

un métro pour villes millionnaires

JACQUES DESCHAMPS*

Le développement rapide de vastes aires métropolitaines est un phénomène mondial. La croissance démographique, le développement des industries et des « services » provoquent une concentration urbaine qui pourrait concerner 80 % de la population en l'an 2000. Il risque d'en résulter une dégradation des conditions de vie, par le recul de la nature et l'apparition de multiples « nuisances » dont les conséquences psychologiques et sociales sont déjà apparentes. Si le phénomène général paraît irréversible, on peut penser que certains palliatifs à cette dégradation ne soient pas hors de portée de notre action et, qu'en particulier, le rejet en sous-sol d'une partie des activités fonctionnelles puisse protéger l'environnement général. Qu'il s'agisse de transports de toutes natures ou de stockages divers, une diminution importante des nuisances, ainsi qu'une certaine libération du sol, résulteraient évidemment d'un plus large recours aux solutions souterraines.

Des activités plus nobles (industrielles, commerciales ou culturelles) pourraient également être établies en sous-sol. L'évolution des idées dans cette direction se traduit d'ailleurs déjà dans les faits.

Bien que la construction des excavations souterraines soit encore aujourd'hui lente, onéreuse et difficilement compatible avec le maintien des autres activités de la Cité, la demande correspondante croît rapidement.

Pour ne prendre que l'exemple des transports en commun souterrains de Paris, l'accélération des réalisations est nette : si 23 réseaux de transport « métropolitains » (***) furent mis en service de 1863 à 1939, 8 l'ont été de

1940 à 1959 et 10 de 1960 à 1969, tandis que 5 sont en construction et que des compléments, souvent très importants, sont régulièrement apportés aux réseaux en service.

En fait, toutes les villes dont la population excède un certain seuil (de l'ordre du million* d'habitants) étudient leur « métro ». Les réalisations suivront rapidement. Il est en effet escompté que la demande en transport urbain pourrait être multipliée par 5 à 10 d'ici à 2020, par le doublement de la population urbaine, l'augmentation de 50 à 100 % des distances urbaines, l'accroissement de 20 à 30 % des loisirs et la multiplication par 3 à 6 du pouvoir d'achat.

Les planificateurs américains estiment que la demande en constructions souterraines pour tous usages, aux U.S.A., serait majorée de 50 % pour la décennie 1980-1989 par rapport à la décennie précédente, et, dans une étude récente d'un département ministériel, il est admis que les tunnels exécutés dans les vingt-cinq prochaines années seront équivalents à tout ce qui a été antérieurement construit.

Il est donc d'une importance majeure d'améliorer la technologie des travaux souterrains puisque leur coût, leur durée et leurs conditions d'exécution sont encore un frein à leur nécessaire développement pour l'urbanisme.

La technologie des travaux souterrains

Au niveau d'un maître d'ouvrage, dans le cadre de ses activités normales de chantier, les progrès ne peuvent être que le fruit d'une lente et prudente expérimentation.

L'exécution d'excavations importantes dans un site urbain dense implique nécessairement de considérables précautions pour réduire les aléas et éviter les accidents. Et les enseignements ne peuvent être tirés et exploités qu'après une expérimentation en vraie grandeur à l'échelle et à la cadence des chantiers.

Il serait cependant faux d'en déduire que des améliorations substantielles ne puissent résulter de cette méthode pragmatique. L'exemple des travaux du Réseau Express Régional de Paris est, à cet égard, particulièrement significatif. La Régie autonome des transports parisiens et ses entreprises y ont été confrontées avec des problèmes difficiles d'une dimension nouvelle, pour lesquels l'expérience antérieure était indispensable, mais devait être dépassée par une véritable mutation des méthodes et des moyens.

Sans entrer dans les détails de la technologie, on peut rappeler que ces chantiers ont été l'occasion de la mise au point de procédés nouveaux, dont certains retiennent l'attention et l'intérêt des spécialistes étrangers.

On peut ainsi citer :

- l'association d'un bouclier à air comprimé avec une machine à forer de grand diamètre pour exécuter, à partir d'une seule attaque, un souterrain circulaire de plus de 10 m de diamètre et de 2 750 m de longueur ;
- l'emploi généralisé de produits nouveaux d'injection permettant de travailler dans des conditions hydrogéologiques, inacceptables dans l'état antérieur de la technique ;

* Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Directeur des Travaux Neufs de la RATP.

(**) Le métro est un transport collectif par trains à traction électrique, à 95 % souterrain.

