



**Conseil Économique
et Social**

Distr.
GÉNÉRALE

TRANS/WP.5/2000/7
10 juillet 2000

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE
COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Groupe de travail chargé d'examiner les tendances
et l'économie des transports
(Treizième session, 18-20 septembre 2000,
point 6 c) de l'ordre du jour)

ÉVALUATION DES PROJETS D'INFRASTRUCTURE DANS LE DOMAINE
DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Méthode progressive d'amélioration des infrastructures de transport

Note du secrétariat

1. HISTORIQUE

À sa douzième session, le Groupe de travail chargé d'examiner les tendances et l'économie des transports (WP.5) a pris connaissance des normes géométriques transitoires mises au point dans le cadre des projets TEM et TER et a constaté que cette méthode progressive permettait d'aborder comme il convient les difficultés que beaucoup de pays éprouveraient à atteindre les normes rendues nécessaires par les Accords AGC, AGTC et AGR (TRANS/WP.5/26, par. 25).

Afin d'évaluer l'incidence d'une telle approche sur les besoins en investissements dans le domaine des infrastructures, le Groupe de travail a demandé au représentant de la Hongrie de réunir des données sur les coûts unitaires des infrastructures afin d'adapter les conditions en vigueur concernant les infrastructures aux normes transitoires TEM et TER et de procéder à une comparaison de caractère économique des différentes stratégies progressives d'amélioration de l'infrastructure. Les responsables des projets TEM et TER ainsi que le Gouvernement hongrois ont donc été contactés et priés de faire des observations sur les questions ci-après :

- La justification de normes intermédiaires. Sur la base de l'expérience du projet TER et de ses liens avec l'AGC, quels sont les critères fondamentaux permettant de désigner les normes qui peuvent, provisoirement, être abaissées ou mises de côté ? (Impact considérable sur les coûts de construction/d'entretien, travaux d'amélioration futurs aisés à entreprendre, par exemple).
- Quelles sont les normes (voie simple/double, vitesse nominale, gares et terminaux...) qui devraient être examinées en premier lieu, et dans quelle mesure ?
- Quelles sont les stratégies d'exécution du projet TER réellement suivies par les pays ? Les pays ont-ils entrepris de moderniser leur infrastructure pour la porter directement aux normes TER ou ont-ils adopté une méthode progressive axée sur certains itinéraires et normes ?
- A-t-on effectué une évaluation économique des avantages et des limites d'une méthode progressive d'amélioration des infrastructures (liée à des paramètres tels que les normes cibles/finales, le cadre macroéconomique, l'espacement des différentes phases...) ?
- Compte tenu de l'expérience du projet TER, quels sont les éléments qui devraient être pris en compte pour déterminer le potentiel et les limites d'une méthode progressive d'exécution de certains des projets TINA ?
- Citer, le cas échéant, les documents qui ont été établis ou les études et travaux de recherche qui ont été réalisés dans ce domaine.

Par ailleurs, d'autres informations ont récemment été reçues de l'UE : le rapport final TINA a été publié à la fin de l'année et l'étude PHARE intitulée "Updating of transport infrastructure costs in acceding countries" (COWI) a été menée à bien. On trouve dans ces deux documents des informations sur les coûts d'infrastructure.

La présente note a pour objet de permettre au Groupe de travail d'évaluer le potentiel et les limites d'une "stratégie progressive de développement des infrastructures", pour le plus grand profit des gouvernements et institutions internationales appelés à prendre des décisions difficiles dans l'avenir pour répondre à l'augmentation des besoins en infrastructures de transport, en particulier dans les PECO.

2. NORMES TEM ET TER

2.1 Normes TEM

Le projet TEM a trait à la construction d'un réseau autoroutier dont la vitesse de conception est de 120 km à l'heure. D'une manière générale, les normes TEM sont conformes aux spécifications énoncées à l'annexe II de l'AGR pour les autoroutes. Les principales différences portent sur les points suivants :

- Déclivité longitudinale maximale recommandée : le projet TEM recommande des chiffres légèrement plus bas (1 % de moins que les normes AGR);
- Rayon minimal recommandé en point haut et en point bas du profil en long : le projet TEM recommande des chiffres légèrement supérieurs pour les vitesses de conception les plus élevées;
- Distance minimale d'arrêt : légèrement supérieure pour le projet TEM à la vitesse de conception la plus élevée (140 km à l'heure);
- Largeur minimale des voies de circulation : la largeur prévue pour le projet TEM (3,75 m) est supérieure à celle de l'AGR (3,50 m);
- Largeur minimale des accotements : la largeur prévue pour le projet TEM (3 m) est inférieure à celle énoncée dans l'AGR (3,25 m).

