

# **QUELLE PLACE POUR UNE RECHERCHE NATIONALE : D'UNE SCIENCE UNIVERSELLE A DES PRATIQUES TECHNIQUES LOCALES EN MATIERE D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES**

J. ROUDIER

Directeur Général du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - PARIS

[dq.resp@lcpc.fr](mailto:dq.resp@lcpc.fr)

## **RÉSUMÉ**

La recherche dans le domaine des infrastructures routières fait aujourd'hui coexister des projets largement internationaux et des actions scientifiques et techniques spécifiquement nationales.

Les infrastructures routières présentent des caractéristiques fortement dépendantes de leur lieu d'implantation. Elles sont, par ailleurs, marquées par leur longue durée de vie, leur caractère public et l'importance des éléments de sécurité. Dans ce contexte, les techniques routières associent des connaissances partagées et des pratiques locales, en relation étroite avec les éléments de leur site d'implantation. Il existe donc durablement un besoin de recherche nationale, prenant en compte les particularités à cette échelle géographique, et associant à la recherche des actions soutenues de diffusion et de valorisation de la recherche vers des actions opérationnelles innovantes.

Dès lors, il ne s'agit pas d'opposer recherches menées sur une base nationale et recherches menées sur une base internationale, alors qu'elles sont complémentaires. L'important est que les organismes de recherche routière fonctionnent largement en réseau, permettant la diffusion la plus étendue des connaissances établies par les différents organismes de recherche et la synergie des compétences, chacun s'impliquant dans des actions coopératives au niveau international en même temps qu'il développe des activités purement nationales, ayant une composante de diffusion dans son pays importante.

Il convient également de souligner l'importance de tous les outils qui favorisent la diffusion des connaissances et la mobilité des chercheurs.

## **DE QUELLE RECHERCHE S'AGIT-IL ?**

Il est de tradition de distinguer, de façon sans doute exagérément contrastée, « recherche fondamentale », créatrice de connaissances, sans aucune préoccupation de leurs éventuelles retombées sur les activités économiques et la vie de la société et « recherche technologique », ou plus exactement « recherche et développement technologiques » qui vont jusqu'à la production d'outils, de méthodes ou d'objets opérationnels.

La première est évidemment caractérisée par son universalité et sa libre diffusion, dès lors que sa validation passe par la confrontation à l'examen critique de la communauté scientifique dans son ensemble. La seconde, du fait qu'elle peut déboucher sur le champ concurrentiel, a vocation à produire des outils diversifiés, au champ d'application limité, et donc des pratiques différentes, adaptées à certains besoins spécifiques.

Une activité de recherche n'a de sens que si elle est associée à la vie d'une communauté scientifique. Quels que soient les domaines ou les disciplines, cette communauté associe à la fois une dimension universelle, reflet de l'unicité de la science, et une dimension locale, régionale ou nationale, car il faut bien localiser les équipes de recherche dans leur travail quotidien. L'existence de communautés scientifiques nationales est donc largement répandue, d'autant que le financement de la recherche comporte en règle générale une composante de financement public national substantielle.

La recherche sur les infrastructures routières présente-t-elle vraiment des singularités par rapport à la recherche en d'autres disciplines et sur d'autres domaines ? La réponse est probablement négative.

En revanche, s'agissant de recherche technologique, ce sont les particularités des objets sur lesquels porte la recherche qui engendrent d'éventuelles particularités dans l'organisation de la recherche elle-même.

Si la science est unique, les techniques peuvent être diverses et concurrentes et le génie civil, avec la place prise par les techniques locales, en est une bonne illustration. Le rôle et l'organisation de la recherche et de l'innovation dans le domaine des infrastructures routières doivent donc être regardés par rapport à cette réalité.

## **LES PARTICULARITES DES OUVRAGES ROUTIERS**

Avant d'analyser la place et les formes de la recherche et de l'innovation technologiques dans le secteur du génie civil, il n'est pas inutile de rappeler quelques éléments caractéristiques qui ont une importance forte sur la recherche dans ce secteur.

