

# l'urbanisme souterrain

Edouard Utudjian \*

Les besoins d'exploitation, de circulation et de protection ont été les principaux facteurs de la conquête du sous-sol et du terrage humain. La congestion de la circulation automobile, l'encombrement de nos cités et la rareté des terrains disponibles au centre des villes ont incité les urbanistes à exploiter la troisième dimension, jusqu'alors mal utilisée, le sous-sol urbain.

Une nouvelle science est donc née : l'urbanisme souterrain. Il ne s'agit nullement d'enterrer l'Habitat humain, mais seulement certains locaux et organes de circulation qui encombrant le sol de leur masse inerte tels que les dépôts, entrepôts frigorifiques, les salles de spectacles et d'exposition, les marchés, les grands magasins, les gares, les autogares, les parkings et garages qui peuvent être sans inconvénient établis en sous-sol dégageant d'autant la surface, ainsi que les chemins de fer métropolitains, les autoroutes pour véhicules qui peuvent être creusés en tunnels. Mais cette prise de position du sous-sol urbain doit se faire selon les principes d'une organisation rigoureuse, à l'aide de plans préétablis, si nous voulons éviter le chaos que nous déplorons à la surface des villes. Cette nouvelle discipline, l'urbanisme souterrain, a été créée à PARIS en 1933, par un groupe de 500 Techniciens, le G.E.C.U.S. (Groupement d'Etudes et de Coordination de l'Urbanisme Souterrain) qui publie depuis cette date une revue spécialisée « Le monde souterrain » (Travaux souterrains) qui est également l'organe du C.P.I.T.U.S. (Comité Permanent International des Techniciens et de l'Urbanisme Souterrains). Les techniques modernes d'éclairage, de conditionnement de l'air et du creusement des galeries et les progrès accomplis dans ce domaine permettent les réalisations les plus audacieuses et contribuent à l'aménagement du sous-sol des villes sur une vaste échelle.

Dans les agglomérations existantes qui possèdent un riche passé historique comme Paris, l'urbanisme souterrain apporte un remède efficace. En effet, il permet d'une part l'enterrement des fonctions inertes qui encombrant le sol comme les parcs de stationnement, les dépôts, entrepôts, gares, etc., et le che-

minement en sous-sol de voies ferrées ainsi que des voies et passages pour les véhicules automobiles. Cela évite les opérations chirurgicales au niveau du sol ainsi que les expropriations massives qui sont toujours plus onéreuses que les travaux souterrains.

Le percement de tunnels routiers à double file dans chaque sens que nous avons eu à étudier à la demande de la ville de Paris, coûtait environ huit milliards le kilomètre, alors que les seules expropriations en surface dépassaient quinze milliards le kilomètre en 1958, et ceci sans porter préjudice aux sites consacrés, puisque la meilleure sauvegarde des monuments du passé passe par l'enterrement des organes de circulation.

LE CORBUSIER fut parmi les architectes modernes l'un des premiers à utiliser la troisième dimension d'abord pour une meilleure utilisation spatiale de l'architecture et plus tard pour résoudre des problèmes d'évacuation des foules de ses gratte-ciel aux heures de pointe. Il fut l'un des premiers à encourager l'organisation spatiale souterraine dont il pressentait le développement.

Dès lors, l'Urbanisme paysagiste avait vécu, la notion d'utilisation optimale de l'espace dans les trois dimensions s'imposait.

## L'attitude américaine

Paradoxalement, c'est aux Etats-Unis que l'on rencontra le plus de scepticisme quant à l'utilisation du sous-sol.

La plupart des grands gratte-ciel de notoriété mondiale ne comportent que 2 à 3 étages souterrains pour les services généraux de chauffage d'évacuation des déchets de l'édifice et pour quelques garages. Le Centre Rockefeller de New York constitue une exception avec ses six étages souterrains.

