



HAL
open science

L.A.S.C.A.R. (Logiciel d'Aide au Suivi des Coûts d'Aménagement des Rues) : méthode d'analyse fonctionnelle des dépendes de voirie

Bruno Faivre d'Arcier

► **To cite this version:**

Bruno Faivre d'Arcier. L.A.S.C.A.R. (Logiciel d'Aide au Suivi des Coûts d'Aménagement des Rues) : méthode d'analyse fonctionnelle des dépendes de voirie. 1990. halshs-00631356

HAL Id: halshs-00631356

<https://shs.hal.science/halshs-00631356>

Submitted on 12 Oct 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Institut National de Recherche
sur les Transports et leur Sécurité**

INRETS

**Laboratoire d'Economie des Transports
Unité mixte de Recherche du CNRS n° 20**

LET

L.A.S.C.A.R.

Logiciel d'Aide au Suivi des Coûts d'Aménagement des Rues

**METHODE D'ANALYSE FONCTIONNELLE
DES DEPENSES DE VOIRIE**

Avril 1990

**LET - MRASH
14 Avenue Berthelot
69363 - Lyon Cedex 07
Tél : 72 72 64 03**

AVANT-PROPOS

Ce rapport présente la méthode d'analyse fonctionnelle des dépenses de voirie, mise en oeuvre dans le logiciel LASCAR. Il constitue le premier tome du manuel d'utilisation, les autres étant consacrés à la mise en oeuvre du Module d'Analyse des Coûts, de la Base de Données Travaux, de la Base de données Rues et du module d'interrogation et de visualisation cartographique EDIPLAN.

La première partie de ce rapport expose les principes généraux de la méthode. Pour connaître précisément les coûts des travaux, pour comprendre et expliquer la nature et l'évolution des dépenses, il importe de décomposer chaque chantier en "Opérations Elémentaires" homogènes. Cette partie présente les principes de la méthode et la définition des différents éléments nécessaires au repérage et à la caractérisation des Opérations Elémentaires.

La seconde partie expose les conditions de mise en oeuvre concrète de la méthode, et les différentes étapes dans le cadre de l'utilisation de LASCAR :

- 1) Repérage des emprises, décomposition en tronçons et en noeuds
- 2) Découpage en Opérations Elémentaires
- 3) Repérage des tâches unitaires de travaux
- 4) Caractérisation des aménagements : finalités, mesures et modes

L'application de cette méthode constitue la phase préalable à l'utilisation du "Module d'Analyse des Coûts", qui permettra la saisie des données détaillées de chaque Opération Elémentaire. Du respect de cette procédure dépendront la fiabilité des informations sur les coûts (estimatif, structure) et la pertinence des données de synthèse qui seront produites à partir de la "Base de Données Travaux".

PREMIERE PARTIE : LES PRINCIPES DE LA METHODE D'ANALYSE FONCTIONNELLE

Quel est l'intérêt d'une méthode d'analyse des dépenses de voirie, tel est l'objectif de cette première partie. En effet, comme toute méthode analytique, elle oblige à un travail préliminaire de décomposition du chantier en éléments simples, dont on puisse clairement identifier les caractéristiques et le coût. Cela conduit bien sûr à compliquer les procédures d'estimation des coûts d'un chantier, et cette lourdeur peut être perçue comme un handicap. Aussi est-il important d'expliquer pourquoi il est nécessaire de faire ce travail d'analyse.

Il faut pour cela dépasser le niveau de l'engagement budgétaire, de la passation des marchés ou du suivi de l'exécution des travaux, pour situer chaque chantier dans le cadre plus général d'une politique de la voirie : l'évolution des budgets municipaux, le vieillissement des infrastructures vont rendre la gestion de ce secteur de plus en plus délicate et il devient indispensable de mieux prévoir pour pouvoir mieux planifier. Cette prévision passe par une connaissance approfondie de la nature des dépenses, c'est-à-dire aussi bien la structure des coûts que le pourquoi des travaux.

Mais pour disposer de données fiables, il faut les repérer précisément, savoir les imputer correctement, définir des ratios pour mieux chiffrer les dépenses à venir et mieux gérer le patrimoine que constituent les infrastructures urbaines. Tel est l'objectif de la méthode proposée dans le cadre du logiciel LASCAR.