Il convient d'abord de rappeler que chaque ouvrage de génie civil constitue un exemplaire unique : par ses caractéristiques propres, comme par l'endroit où il est situé et l'environnement dans lequel il s'insère, il diffère d'un autre ouvrage, fut-il de même nature. La variabilité des constituants naturels qui s'y incorporent (granulats par exemple) ou sur lesquels il repose (sols et sous-sols) est en effet extrêmement grande.

La nécessité de prendre en considération les éléments naturels locaux ne peut que se renforcer à l'avenir, avec une approche de la construction et de la maintenance des réseaux routiers qui prenne en compte les approches liées au concept de développement durable et qui soient donc économes des ressources non renouvelables. A ce titre, l'utilisation des matériaux naturels disponibles sur le site de réalisation d'une infrastructure nouvelle, avec des apports ou des mises en dépôt si possibles nulles, le recyclage des matériaux précédents, dans le cas d'entretien lourd ou de renforcement, sont de plus en plus de règle.

Les ouvrages de génie civil sont également des ouvrages caractérisés par une longue durée de vie, même s'ils sont susceptibles de profonds remaniements lorsqu'ils sont encore utilisés plusieurs centaines d'années après leur inauguration, comme pour quelques ponts urbains. En tout cas, la durée de vie attendue d'une chaussée se chiffre en plusieurs années pour la couche de roulement, une vingtaine d'année pour les couches de forme, et la durée de vie demandée pour les derniers grands ponts construits dépasse la centaine d'année. Les problèmes d'évolution dans le temps des matériaux et des structures, les problèmes de durabilité, les questions de diagnostic d'état des ouvrages existant sont donc des problèmes centraux dans le secteur routier, sur des échelles de

temps très largement supérieures à celles communément abordées dans la plupart des secteurs industriels. Pour autant, ces problèmes ne sont pas les plus faciles à tester en laboratoire, tant il est vrai que le temps n'est pas la dimension sur laquelle les facteurs d'échelle sont les plus faciles à appliquer.

Enfin, s'agissant, dans de nombreux cas, d'ouvrages publics, c'est-à-dire d'accès ouvert au public et appartenant, le plus souvent, à des maîtres d'ouvrages publics, ils font l'objet de prescriptions de sécurité particulièrement élevées, et qui ne font que se renforcer avec le temps.

Ainsi les ouvrages routiers sont à chaque fois des exemplaires uniques, des prototypes, en quelque sorte. C'est du reste bien comme cela que les maîtres d'ouvrages, comme leurs maîtres d'oeuvre ou les entreprises, les considèrent quand ils les réalisent. Nous sommes donc loin des secteurs industriels plus traditionnels, dans lesquels l'innovation passe la mise au point d'un prototype, point de départ d'une série de réalisation à un nombre d'exemplaires variable, de quelques dizaines d'unités à quelques millions selon les secteurs.

## **LES ELEMENTS DE DIFFERENCES ENTRE LES PAYS**

Les raisons objectives qui conduisent à ce que les ouvrages routiers diffèrent d'un pays à l'autre sont nombreuses.

La première raison de cette situation réside d'abord dans les différences existant dans les matériaux naturels et les sols rencontrés d'un pays à l'autre : la géologie influence directement la conception et le dimensionnement des ouvrages; elle joue indirectement par les matériaux disponibles, tant il est vrai que les importants tonnages de granulats ou de sols à mettre en œuvre ne s'accommodent que de distances de transports réduites. Le projeteur routier est donc, dans tous les cas, amené à traiter avec ce que la nature place sur son chantier et à une distance pas trop élevée.

Outre les différences existant dans les matériaux disponibles, les techniques utilisées tiennent aussi compte des trafics rencontrés et surtout des conditions climatiques dans lesquelles les ouvrages routiers, et en premier lieu les chaussées, sont placés. A cet égard les conditions de chaleur en été comme les conditions de gel en hiver constituent des éléments dimensionnants des structures de chaussées.

Le fait que la maîtrise d'ouvrage des ouvrages routiers soit majoritairement exercée par des entités publiques, Etat central ou collectivités territoriales, a également été, durant longtemps, un puissant facteur pour que la pratique technique soit déterminée dans un cadre prioritairement national.