Les spécifications TEM et AGR concernant les ouvrages d'art sont similaires : aucune restriction ne devrait être imposée aux caractéristiques de la chaussée et la hauteur libre minimale sous ouvrage est de 4,5 m.

Enfin, il convient de souligner l'absence de limites particulières imposées sur les charges à l'essieu et les gabarits des véhicules dans le projet TEM : le profil de la structure de la chaussée est calculé au moyen de la formule habituelle (c'est-à-dire en calculant le nombre d'essieux "équivalent" 100 kN à partir des prévisions de trafic dense et en tenant compte d'une durée de vie de 20 ans (ou de 40 ans pour les sections en béton)).

Par conséquent, le projet TEM ne fixe pas de normes "transitoires" à l'AGR mais se contente de les détailler et de fixer, dans certains cas, des normes légèrement plus élevées. Une telle approche est rationnelle, dans la mesure où l'AGR ne prévoit pas que le réseau E soit entièrement constitué d'autoroutes, mais fixe simplement des normes minima pour les routes E, qui peuvent être des routes ordinaires, des autoroutes ou des voies express.

2.2 Normes TER

L'AGC se distingue principalement de l'AGR en ce qu'il fixe des normes très élevées pour le réseau ferroviaire européen. C'est pour cette raison que les normes TER sont considérées comme étant intermédiaires. La différence la plus notable est que l'AGC recommande une vitesse minimale de définition de 160 km/h sur les lignes existantes tandis que pour le projet TER cette vitesse est seulement de 120 km/h. Pour les nouvelles lignes, les normes AGC sont même plus élevées. Les autres paramètres qui ont été nettement abaissés dans le projet TER sont la longueur minimale des quais des grandes gares (de 400 à 250 m) et la longueur utile minimale des voies d'évitement (de 750 à 500 m).

Les coûts d'un relèvement ultérieur de ces paramètres étant très élevés, on pourrait dire que les pays de la région ont clairement choisi de mettre en place un réseau plus dense et aux normes moins élevées, plutôt qu'un réseau AGC aux normes plus élevées.

3. APPROCHE PROGRESSIVE : PERSPECTIVES ET LIMITES

3.1 Expérience du projet TEM

Selon les renseignements fournis par le Bureau central du projet TEM (voir annexe 1), la seule approche progressive possible dans le domaine routier consiste à ne construire qu'une seule chaussée dans un premier temps et à apprêter des sauts-de-mouton pour la seconde chaussée. Cette approche est rationnelle si le trafic escompté durant les premières années d'exploitation de l'autoroute est faible. Cependant, il faudra veiller à la sécurité de la circulation, de manière que cette solution n'ait pas d'effets négatifs. C'est ainsi que le tracé de la première chaussée devrait prévoir des tronçons appropriés offrant une visibilité suffisante pour les dépassements (ce qui ne constitue pas une préoccupation lors de la construction d'une autoroute) et tout devrait être fait pour que l'utilisateur sache clairement qu'il ne se trouve pas sur une autoroute.

Or, cette approche n'a pas été beaucoup utilisée dans le cadre du projet TEM : si l'Autriche, la Bulgarie, la Croatie, la Hongrie, la Pologne et la Slovaquie l'ont occasionnellement utilisée, l'Autriche, la Pologne et la Slovaquie ne l'ont fait que dans les cas des tunnels ou ponts de grande longueur.

L'évaluation d'une approche progressive peut être convenablement effectuée dans le cadre d'une analyse socioéconomique du rapport coût-avantages, notamment la méthode d'évaluation proposée par le projet TINA. À cet égard, les variables cruciales seront le choix judicieux de la date de la deuxième phase (sans doute entre 5 et 15 ans après l'achèvement de la première phase) et l'évaluation adéquate des incidences négatives potentielles pour les usagers (en ce qui concerne le niveau de service et la sécurité).