1.1 La nécessité d'outils d'aide à la gestion des dépenses de voirie

Depuis une dizaine d'années, la part des dépenses consacrées au secteur de la voirie par les communes de plus de 10 000 habitants, semble se stabiliser : elle représente en moyenne près de 20 % de l'investissement et 17,5 % du fonctionnement¹. La crise des finances communales traduit en fait une baisse en volume de ces dépenses, que les responsables locaux de la voirie perçoivent très directement dans la négociation des budgets avec les élus concernés.

Cependant, une évolution récente semble de nature à relancer ces dépenses au cours de la prochaine décennie. En effet, si la croissance urbaine s'est ralentie, au profit des communes périurbaines, l'état général des réseaux de voirie traduit un vieillissement problématique, que l'on peut attribuer à plusieurs facteurs :

- citons en premier lieu bien sûr, l'âge des voies : les chaussées les plus récentes ont été réalisées souvent dans les années 60, lors de la poussée urbaine sous forme de grandes opérations d'urbanisme (ZUP, ZAC,...). Vingt ans sont passés et leur entretien devient un problème actuel,
- dans le même ordre d'idées, les réseaux techniques souterrains de distribution - RTS - comme l'assainissement ou l'eau sont eux aussi très anciens :

¹ KUPER, L., Les communes et la crise, IAURIF, Paris, Octobre 1985, 44p.

un groupe de travail de l'OCDE sur l'état des infrastructures urbaines a récemment souligné leur vétusté en Europe et tente d'avertir les responsables locaux sur l'urgence d'une politique de remise en état des RTS dont l'âge moyen est bien supérieur à 50 ans... On perçoit déjà la multiplicité des interventions d'urgence sur les réseaux dans les secteurs les plus anciens des villes, phénomène qui induit une fragilisation des chaussées, souvent aggravée par les conditions climatiques (gel),

- par ailleurs, le trafic urbain a cru considérablement, avec une importance particulière du trafic lourd (PL et bus) dont on connaît encore très mal l'impact sur des chaussées urbaines dont les structures sont très hétérogènes,
- enfin, la baisse des crédits dans les années 70 s'est souvent portée avant tout sur une réduction de l'entretien de la voirie : il suffit de voir l'état des chaussées urbaines pour se convaincre de la faiblesse des efforts dans ce domaine, au détriment de la qualité du service offert aux usagers.

Tous ces éléments traduisent un mauvais état du patrimoine viaire, ou tout au moins une faiblesse qui laisse présager des problèmes sérieux dans les années à venir. Il semble donc que la prochaine décennie verra se renforcer les dépenses de maintien en l'état des réseaux de voirie. Mais il faut ajouter à cela le souci d'améliorer l'environnement urbain, ce qui se traduit par une approche plus urbanistique de la voirie, qui n'est plus seulement une infrastructure de transport, mais surtout un **espace public urbain**, aux fonctions et aux usages multiples : le traitement paysager, l'importance des espaces verts, le développement du mobilier urbain, la qualité des matériaux traduisent ce souci des responsables locaux de traiter en détail ces espaces, même si cela induit des sur-coûts, sans que l'on sache bien les mesurer.

Dans un contexte de raréfaction des ressources locales, cette relance obligée des dépenses de voirie semble être un enjeu majeur, pour lequel il importe de mettre en oeuvre des méthodes efficaces, pour mieux planifier les dépenses et en limiter l'ampleur.

Le manque de maîtrise de l'évolution des dépenses tient à beaucoup de facteurs. Trop souvent, le coût final d'un aménagement de voirie est très largement supérieur aux estimations faites lors de l'engagement budgétaire : cette dérive n'est pas due seulement à la qualité des relations avec les entreprises, mais souvent à des travaux dits supplémentaires, dus à une méconnaissance du sous-sol des voies urbaines (dégradations des réseaux, structure hétérogène des chaussées,...). De même, l'on connaît mal la durée de vie des chaussées, leur fragilisation par des interventions parfois fréquentes sur les RTS.