Dans ce contexte, les ouvrages routiers ne sont pas des objets d'exportation, et leurs éléments constitutifs le sont rarement, les grands tonnages concernées, pour des valeurs unitaires relativement faibles rendant rapidement le coût de transport prohibitif par rapport aux produits d'origine locale, à la seule exception de quelques composants spécifiques (adjuvants, liants modifiés, matériels de précontrainte, appareils d'appui...).

Il en résulte que ce qui doit être comparé et échangé concerne plus les méthodes de conception, de dimensionnement et de réalisation des ouvrages routiers que les ouvrages eux-mêmes. Ce sont en effet bien les méthodes et les procédés, qui s'exportent et

s'échangent entre pays, jamais les ouvrages et rarement leurs composants, pour un nombre très restreints d'entre eux.

## **LES DIFFICULTES DU PASSAGE DE LA RECHERCHE A L'INNOVATION**

La recherche technologique trouve son véritable sens et sa véritable efficacité lorsqu'elle débouche sur des applications opérationnelles, dans la façon de concevoir, construire, exploiter et maintenir les réseaux routiers.

A l'inverse, les caractéristiques des réseaux routiers, alliant notamment longue durée de vie et caractère public, font que l'innovation en génie civil, tout en étant continue, est à la fois lente et très progressive, avec un caractère incrémental marqué et des ruptures technologiques rares et difficiles. La prudence naturelle des donneurs d'ordre publics fait également qu'ils sont réticents à prendre le risque de solutions techniques non éprouvées.

Dès lors, l'innovation en génie civil, qui reste l'objectif final de la recherche technologique menée dans le secteur, au-delà de la seule création de connaissances, implique que la recherche dépasse essais de laboratoire, modélisation, mathématique ou physique, et essais de terrain pour atteindre l'expérimentation en vraie grandeur, sous forme d'un premier chantier ou d'un premier ouvrage qui donne lieu à un suivi attentif et serve ainsi de référence ultérieure. Au-delà du financement du suivi proprement dit, une des questions sensibles dans ce type de procédure est évidemment de savoir qui assume le risque de l'innovation, entre le maître de l'ouvrage et l'entreprise, risque qui peut aller jusqu'à la nécessité de reconstruire intégralement l'ouvrage dans un délai très rapide après sa mise en service.

Ce type de procédure a assez largement fonctionné en France durant les vingt dernières années, sous forme de « charte innovation », permettant, sur la base de procédure de marché de gré à gré, de réaliser des portions de chaussées ou des ouvrages de franchissement mettant en oeuvre de nouveaux procédés et de nouveaux matériaux proposés par les entreprises, avec un suivi scientifique et technique élaboré et un bilan au terme d'une période pertinente par rapport à la nature de l'innovation.

Mais le chantier; même expérimental, conduisant en fait à la réalisation d'un ouvrage réel, il est apparu que les errements antérieurs étaient juridiquement fragiles au regard des règles de la concurrence, ce qui a conduit la Direction générale des routes française à mettre en place une procédure rénovée d'innovation. Cette dernière est basée sur la sélection de procédés innovants, au terme d'un appel à propositions largement ouvert sur des axes d'innovation identifiés par le Directeur général des routes, à partir de l'appréciation de ses besoins. Ces procédés innovants sont ensuite intégrés par les maîtres d'ouvrage, de l'Etat comme des collectivités locales, si elles le souhaitent, dans les procédures de passation des marchés qu'ils mettent en oeuvre pour la réalisation des travaux dont ils ont la charge. La mise en oeuvre de cette nouvelle procédure vient de franchir la première étape d'identification des procédés innovants retenus.

Dans tous les cas, les raisons objectives rappelées ci-dessus qui conduisent à des difficultés pour l'innovation dans notre secteur rendent encore plus nécessaire l'effort des organismes et des équipes de recherche, d'abord pour pousser leurs travaux de recherche suffisamment loin dans les différentes étapes du développement en direction de la phase opérationnelle, ensuite pour diffuser et faire connaître leurs résultats.