Aujourd'hui on n'ouvre guère de nouveaux chantiers sans utiliser 6 à 8 étages souterrains, par l'exécution de vastes excavations grâce à la technique relativement récente des parois moulées et des tirants, rendus possibles par la consolidation préalable des sols ; les urbanistes ont de plus en plus recours à l'uti-

\* Secrétaire Général du G.E.C.U.S. - Groupement d'Etudes et de Coordination de l'Urbanisme Souterrain.

lisation de cette troisième dimension en matière d'organisation urbaine. Alors que le développement en élévation des édifices est limité par des règlements en vue de la protection de l'espace aérien des cités, l'urbanisme souterrain offre des possibilités de développement considérables, non seulement susceptibles d'augmenter la densité urbaine sans dommage pour son équilibre, mais aussi permettant de revaloriser le sol urbain. En enfouissant au sous-sol tous les organes annexes d'une cité, tels que les parkings, les voies de circulation ferroviaire et automobile, les archives, les salles d'exposition, de réunion et de spectacle, ainsi que tous les services qui ont déjà recours à l'aération, au conditionnement de l'air et à l'éclairage artificiel, tels que les grands magasins, les complexes urbains souterrains commerciaux, les dépôts et entrepôts, etc., il est possible de dégager le sol, d'augmenter les espaces verts dans les cités et de préserver le patrimoine artistique. Ainsi, les grandes circulations à travers la cité, devenues souterraines, ne constituent plus un obstacle à la conservation des monuments du passé.

### Avantages et contraintes

Les avantages sont nombreux, aussi bien pour l'établissement des réseaux de circulation souterraine, que pour la circulation de grands complexes commerciaux reliés aux parkings : possibilité d'exécution immédiate, d'utilisation d'un sous-sol disponible, absence d'expropriation onéreuse, préservation des monuments historiques.

Par contre, il existe aussi diverses contraintes : nécessité de la ventilation artificielle, celle de l'éclairage, existence de nombreux réseaux enchevêtrés, parfois sans ordre ni discipline, difficultés de liaison avec la surface encombrée, et établissement laborieux des accès.

### Exemples français et étrangers

Pour ne citer que quelques exemples, indiquons les considérables travaux souterrains à Paris, l'aménagement du quartier de la Défense, le Complexe Maine Montparnasse, le complexe souterrain des Halles, les parkings souterrains...

Aux Etats-Unis, le Rockefeller Center, le complexe des gares de Central Station et de Pennsylvania Station, le World Trade Center à New York qui comporte de nombreux étages souterrains, surmonté des deux bâtiments les plus hauts du monde, enfin, à Philadelphie, l'organisation souterraine de la ville qui constitue un exemple, les réalisations souterraines de Chicago et de Detroit, et bientôt les grands travaux de Washington et de Pittsburg. Au Canada, Montréal, qui a donné un exemple brillant par la réalisation de la Ville Marie, qui s'étend maintenant à d'autres quartiers dont les souterrains seront en relation avec le centre de la ville. De même les pays nordiques comme la Suède et la Norvège, n'ont pas hésité à percer le granit pour doter les villes d'un équipement souterrain sans précédent.

Ces complexes souterrains sont nés aux points de rupture de charge des grandes circulations ferroviaires, routières (par-

kings) et piétonnières (passage à certaines heures de populations très denses) et permettent l'épanouissement du commerce.

Les villes de Tokyo et d'Osaka ont été des exemples d'urbanisme sauvage sans plans préétablis, ni une réglementation efficace de l'espace. Mais les Japonais ont vite fait de s'apercevoir de cette lacune et ont organisé en sous-sol des cités aux tracés grandioses. L'ordonnement, la discipline, l'harmonie des volumes sont ici respectés, l'environnement est traité avec art, le Japon se rattrape de ses erreurs de surface par un urbanisme sous terre qui, bientôt, servira d'exemple.

L'avenir est à l'urbanisme souterrain. Le volume des travaux exécutés dans la capitale française dépasse actuellement celui des constructions de surface et on songe à l'établissement de véritables réseaux d'autoroutes souterraines à faible, moyenne et grande profondeur, seuls susceptibles de résoudre le problème des voies radiales, dont Paris a un besoin urgent.

### Pourquoi un urbanisme souterrain ?

On ne saurait préconiser l'utilisation du sous-sol urbain comme une panacée universelle. Examinons les divers cas où un pareil choix s'impose : - villes existantes historiques, sites : l'existence d'un site classé ou non et de nombreux vestiges historiques rendent le bouleversement de surface indésirable, les meilleures solutions et certainement les plus économiques seront des solutions souterraines ;