3.2 Expérience du projet TER

La définition des normes techniques et des paramètres opérationnels des lignes TER constituait, au début des années 90, une activité prioritaire destinée à rendre le projet TER opérationnel le plus tôt possible.

Compte tenu des difficultés économiques des pays concernés par le projet TER, les recommandations ci-après ont été formulées et approuvées par les pays membres du projet TER en septembre 1993 :

1. Considérer les normes techniques de l'Accord européen sur les grandes lignes internationales de chemin de fer (AGC - annexe II) et de l'Accord européen sur les grandes lignes de transport international combiné et les installations connexes (AGTC - annexes III et IV) comme des objectifs à long terme devant être atteints par le réseau TER. Pour justifier cette décision, on a donné l'exemple des investissements estimatifs nécessaires pour porter un corridor TER aux normes AGC;
2. Considérer les paramètres TER comme des objectifs à court terme devant être atteints par le réseau TER.

L'adoption des paramètres TER avait pour but de prendre les mesures nécessaires au développement harmonieux du réseau TER, de manière à offrir, tout le long du réseau, une qualité de service uniforme dans le domaine des transports ferroviaires et combinés.

Il a été souligné que d'importants investissements d'infrastructure étaient nécessaires pour porter l'ensemble du réseau aux normes TER; cependant, ces investissements pourraient être considérés comme raisonnables par rapport aux investissements requis pour la mise en œuvre des paramètres AGC et AGTC.

3. Une décision semblable a été adoptée pour ce qui est des paramètres AGTC : ceux-ci ont été considérés comme des objectifs à long terme tandis que les paramètres opérationnels TER ont été adoptés comme objectifs à court terme.

En outre, lors de la cinquième Réunion des directeurs généraux des chemins de fer dans le cadre du projet TER, tenue les 1er et 2 octobre 1998 en Slovénie, des participants ont proposé d'abaisser encore les normes TER, en particulier pour ce qui est de la vitesse de définition. Toutefois, les participants sont en fin de compte convenus de confirmer la pertinence des paramètres TER et de les considérer comme des normes minimales pour le renouvellement et la modernisation de l'infrastructure ferroviaire dans tous les pays membres du projet TER. Les seules exceptions concernent les régions où, d'un point de vue topographique, leur application serait trop coûteuse.

3.3 Données relatives aux coûts d'investissement

Les coûts des infrastructures de transport sont sujets à controverse, en particulier en Europe centrale et orientale. Tous les chiffres avancés par les gouvernements ou proposés dans différentes études menées dans le cadre du programme PHARE ont été immédiatement contestés pour divers motifs (comparaison avec d'autres pays, expérience des coûts réels...).

Ce problème a de nouveau surgi en ce qui concerne les renseignements reçus de la Hongrie au sujet des coûts des investissements routiers et ferroviaires (annexe 2).

Il convient toutefois de souligner que chacune de ces données permet de procéder à une première vérification de l'intérêt d'une approche progressive, au moyen de la méthode TINA d'analyse socioéconomique du rapport coût-avantages.

4. SUIVI

Le champ d'application d'une approche progressive, quoique réel, semble être restreint : il s'agit essentiellement de projets où les prévisions de trafic pour 2015 apparaissent faibles ou très incertaines (TJAM inférieur à 15 000 ou 80 trains par jour) et d'ouvrages coûteux et de grande envergure (tunnels et ponts). Les autres domaines où une approche progressive peut être envisagée sont sans doute les rocades urbaines (la première phase permet d'éliminer dès le départ

la plupart des problèmes d'environnement et de sécurité liés aux radiales) et les voies ferrées à grande vitesse (lorsque la modernisation des voies existantes et l'utilisation des techniques d'inclinaison semblent offrir des services compétitifs au regard des coûts élevés liés aux constructions entièrement nouvelles).