## **LE PARTAGE DES RESULTATS DE LA RECHERCHE**

Le fait que la technique routière soit largement nationale a évidemment conduit à ce que l'organisation de la recherche routière le soit également. L'analyse des ressources financières des principaux laboratoires publics spécialisés, regroupés au sein du FEHRL, montre que leurs ressources proviennent, globalement, à plus de 90% du niveau national, qu'il s'agisse de ressources récurrentes sur le budget de l'Etat, qu'il s'agisse de financements publics de recherche sur projets, qu'il s'agisse de financement par le secteur des entreprises.

Dès lors, la première étape dans le partage entre les pays de la technique et donc, en amont, de la recherche, est celle d'une large diffusion des résultats obtenus par une politique simultanée de publication et d'organisation de conférences scientifiques et techniques. De nombreuses manifestations existent aujourd'hui, peut-être même trop, qu'elles soient disciplinaires, sectorielles ou globales.

Le Congrès mondial de la route, tous les quatre ans, est sans doute le plus ancien, avec son expérience centenaire. La conférence Transport Research Area (TRA), qui se crée en Europe et va tenir sa deuxième session à Ljubljana en 2008 participe de cette même démarche d'échanges entre décideurs, entrepreneurs et chercheurs.

Dans les deux cas, le fait que la conférence sache associer les différentes parties prenantes aux résultats de la recherche et les chercheurs eux-mêmes est un important facteur de succès dans la dissémination des résultats de la recherche.

## **VERS UN ESPACE EUROPEEN DE LA RECHERCHE**

Il existe aujourd'hui de nombreux dispositifs destinés à renforcer la coopération entre organismes de recherche européens, dont certains également ouverts à des intervenants n'appartenant pas à l'espace européen.

### **Le PCRD**

L'existence d'un programme de recherche européen qui inclut dans ses préoccupations le secteur des transports, et notamment des transports routiers, y compris dans sa dimension infrastructure, a multiplié, dès 1995, les opportunités pour les organismes de recherche routière européens, de s'impliquer dans des projets communs de recherche. L'évolution s'est du reste faite progressivement, en passant du 5ème au 6ème puis au 7<sup>ème</sup> PCRD, dans le sens d'un développement privilégiant les outils facilitant la mise en réseau des laboratoires de recherche, par rapport aux actions de recherche proprement dites. Il s'est également fait dans le sens d'une intégration du secteur routier dans des préoccupations plus globales, en réponse aux attentes de la société, qu'il s'agisse de la sécurité routière, des transports dans leur ensemble, de l'environnement, de l'énergie, du développement durable, de la compétitivité industrielle ou de la société de la communication et de l'information.

Le mérite du PCRD est notamment d'allier émulation, avec ses procédures d'appel à propositions, et association, par la constitution de consortiums multinationaux associant organismes de recherche et industriels. On peut cependant se demander si la diffusion des résultats obtenus dans les projets de recherche atteint l'ampleur qu'ils mériteraient, étant rappelé que diffusion et valorisation demandent du temps et des moyens qui ne

rentrent pas nécessairement dans l'enveloppe du projet lui-même.

Il est également important de noter que le financement de recherche sur projet n'est pas le seul mécanisme mis en place par l'Europe pour favoriser la constitution d'un espace européen de la recherche. Le développement des coopérations scientifiques entre organismes de recherche est aussi largement renforcé par tous les outils de mises en réseau des organismes de recherche, par exemple avec les Réseaux d'excellence du 6<sup>ème</sup> PCRD, ou les dispositifs d'aide aux échanges de chercheurs, que constituent, par exemple, les bourses Marie Curie.

### Le FEHRL

Pour mieux répondre aux attentes dans leurs domaines de compétence, les laboratoires de recherche sur les infrastructures routières des différents pays européens se sont dotés d'une instance de coopération, le Forum des laboratoires de recherche routière européens, ou FEHRL. Il regroupe aujourd'hui vingt neuf laboratoires nationaux issus de la quasi-totalité des pays de l'Union Européenne et des pays associés (Suisse, Norvège, Islande). Fondé en 1989, il a conduit, dans un premier temps, à une meilleure connaissance mutuelle des équipes de recherche, et au développement de projets de recherche communs, notamment au travers des PCRD réussis.