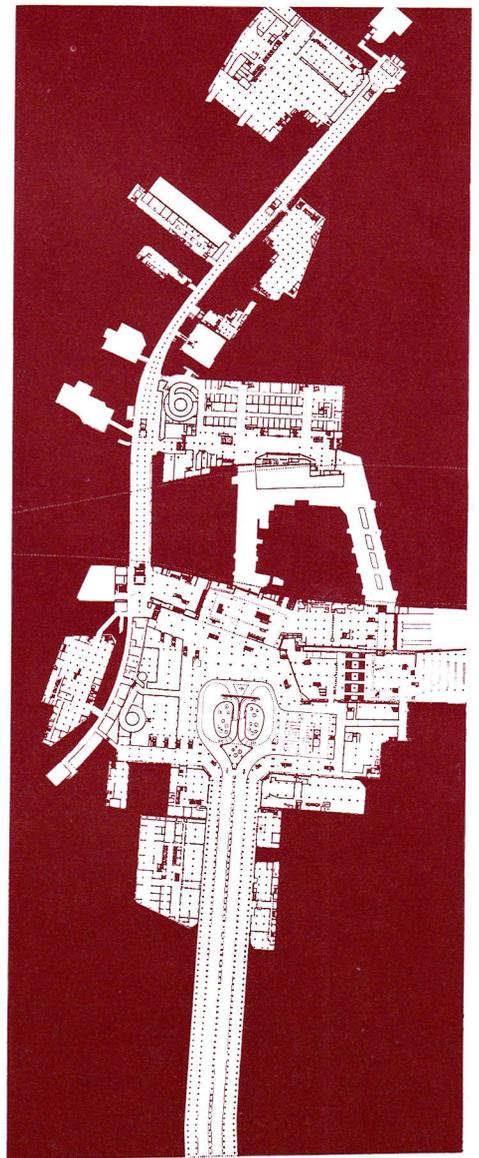
- villes existantes sans caractère historique : la solution souterraine ne s'impose que si elle est économiquement rentable pour éviter, par exemple, de déplacer un ouvrage existant ;

- villes nouvelles : au début, on a péremptoirement écarté les solutions souterraines, mais on s'est vite aperçu que diverses fonctions s'adaptent mieux au site en sous-sol (CERGY, groupe commercial à proximité de la préfecture). D'autre part, les Commissions de Recherche de la D.G.R.S.T. dans le cadre des villes expérimentales ont reconnu la nécessité de la séparation des trafics piétonniers et des véhicules en les plaçant sur deux niveaux superposés, ce qui facilite également la collecte des déchets, l'établissement des canalisations urbaines par la création de gaines et galeries techniques, et constitue une lutte efficace contre les nuisances (pollution atmosphérique, bruit, etc.) ;

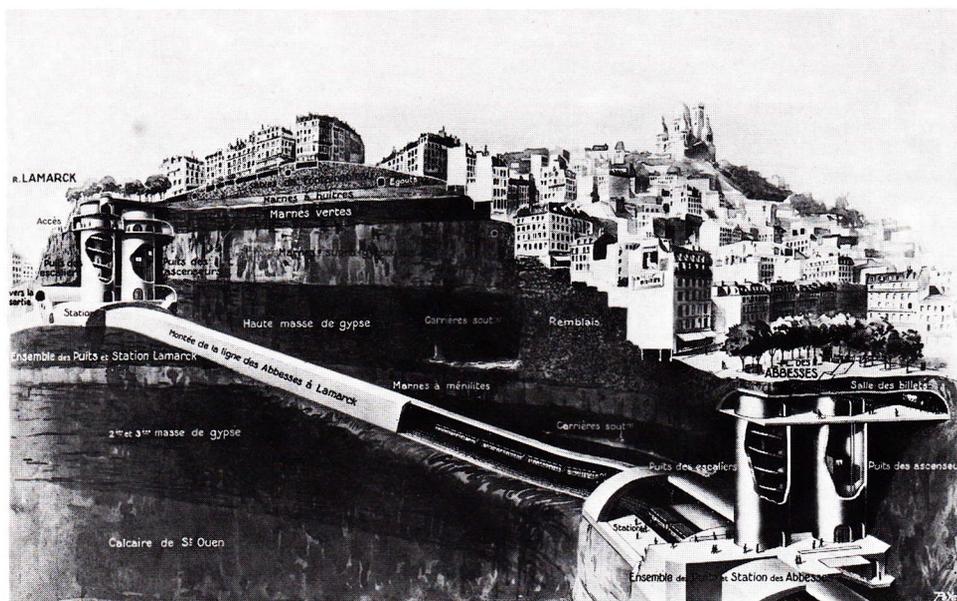
- villes tropicales : les écarts considérables de température imposent des solutions souterraines économiques, constructions par éléments préfabriqués enfouis dans les sables. L'Iran a déjà donné des exemples d'habitat souterrain ventilés par des « Barguir » ;

- villes arctiques : la plupart des installations dans les pays arctiques et en haute montagne sont désormais soit creusées dans le roc, soit enfouies sous les glaces (observatoires Russes et Américains dans l'Arctique).