Dans le cas d'une approche progressive, une grande attention doit être accordée aux normes de conception susceptibles d'avoir une incidence négative sur la sécurité de la circulation, en particulier pour ce qui est des routes. En l'occurrence, étant donné que la première phase concerne habituellement la construction d'une seule chaussée (ou la mise aux normes de la chaussée existante), des aspects tels que les distances requises pour le dépassement et la perception que l'utilisateur a de la route (on doit veiller à ce qu'il n'ait pas l'impression de rouler sur une autoroute) doivent faire l'objet d'une attention toute particulière.

En ce qui concerne les chemins de fer, une approche progressive concernant le nombre de voies n'aurait que peu d'effets, étant donné que l'essentiel du réseau ferroviaire TINA est déjà à double voie et électrifié; elle peut toutefois être envisagée pour tous les nouveaux projets. Par ailleurs, au lieu de construire des voies à grande vitesse, on pourrait envisager de porter la vitesse de conception des lignes existantes à 220 km/h. Le fait que les PECO ont opté pour des vitesses de conception modérées dans le cadre du projet TER semble indiquer qu'une approche progressive basée sur d'autres vitesses transitoires est sans doute faisable.

Dans les pays d'Europe centrale et orientale, le projet TINA a permis la collecte de la plupart des informations nécessaires à une analyse des incidences d'une approche progressive sur le développement du réseau TINA. À cet égard, le Groupe de travail pourrait demander au gouvernement concerné d'effectuer cette analyse et d'en présenter les résultats à la prochaine session.

Annexe 1

OBSERVATIONS COMMUNIQUÉES PAR LE BUREAU CENTRAL DU PROJET TEM

Étant donné que la principale raison d'une approche progressive est habituellement la pénurie de ressources financières, le choix des normes devant être temporairement abaissées ou laissées de côté est fondamentalement fonction de l'économie substantielle que l'on réalisera sur les coûts de conception. Toutefois, ne seront acceptables que les économies qui n'auront pas pour effet de réduire considérablement le niveau de service de l'autoroute ni d'entraîner une plus grande diminution de la sécurité de la circulation aussi bien pendant la période intermédiaire que durant la construction décalée de la phase finale de l'autoroute. Les autres critères à prendre en compte sont les suivants : ladite phase finale devrait être relativement aisée à mettre en œuvre et le coût total (non actualisé) des deux phases ne devrait pas être trop élevé par rapport au coût de construction en une seule phase d'une autoroute véritable.

Dans la plupart des cas, la seule approche progressive faisable consiste à ne construire qu'une seule chaussée (en prévoyant au moins les sauts-de-mouton pour les deux chaussées). Si les volumes de trafic sont relativement faibles au cours des premières années d'exploitation de l'autoroute (dans la plupart des cas, un TJAM compris entre 5 000 et 15 000 dans la région du TEM), cette solution n'aura pas un effet prononcé sur la sécurité de la circulation. En revanche, la construction de la seconde chaussée sera relativement facile à l'avenir et les perturbations annexes de la circulation seront limitées.

Toutes les autres options en matière de construction progressive – abaissement de la vitesse de conception durant la première phase, suppression des accotements ou construction d'intersections temporaires au niveau du sol, etc. – ne permettent pas de réaliser des économies substantielles et entraînent des coûts élevés pour la seconde phase (modification des paramètres du tracé en plan liée à une augmentation ultérieure de la vitesse de conception) ou un accroissement des taux d'accidents aussi bien pendant la période intermédiaire que durant la construction de la seconde phase (intersections au niveau du sol, accotements supprimés).

En ce qui concerne les stratégies appliquées par les pays membres du projet TEM en matière de construction d'autoroutes, deux grandes conclusions se dégagent :

1. L'Italie (s'agissant du projet TEM), la Lituanie, la République tchèque, la Roumanie et la Turquie n'appliquent pas la méthode progressive;
2. L'Autriche, la Bulgarie, la Croatie, la Hongrie, la Pologne et la Slovaquie adoptent parfois la formule consistant à ne construire qu'une chaussée durant la première phase mais, dans les cas de l'Autriche, de la Pologne et de la Slovaquie, seulement pour les tunnels de grande longueur (Tauertunnel, Karwankentunnel, Plabutschunnel, Gleinalmtunnel, Arlbergtunnel, Bosrucktunnel, etc., pour l'Autriche et le tunnel Branisko pour la Slovaquie) ou les grands ponts (le pont Torun sur la Vistule, pour la Pologne).