Il représente aujourd'hui la première force de recherche routière en Europe, en regroupant plusieurs milliers de chercheurs. En lien avec les différentes directions générales de la Commission européenne et les différentes associations liées au transport routier impliquant les différentes parties prenantes du secteur (associations professionnelles, plates-formes technologiques comme la Plateforme européenne de la construction ECTP,...), il mène un travail de promotion de la recherche routière dans les programmes européens, cherchant à faire émerger un véritable programme stratégique de recherche dans ce domaine. Dans un contexte pas toujours a priori très favorable à la route, il a permis à ses membres de rester dans la course pour le 6<sup>o</sup> PCRD et de consolider les ouvertures par le nouveau programme-cadre devrait offrir davantage de.

Le FEHRL sert également, pour ses membres, de cénacle d'élaboration des projets de recherche, en réponse aux appels d'offre du PCRD. Enfin, dans une fonction dite « d'ombrelle », le FEHRL, comme partenaire dans certains projets, sert de fédérateur, et porte la participation de plusieurs de ses membres, permettant ainsi aux laboratoires de surface plus modeste d'être également impliqués dans les projets européens.

J'ajoute que le FEHRL, dans le cadre de la diffusion des résultats des projets de recherche européens fait en particulier bénéficier tous ses membres des avancées obtenues, même pour ceux qui ne sont pas directement impliqués dans les projets.

### La CEDR

Le regroupement des acteurs européens de la recherche pour une approche concertée, notamment par référence à l'action de la Commission européenne, n'est pas seulement le fait des laboratoires. Il est intéressant de souligner que les 15 Directeurs des routes, lorsqu'ils ont établi le programme de leur association, la Conférence européenne des directeurs des routes (CEDR), ont tenu à y faire figurer un volet recherche, illustrant ainsi la place de la recherche dans les préoccupations des responsables de politiques publiques nationales dans le secteur routier.

## Les réseaux européens : ERA-NET Road

L'Union européenne souhaite inciter les équipes de recherche à travailler ensemble ; mais elle pousse tout autant les administrations à articuler leurs programmes de travail, en vue de lancer des appels d'offres transnationaux, dans une perspective de rationalisation et de réduction des duplications. C'est ainsi qu'elle a lancé les programmes « ERA-Net » (European Research Area Net), dont l'objectif est précisément de dégager des priorités communes et de conduire des appels d'offre expérimentaux. Un « ERA-Net Road » est en cours, regroupant une douzaine d'administrations routières; il devrait donner ses premiers fruits en 2008.

## Les autres coopérations bilatérales au niveau européen, comme DEUFRAKO

Ces projets de l'institution européenne ne doivent pas faire oublier les nécessaires coopérations bilatérales, comme, par exemple, le programme DEUFRAKO, entre la France et l'Allemagne, qui est resté actif dans le domaine des transports. D'autres cadres analogues existent certainement avec d'autres pays. Néanmoins, le souhait de participer à tout prix à des projets européens, pour des raisons qui tiennent autant à la reconnaissance internationale et aux critères nationaux d'évaluation de la performance qu'à l'intérêt financier immédiat tend à faire passer au second plan des coopérations bilatérales plus discrètes, mais aussi durables et tout aussi fructueuses. C'est un point sur lequel nous devons porter notre attention.

## **VERS UN ESPACE EUROPEEN DES TECHNIQUES DE LA CONSTRUCTION : LE ROLE DE LA NORMALISATION EUROPEENNE**

Parallèlement à cette mise en relation des activités de recherche routière, l'évolution des techniques de construction routière en Europe est évidemment influencée par le développement de la normalisation européenne.

La normalisation a porté en particulier sur les produits mis en œuvre, notamment en application de la Directive sur les produits de la construction, qui englobe dans son champ la construction routière. Les normes élaborées à cette occasion concernent à la fois la caractérisation des matériaux et les essais permettant leur mesure.

Les Eurocodes conduisent également à une harmonisation des méthodes de dimensionnement des ouvrages. Si des progrès très importants ont été accomplis, on peut néanmoins considéré que ce qui vient d'être bâti constitue une première étape et qu'une nouvelle génération de normes, qui simplifierait le dispositif en allant plus loin dans l'harmonisation est d'ores et déjà à envisager. Elle passe sans aucun doute par un travail scientifique et technique prénormatif, qui manque aujourd'hui d'un cadre qui le favorise.