Une gestion plus rigoureuse des budgets consacrés à la voirie suppose que l'on mette en place des outils de connaissance de l'état du patrimoine, de caractérisation de la politique de voirie mise en oeuvre, de mesure et de suivi des évolutions, afin d'affiner les politiques, d'être en mesure d'opérer les arbitrages nécessités par la faiblesse des crédits disponibles.

Une telle **gestion patrimoniale de la voirie** est nouvelle dans les villes, notamment pour les services chargés de l'exécution et du suivi des travaux, trop souvent totalement mobilisés par les contraintes de la gestion quotidienne des chantiers en cours. Mais elle nous semble être une condition indispensable, pour être en mesure d'expliquer aux élus locaux l'urgence des problèmes, de dépasser les interventions au jour le jour, d'être en mesure de justifier les choix prioritaires.

Certes, différentes méthodes peuvent permettre d'atteindre ces objectifs de rigueur, qu'elles soient techniques (diagnostics des chaussées, système expert pour l'entretien,...) ou informatives (banque de données sur le patrimoine viaire). Les aspects budgétaires n'en resteront pas moins importants, notamment dans les rapports avec les élus, et il importe de concevoir des outils d'aide à la gestion des dépenses de voirie, qui soient en mesure de fournir les éléments financiers nécessaires à la prévision et à la planification des travaux.

Pour obtenir des informations fiables et détaillées, il est nécessaire de définir des méthodes d'analyse fonctionnelle des aménagements, ce qui suppose de travailler à un niveau très fin, pour rendre compte de la diversité des objectifs.

1.2 Pourquoi une analyse fonctionnelle des travaux de voirie ?

La comptabilité publique n'est pas adaptée pour analyser ces évolutions ou répondre à de telles questions. Elle ne permet pas de connaître la nature des travaux et leurs objectifs. Le classement en dépenses de fonctionnement et en dépenses d'investissement est simpliste, car il ne permet pas réellement de rendre compte de la diversité des aménagements dans le domaine de la voirie. Même les chapitres budgétaires ne suffisent pas à clarifier une telle situation quand on sait que quelques fois, pour des raisons diverses, des sommes enregistrées dans tel poste de dépenses sont consacrées à une toute autre dépense, sans toutefois que cette pratique soit irrégulière. Enfin, la seule connaissance des flux financiers ne peut suffire à apprécier les politiques en matière de voirie : il faut pour cela être en mesure de **caractériser les aménagements réalisés**, c'est-à-dire de préciser le pourquoi et le comment des travaux entrepris.

En règle générale, les services chargés de la voirie tiennent des comptabilités simples destinées à la vérification du respect des enveloppes et au suivi de l'engagement des dépenses. Quelques expériences de comptabilité analytique ont été entreprises, notamment sur les dépenses de fonctionnement, beaucoup ont été abandonnées du fait de leur lourdeur, mais aussi du fossé séparant les techniciens chargés des travaux et les responsables des finances, la logique de ces derniers primant au détriment de la recherche d'une vision explicative des charges liées à la voirie.