Les autres approches (abaissement des vitesses de conception, élimination des accotements) ne sont pas suivies. Il n'existe qu'un seul exemple d'une première phase de construction "au niveau du sol" (tronçon Iotrkow-Czestochowa, en Pologne); ce type de construction, qui remonte à une trentaine d'années, ne sera pas renouvelé.

Il n'existe généralement pas d'évaluation économique valide des avantages ou des inconvénients de l'approche progressive, car chaque cas est différent (type de terrain, niveau des prix, nombre de ponts et de tunnels de grande longueur, volume de trafic, composition du flux de la circulation, taux d'accident, etc.). Compte non tenu des dépenses des usagers et des coûts des accidents, l'économie moyenne réalisée du fait de la construction d'une seule chaussée représente environ 30 % des coûts de construction habituels d'une autoroute (les deux chaussées). Le coût nominal total de cette méthode de construction à une phase est bien entendu plus élevé (environ 120 à 130 % de l'approche "en une fois"), mais les coûts réels (actualisés) sont presque toujours moins élevés, la différence dépendant de l'intervalle entre la première et la seconde phase de construction et du taux de l'inflation.

Pour arrêter une décision au sujet de l'approche progressive (c'est-à-dire concernant les autoroutes à chaussée unique ou à double chaussée au cours de la première phase), on devrait se fonder avant tout sur une comparaison entre les coûts de construction du projet TINA (énumérés dans le rapport final TINA 1999) et les avantages pour les usagers (économie de temps et de carburant, réduction des taux d'accident, etc.). Ces avantages pourraient être calculés à partir des volumes du trafic futur, dont les chiffres figurent dans l'étude relative aux prévisions de trafic. Outre cette évaluation économique comparant une approche progressive et une approche non progressive, on pourrait également prendre en compte les incidences écologiques et socioéconomiques.

Les documents ci-après pourraient se révéler pertinents :

- Highway Capacity Manual, TRB Special Report 209, Washington, 1998
 - Issues in Central and East European Transport, Banque mondiale, Washington, 1990
 - AECOTEM Guidelines, document TEM/CO/TEC/46, Varsovie, septembre 1991
 - Economic Evaluation of Highway Projects, document TEM/CO/TEC/4, Varsovie, décembre 1985
 - Prévisions de trafic dans les dix corridors de transport paneuropéens d'Helsinki, rapport final, NEA-INRETS-IWW, août 1999
 - Rapport final TINA, Vienne, octobre 1999
 - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, Washington, 1990
 - TEM Standards and Recommended Practice, document TEM/CO/TEC/51, juillet 1992 (en cours de révision)
 - Étude PHARE intitulée "Updating of Transport Unit Costs in Acceding Countries", Cowiconsult, Danemark, 1999.
-

Annexe 2

RENSEIGNEMENTS REÇUS DE LA HONGRIE

OBSERVATIONS DE LA HONGRIE SUR LES INVESTISSEMENTS ROUTIERS

L'expérience de l'approche progressive a été très négative, marquée par de nombreux accidents graves. L'opinion publique et la presse ont même parlé de "Route de la mort" à propos d'un tronçon de l'autoroute M1.

Les coûts des travaux de mise aux normes représentaient presque la moitié des coûts totaux de l'autoroute.

Un autre exemple de construction progressive a trait à la portion méridionale de la rocade autoroutière MO autour de Budapest, dont la chaussée unique comprend 2x2 voies. Cette autoroute enregistre également des accidents fréquents et graves. Aussi les deux doubles voies ont-elles été séparées par des barrières de type "New Jersey" sur les tronçons continus.

En cas d'adoption d'une approche progressive et en raison de l'accroissement des risques d'accident, tout le matériel nécessaire à l'ingénierie de la circulation doit satisfaire à des normes maximales et la signalisation ainsi que le marquage doivent être réalisés avec le plus grand soin.