Les écarts de température varient de 0° à - 60° centigrades et justifient le terrage des installations qui résistent mieux aux vents arctiques violents.



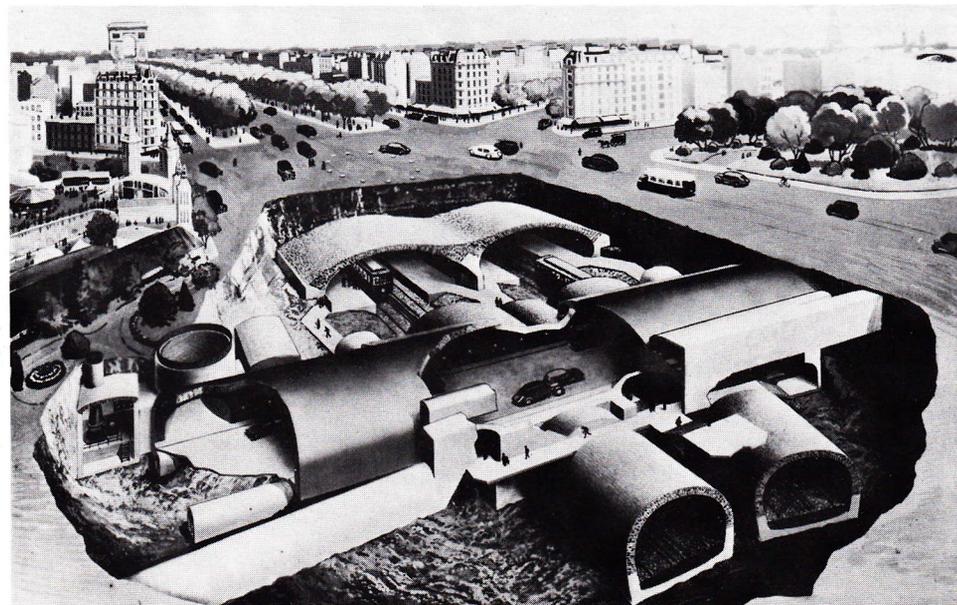
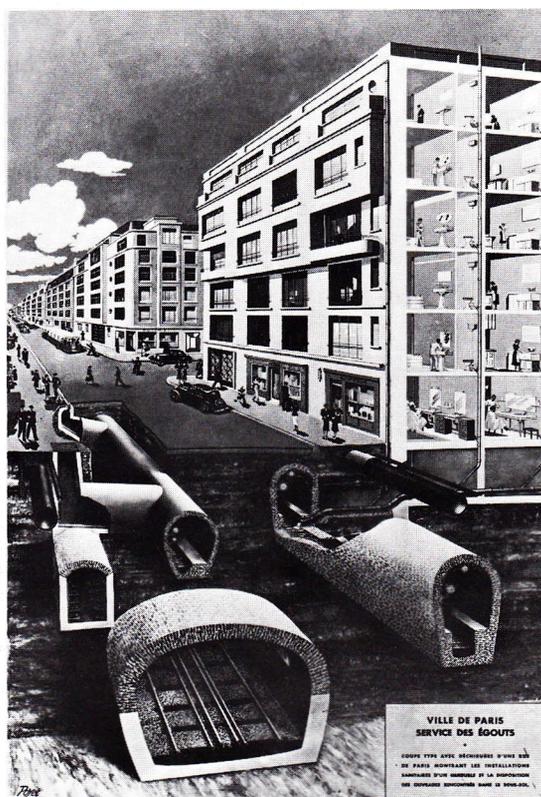
A Tokyo, le complexe souterrain de Shinjuku : 3 gares ferroviaires, 50 lignes d'autobus ; des parkings, un centre d'affaires représentant 300 000 emplois et le plus grand magasin de Tokyo (au total 96 hectares).