## **LA COOPERATION NON EUROPEENNE DANS LE DOMAINE DE LA RECHERCHE**

Il est clair que la coopération en matière de recherche et de technique n'a pas commencé par l'espace européen mais que ses premiers éléments structurants ont eu une ambition plus large

## COST

Le programme de Coopération scientifique et technique COST constitue un autre lieu d'élaboration partagée, de rapports faisant le point sur l'état de l'art et les avancées de la recherche sur un sujet donné. Les sujets traités, qui embrassent l'ensemble des problématiques transport, et pas seulement le transport routier, qui allient sciences mécaniques et physiques et sciences humaines et sociales, contribuent à répandre les résultats de la recherche vers un public internationale vaste.

## OCDE-CEMT

L'OCDE a, de longue date, développé, dans le cadre de ses activités sur les transports, un Comité de recherche routière, qui a mené des travaux de recherche importants, permettant à la fois un partage des résultats mais aussi la réalisation de programmes d'expérimentation lourds. Les évolutions récentes ont conduit à un regroupement des activités de recherche de l'OCDE avec celles de la Conférence européenne des Ministres des transports (CEMT) au sein d'un Centre commun de recherches sur les transports (JTTC Joint transport research center). Cette évolution permet d'élargir les approches abordées tout en conservant l'association de pays d'Amérique, d'Asie et d'Océanie, qui donnent une vision plus large et plus mondiale des travaux de recherche, des problématiques de transport et des solutions mises en œuvre.

## AIPCR

L'Association mondiale de la route, en tenant le congrès de son centenaire, bénéficie, incontestablement de l'antériorité, en tant que lieu d'échange et de partage sur les problématiques mais aussi sur les solutions développées à travers le monde dans le domaine routier. Les comités qu'elle met en place entre les congrès, s'ils ne sont pas à proprement parler des lieux de production conjointe de travaux de recherche, sont des lieux évidents de partage des résultats de la recherche, de partage d'expériences, de pratiques et d'innovations. Leurs productions sont le reflet de l'état de l'art à un instant donné. L'AIPCR permet aussi une diffusion vers l'ensemble des pays du monde, et particulier vers ceux qui ont moins développé les fonctions de recherche. Je forme le vœu qu'à la suite de ce congrès, les questions de formation, initiale et permanent, et de recherche, soient davantage prises en considération dans les orientations stratégiques de l'association.

## **LES PERSPECTIVES A MOYEN TERME**

Il convient d'abord de souligner l'importance réaffirmée, pour le monde de la recherche d'être à l'écoute des attentes de la société, ou plus exactement à l'écoute des attentes des différentes composantes de la société. Cette attente sociétale est plus complexe, plus diverse, mettant en jeu des approches plus pluridisciplinaires, au sens scientifique du terme, et plus plurisectorielles, au sens du système de transport.

Ecouter les attentes ne suffit pas, pour autant et le monde de la recherche se doit d'y apporter des réponses qui soient compréhensibles et utilisables pour résoudre des problèmes rencontrés. D'où l'importance d'échanges organisés et structurés entre les chercheurs et les utilisateurs de résultats de la recherche.

En matière d'infrastructures routières, il y a des raisons objectives pour qu'un cadre local



reste durablement pertinent, car ces infrastructures sont, par nature, attachées à un territoire.

Dès lors, la mise en réseaux des organismes de recherche, pour permettre coopérations et synergies, va se poursuivre, chacun de ses organismes intégrant dans son programme des activités menées en coopération internationale, sur des périmètres à géométrie variable selon les projets de recherche, et des activités menées au plan national, dont une partie est en particulier plus tournée vers l'adaptation au contexte et aux utilisateurs nationaux, des résultats de la recherche.

Cette mise en réseau doit être largement facilitée par le renforcement des outils propres à favoriser la mobilité des chercheurs, pour des périodes allant de quelques jours à deux ou trois années, pour un projet de recherche complet.