Coût unitaire net des investissements routiers en Hongrie

(Millions de Ft par km – Millions d'euros par km)

Aux prix de janvier 2000

| TYPE DE ROUTE | PORTION RURALE | | | PORTION URBAINE | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Plaine | Terrain vallonné | Montagne | Plaine | Terrain vallonné | Montagne |
| Autoroute (2x2 voies) | 1 400 5,41 | 1 700 6,56 | 1 900 7,34 | - | - | - |
| Voie express (2x2 voies) | 750 2,89 | 1 020 3,94 | 1 200 4,63 | 1 100 4,24 | 1 450 5,60 | 1 700 6,56 |
| Route principale de première catégorie (largeur totale du profil en travers : 23 m) | 500 1,93 | 650 2,51 | 780 3,01 | 700 2,70 | 900 3,47 | 1 100 4,25 |
| (largeur totale du profil en travers : 17,5 m) | 410 1,58 | 530 2,05 | 630 2,43 | 580 2,24 | 750 2,90 | 870 3,36 |
| (largeur totale du profil en travers : 12 m) | 320 1,24 | 410 1,58 | 480 1,85 | 450 1,74 | 570 2,20 | 670 2,59 |
| Route principale de deuxième catégorie (largeur totale du profil en travers : 11 m) | 240 0,93 | 300 1,16 | 350 1,35 | 300 1,16 | 380 1,47 | 460 1,78 |
| Route de raccordement (largeur totale du profil en travers : 9,5 m) | 140 0,54 | 190 0,73 | 230 0,88 | 180 0,69 | 260 1,00 | 310 1,19 |
| Route secondaire (2x1 voie) | 90 0,35 | 130 0,50 | 160 0,61 | 120 0,46 | 160 0,62 | 220 0,84 |
| Piste cyclable (largeur totale du profil en travers : 4 m) | 40 0,15 | 60 0,23 | 70 0,27 | 60 0,23 | 80 0,31 | 90 0,35 |

Coût unitaire net des investissements ferroviaires en Hongrie
(Millions de Ft – Millions d'euros)
(Aux prix de mars 2000)

| Désignation | Unité | Prix unitaire | | Y compris les coûts des câbles électriques des ouvrages et du matériel de sécurité | |
|---|-------|---------------|-------------|--|-------------|
| Renouvellement des voies : rails sans soudure de 54 kg/m, 50 cm de fondation, 20 cm de sol amélioré, "terfil" Renouvellement à l'aide de chaînes; traverses en béton, attaches élastiques - section trapézoïdale, distance entre les traverses : 60 cm - section en caisson : - " - | km | 123,4 | 0,48 | 197,4 | 0,76 |
| | | 107,9 | 0,42 | 172,6 | 0,67 |
| | | | | | |
| Construction de voies nouvelles : rails de 54 kg/m Construction à l'aide d'une chaîne; sans soudure, 50 cm de ballast, distance entre les traverses : 60 cm, 20 cm de sol amélioré + "terfil", section trapézoïdale | km | 108,2 | 0,42 | 173,1 | 0,67 |
| Construction de voies nouvelles : rails de 64 kg/m Construction à l'aide d'une chaîne; sans soudure, 50 cm de ballast, distance entre les traverses : 60 cm, 20 cm de sol amélioré + "terfil", section trapézoïdale | km | 114,5 | 0,44 | 183,2 | 0,71 |
| Remplacement des commutateurs sur la voie Remplacement des commutateurs "48.XI" sur les traverses en béton sur 20 cm de sol amélioré Remplacement des commutateurs "38.XIII" sur les traverses en bois sur 20 cm de sol amélioré | quai | 13,7 | 0,05 | - | |
| | | 10,3 | 0,04 | - | |

Ces dernières années, la Hongrie n'a construit que 19 km de voies ferrées nouvelles vers la Slovénie (Zalalövõ-Bajánsenye/Hodos). La vitesse d'exploitation sur cette voie sans soudure est de 120 km/h pour les locomotives diesel. Le tiers de la voie traverse des ponts ou des tunnels en raison du caractère vallonné du terrain.

Le coût unitaire de cette voie est de 1 milliard 158 millions de Ft/km, soit 4 470 000 euros par km.

Ce coût comprend les dépenses afférentes à l'expropriation des terrains aux fins de la construction de la voie.