*Perspective de la colline de Montmartre : le métro et les carrières de gypse.*

*18 sortes de canalisations sous les rues de Paris.*

*Complexe souterrain de la Porte Maillot (1928) ; passages souterrains et usine de ventilation.*



### Principes d'établissement

Ne pas considérer l'étude du sous-sol après l'établissement des immeubles en élévation, mais mener une étude d'ensemble dès le début. Trois méthodes étaient employées à ce jour pour établir le complexe souterrain :

- Etablissement d'un soubassement en béton armé dans la hauteur du sous-sol que l'on surmonte d'une structure en béton armé ou en acier.
- Après avoir établi les immeubles sur fondation normale, on se préoccupe du remplissage du sous-sol au droit des espaces entourant les immeubles.
- Etablissement des galeries voûtées sur lesquelles, ou autour desquelles, prennent appui les structures en élévation.

Ces trois notions ont vécu. On considère maintenant les avantages offerts par l'établissement d'une vaste excavation (dont l'exécution peut se faire de haut en bas ou de bas en haut selon la nature géologique du sol et le système de construction adopté).

Ensuite on établit une seule structure partant du niveau le plus bas du sous-sol et servant de support aux immeubles en élévation ainsi qu'aux espaces libres du rez-de-chaussée, les problèmes du maintien des parois étant posés avec acuité (pieux sécants, parois moulées, etc.).

Eviter l'erreur commise dans certains complexes d'établir d'abord les immeubles et d'utiliser à posteriori l'espace intercalaire pour les locaux souterrains. Cela a été le cas de Rockefeller Center à New York et de la Défense à Paris. Dans ce dernier cas, les cotes adoptées entre immeubles (multiples parfois de 13,50 m) rendaient irrationnel l'établissement de parkings en sous-sol, dont les normes rationnelles auraient été de 15,50 m.

### Des complexes souterrains

L'occupation du sous-sol urbain ne s'est pas limitée aux fonctions de circulation. Déjà avant guerre, on a cru bien faire d'adjoindre aux circulations souterraines des galeries marchandes à Paris (au Palais-Royal, à Franklin Roosevelt par exemple, et la Gare Saint-Lazare en hypogée), mais ces exemples ne constituent pas des complexes urbains souterrains.

Ce qui est nouveau, c'est l'apparition dans les villes américaines, canadiennes, suédoises et japonaises de véritables nœuds de circulation groupant, pour faciliter l'accès et le passage d'un moyen de transport à l'autre, des circulations ferroviaires, routières et pour piétons, des terminus de lignes d'autobus, et créant ainsi des courants de circulation favorables au commerce.

Un autre élément nouveau a été la réalisation de parkings souterrains. Il est bien certain que la rentabilité d'un parking souterrain augmente lorsqu'on lui adjoint des parties commerciales et lorsque l'ensemble ainsi constitué est relié à des circulations, au métro et au chemin de fer par exemple. Par ailleurs, les conditions de stationnement sont particulièrement difficiles au voisinage d'un nœud de communication et bien souvent l'établissement d'un parking souterrain à proximité s'impose.

Ainsi chaque fonction en appelle une autre et si la rentabilité d'un ouvrage isolé est douteuse, elle devient certaine dans le cadre d'un complexe souterrain. En outre, dans ces complexes souterrains qui se développent autour des nœuds de circulation, il sera souvent souhaitable d'installer, en raison des facilités exceptionnelles d'accès et de stationnement des voitures, des salles de réunions ou de spectacle, des bibliothèques, des restaurants des centres de congrès ou d'expositions, ou des grands magasins qui, par ailleurs, peuvent se passer aisément de l'éclairage et de la ventilation naturels.

On est ainsi passé de la notion de volume souterrain des circulations à celle de complexe souterrain aux éléments variés. Il s'agit d'ordonner, dans un ensemble cohérent et dont le bon fonctionnement sera la première qualité tout ce qui était déjà en sous-sol et tout ce qui peut sans dommage quitter la surface :

- circulation et parcs de stationnements ;
- galeries techniques, eau, gaz, électricité, égouts ;
- chauffage urbain, téléphone, pneumatiques, air comprimé ;
- archives, dépôts de toutes sortes ;
- bars, restaurants ;
- galeries marchandes, grands magasins ;
- salles de réunion, spectacles, centres de congrès ;
- piscine, gymnase ;
- bibliothèques, musées ;
- salles d'exposition ;
- équipements sociaux, certains services d'Etat...

