probabilité de 50 %.

Figure XI

**Courbes en S correspondant à trois analyses consécutives réalisées pendant la phase de planification et de conception préliminaire**



## 5. Conclusion

109. L'amélioration enregistrée au cours des dix dernières années est substantielle. La plupart des grands projets d'infrastructure en Suède ont été achevés dans les limites du budget et le respect des délais. En outre, la qualité de la contribution de l'administration suédoise des transports au plan d'investissement financier quadriennal glissant du Gouvernement en matière d'infrastructure s'est sensiblement améliorée.

## V. Conclusion

110. Les méthodes et techniques d'évaluation du coût de la construction sont nombreuses.

111. Au moyen d'une analyse comparative basée sur les méthodes et techniques de détermination du coût de construction à venir – le coût de construction « prévu » –, nous pouvons distinguer les « éléments communs » utilisés par la plupart des pays pour évaluer ce coût :

- Le calcul des estimations de coûts (coûts), qui, dans la plupart des pays dont il est question plus haut, est basé sur des études de marché et sur l'expérience acquise dans le cadre de projets similaires ;
- La détermination et le calcul des coûts du projet de construction prévu par type de travaux, fondée sur l'analyse des indicateurs clefs des projets de construction déjà réalisés ;
- La détermination de l'étendue des travaux inclus dans le devis, selon la technologie de construction existant dans le pays conformément aux normes et standards applicables pour l'exécution des travaux ;

- L'existence et le développement de directives (textes juridiques normatifs, méthodologies et méthodes) pour l'évaluation des coûts des projets routiers ;
- L'appel d'offres pour l'exécution des travaux – sélection des prestataires effectué principalement dans le cadre d'un marché public.

112. La différence réside dans les méthodes d'approche concernant la sélection des paramètres optimaux et des calculs acceptables pour déterminer les coûts d'un projet de construction de route. Les méthodes se distinguent par les caractéristiques suivantes.

113. En **Allemagne**, l'analyse coûts-avantages et des coûts, qui intègre également une évaluation de la protection de l'environnement et de la nature, de l'aménagement du territoire et du développement urbain, occupe une place importante dans la méthodologie. Les coûts des travaux susmentionnés ont été inclus dans le plan d'infrastructure fédéral allemand, qui court jusqu'en 2030. Les évaluations environnementales ont pour but de tenir compte des aspects environnementaux (émissions de dioxyde de carbone, polluants atmosphériques et bruit) des projets de construction et de leur impact sur les zones ayant des propriétés environnementales particulières dès les premières phases.

114. En Allemagne, la valeur est déterminée par le choix de la structure et des méthodes de production, et il est possible de faire des comparaisons selon de nombreux indicateurs (paramètres). L'impact des paramètres est déterminé par l'ensemble des périodes de planification, le temps de construction, ainsi que la durée de vie moyenne de l'installation. Pendant la planification des travaux de sous-traitance dans un projet, le calcul est différencié pour les coûts maximums.

115. En **Suède**, on utilise le « modèle de triple classement » :

- Afin d'étudier les dépenses d'investissement dans les premières étapes, des calculs sont effectués pour les postes de coûts les plus importants ;
- Ensuite, pendant la planification, un calcul auxiliaire est effectué au moyen de méthodes classiques d'estimation des coûts de construction (multiplication de la quantité par le prix unitaire) ;
- L'évaluation du degré d'incertitude associé à la valeur de l'investissement est une prévision sur le coût d'investissement final (par ce calcul, les éléments qui sont source d'incertitude sont définis et évalués – des éléments importants sur le plan des coûts).

116. Les coûts totaux finaux estimatifs sont produits et intégrés dans un modèle synthétique des coûts totaux établis à partir d'un calcul auxiliaire et des résultats de l'analyse des incertitudes.

117. Une fois le projet terminé, les coûts totaux prévus sont comparés aux coûts finaux effectifs.

118. À **Chypre**, pour déterminer le coût estimatif d'un projet, une banque de données est créée sur la base des coûts par type de travaux des projets de construction achevés dans les années précédentes. Le montant de l'appel d'offres est déterminé sur la base des dispositions de la loi régissant les marchés publics (appel d'offres). En cas d'écart important par rapport au montant de l'appel d'offres, la procédure d'appel d'offres est annulée. Les facteurs et les raisons à l'origine de l'écart sont étudiés, et l'appel d'offres est renouvelé.

119. La **Croatie** prépare actuellement une estimation des coûts des projets d'infrastructure, sur la base d'études de marché et de l'expérience acquise dans le cadre de projets similaires. La construction d'infrastructures de transport fait l'objet de procédures ouvertes de passation de marchés/appels d'offres au niveau international.

120. En **Pologne**, la méthode de l'indice est utilisée pour déterminer le coût d'un projet de construction. En l'absence d'un indice des prix unique approprié, les coûts sont calculés selon une estimation par élément de coût. Les sources d'information sont les suivantes :

- Des contrats ou accords conclus au cours de périodes (années) antérieures ;

- Des prix en vigueur pendant la période (année) en cours, issus de publications, d'ouvrages de référence, de catalogues et d'offres récents ;
- Des données prévisionnelles sur l'évolution des prix.

121. En **Turquie**, il existe des prix unitaires officiels qui sont actualisés chaque année pour tous les types de travaux de construction à l'issue d'une analyse.

122. En **Lettonie**, les coûts estimatifs des travaux de construction sont déterminés sur la base des coûts de travaux analogues déjà achevés, de prévisions fondées sur des indices de développement macroéconomique, des fluctuations du marché de la construction d'infrastructures de transport et d'autres prévisions pertinentes. Les conditions du contrat de construction sont convenues par les parties (client – entreprise prestataire) préalablement à la planification des coûts

---