- l'utilisation d'un procédé original pour la construction de stations de grande ouverture pouvant atteindre 25 m ; ce procédé consiste à exécuter la voûte de la station par arcs successifs en béton armé composés de voussoirs préfabriqués articulés entre eux, chaque arc étant mis en compression par l'action de vérins plats dans le voussoir de clef ;
- l'emploi d'étaisements « actifs » et l'utilisation de divers procédés de recompression permettant de travailler sans dommage au voisinage ou en tréfonds d'immeubles ;
- la modernisation profonde des méthodes traditionnelles, qui conservent toute leur valeur, mais deviennent plus souples et plus économiques.

Il est essentiel de noter que toute l'expérience acquise et les progrès enregistrés sont le fruit d'une activité de chantier importante et continue. En ce domaine, où l'effet d'échelle est majeur et où beaucoup de spéculations théoriques séduisantes résistent mal aux contraintes de chantier, le progrès ne peut résulter que de l'action et il est vain de l'escompter dans le cadre d'opérations dispersées et de faible importance.

Echanges internationaux d'expériences

Un second facteur de progrès se situe bien entendu au niveau des échanges possibles entre les maîtres d'ouvrages les plus qualifiés, mais il est moins évident que le fonctionnement actuel de ces échanges permette d'en tirer le meilleur profit. Les visites réciproques, les nombreux congrès des associations internationales ou des sociétés savantes en fournissent certes le cadre et l'occasion, mais on peut constater une viscosité certaine dans la transmission des informations, qui permettrait cependant des progrès rapides. Il n'est pas normal, à la réflexion, qu'il soit encore très facile de placer tel ou tel pays à la pointe de telle ou telle technique et qu'une

méthode courante ici, soit jugée là, délicate et onéreuse.

La concertation est certainement plus aisée et fructueuse entre des hommes déjà réunis par une communion de pensée, de langue, de méthodes et de problèmes. Un bon exemple d'une telle concertation est donné par les travaux menés aux U.S.A. par le Committee of Rapid Excavation.

C'est en décembre 1966 qu'un contrat de recherches fut passé entre la National Academy of Sciences et divers départements ministériels ou agences officielles des U.S.A. Pendant seize mois, sept groupes de travail rassemblant ingénieurs, spécialistes et universitaires, ont examiné les améliorations susceptibles de faire progresser les techniques de construction des tunnels et spécialement de favoriser l'accélération des réalisations et la diminution des coûts. Les travaux de ces groupes ont été ensuite coordonnés dans le rapport définitif du Committee of Rapid Excavation, qui est riche d'enseignements.

Des voies à expérimenter

Nous ne pouvons qu'approuver sans réserve une telle orientation. A quelques rares exceptions près, les progrès récents dans la technologie des travaux souterrains résultent d'une expérimentation directement associée à la conduite des chantiers. Les recherches ne peuvent être alors que lentes, limitées et assez marginales de conception. Il n'est pas, en effet, raisonnable d'attendre d'un maître d'ouvrage, responsable du délai, du coût et de la sécurité de ses opérations, qu'il soutienne des expérimentations très novatrices, voire révolutionnaires.

Les voies à explorer sont cependant nombreuses. On peut citer à titre d'exemples :

- l'accélération des reconnaissances géologiques par les techniques de forage rapide et d'inspection directe des sondages évitant le prélèvement des carottes ;
- la généralisation des procédés d'excavation continue se substituant

au travail discontinu et cyclique usuel ;

- la mise au point de techniques nouvelles de désagrégation des roches par traitements chimiques, thermiques, jets de plasma, ultrasons, énergie nucléaire, etc. ;
- l'allègement des soutènements provisoires et des revêtements définitifs, souvent surdimensionnés, par l'utilisation de supports flexibles favorisant la création d'effets de voûte dans les terrains encaissants ;
- l'amélioration de la productivité des matériels mis en œuvre par une meilleure adaptation aux divers terrains et, également, par une certaine standardisation des dimensions des excavations souterraines facilitant le réemploi.

Tout en considérant donc l'expérimentation de chantier comme fondamentalement utile, nous pensons qu'une politique spécifique de recherche-développement, nécessairement dégagée des contraintes courantes, est seule susceptible d'engendrer des progrès décisifs.

L'OCDE

Dans le même ordre d'idées, il convient de souligner une récente initiative de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économique) qui a organisé en juin 1970 à Washington une Conférence Consultative sur la construction des tunnels pour faire le point de la technologie et de l'état d'avancement de la recherche et du développement en matière de construction d'excavations souterraines, définir les améliorations les plus urgentes et conseiller les gouvernements des états membres sur les objectifs prioritaires d'une action concertée de recherche-développement.

Le support de la conférence était une vaste enquête qui sera exploitée en six rapports généraux.

Le nombre et l'importance des pays participant à cette conférence garantissent l'intérêt des conclusions dégagées.

J.D.