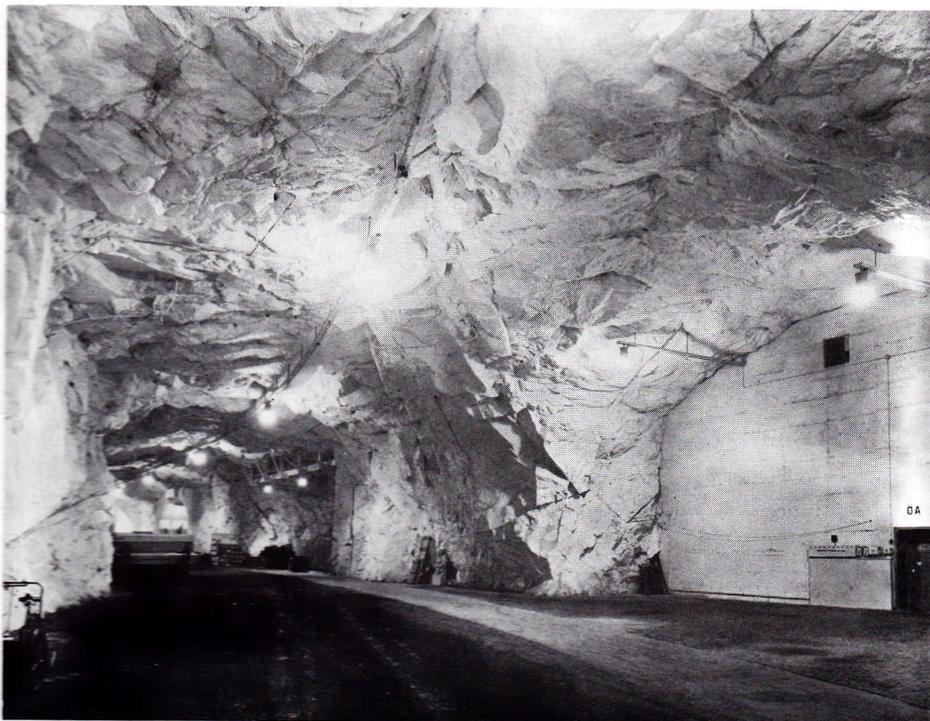
### Les limites d'enfouissement

Il y a pourtant des limites à cet enfouissement. On peut dire que les unes sont d'ordre technique (prix de revient et d'exploitation des constructions en sous-sol, géologie plus ou moins favorable, présence de nappe phréatique, etc.) ; les autres d'ordres physiologiques et psychologiques.

Les premières sont évidentes. Les secondes demandent une analyse plus subtile pour déterminer les causes des préjugés de la plupart des individus contre le souterrain. C'est ainsi qu'on fera disparaître la sensation de claustrophobie et la crainte du manque d'air ou de lumière par la qualité du conditionnement et de l'éclairage. On veillera autant que possible à ce que chacun puisse s'orienter facilement dans ce monde sans horizon et s'y déplacer sans effort. Des problèmes esthétiques se posent ; on les a vu résolus avec succès dans certaines réalisations. Il importe de souligner qu'ils peuvent l'être avec beaucoup de liberté puisque le complexe souterrain ne peut être vu de loin... De ce fait, la perspective n'a pas à s'intégrer dans le site urbain d'une ville. Cette liberté sera mise à profit pour produire, grâce aux structures porteuses, soit une impression de force, soit au contraire de légèreté. L'utilisation rationnelle du sous-sol libère la surface qui est enfin rendue aux piétons.

E.U.

*Accès à une usine souterraine fonctionnant actuellement en Suède.*



### LE GECUS

Association française créée en 1933, qui compte environ 400 membres : architectes, urbanistes, bureaux d'études, entreprises de travaux publics, intéressés par les problèmes que pose l'urbanisme souterrain. Elle publie, depuis cette date, une revue spécialisée « Le Monde souterrain ». C'est également l'organe du C.P.I.T.U.S. (Comité Permanent Interna-

tional des Techniques de l'Urbanisme souterrain) qui regroupe plus de 40 pays. Elle organise tous les cinq ans un congrès mondial : le prochain aura lieu à Milan au printemps 1975. Diverses sections d'études s'attachent à des problèmes spécifiques touchant l'urbanisme souterrain.

Adresse : 94, rue Saint-Lazare, 75009 Paris.

Pages 34 et 35  
*L'embouchure de la Loire :  
 traitement par équidensités colorées  
 des vues du satellite ERTS  
 (Earth Resources Technology Satellite  
 U.S.A., sept. 1972).  
 Institut Géographique National -  
 Service de Télédétection -  
 en collaboration avec la NASA.*