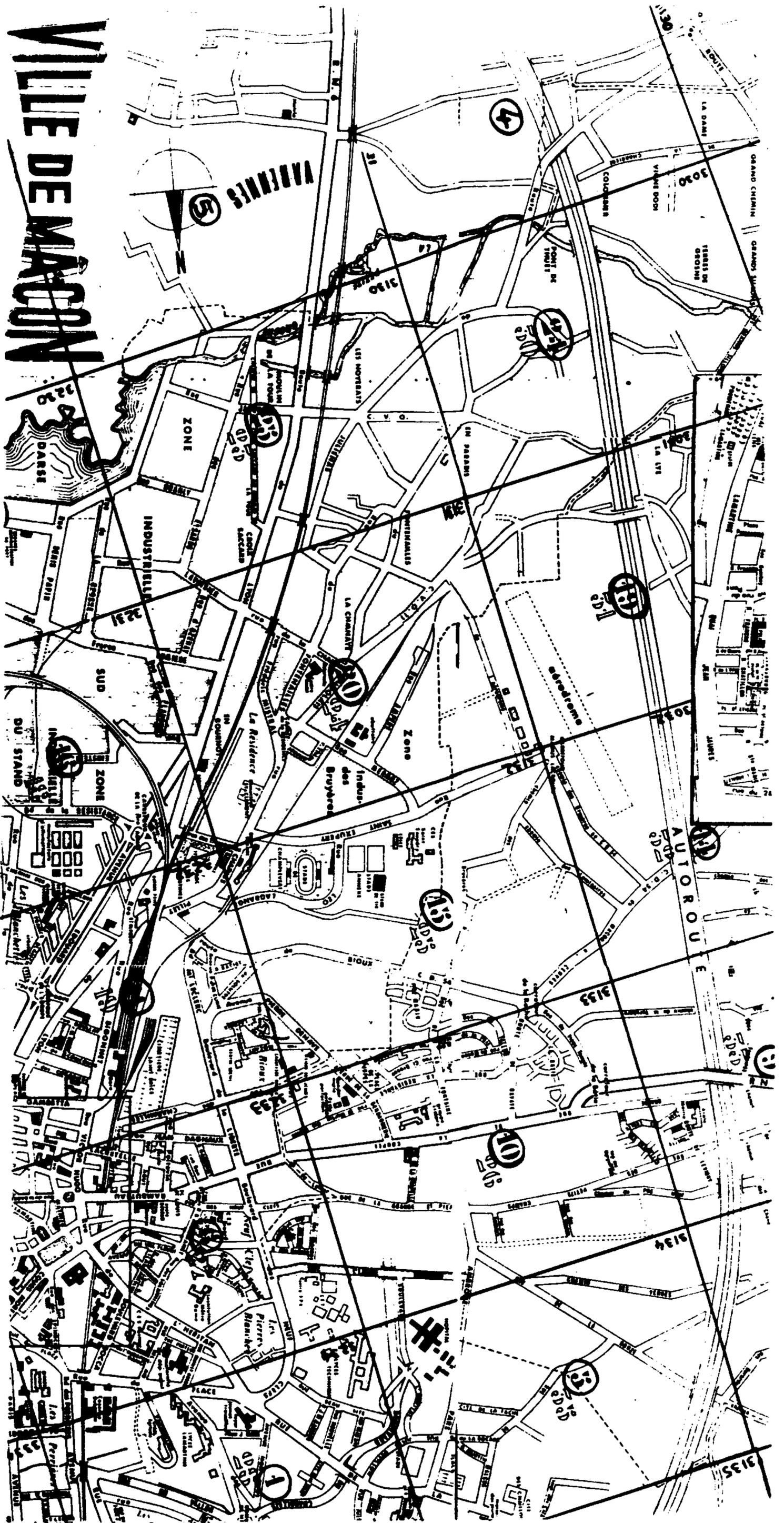
L'analyse fonctionnelle se veut une approche résolument orientée vers la connaissance précise des dépenses de voirie, en cherchant non seulement à connaître les coûts, mais aussi à caractériser les efforts entrepris et à en expliquer les évolutions prévisibles.

La méthode proposée dans le cadre du système LASCAR ne cherche pas à se substituer au cadre comptable en vigueur (type M 12) ; elle est un complément orienté vers la réponse à ces diverses interrogations, en proposant un outil pour améliorer l'efficacité des services sur les plans de la connaissance des coûts, du suivi budgétaire et de l'évaluation de la politique mise en oeuvre.

LASCAR se propose de répondre à des questions aussi diverses que :

- Pourquoi tel chantier a-t-il un coût plus élevé que tel autre ?
- Quel est le coût au m² de la réfection d'une chaussée de tel type ?
- Quel est le montant des dépenses engagées dans tel secteur pour telle année ?
- Combien coûte l'entretien de la voirie ?
- Quel est le budget consacré aux espaces verts ?
- Quel effort a été consenti pour les piétons, pour les transports collectifs ?
- Quelle part du budget est consacrée à l'amélioration de la sécurité ?
- Peut-on évaluer le coût du maintien en l'état de la voirie, les dépenses futures ?

VILLE DE MACHON



Graphique N°1. Découpage du territoire communal en "coupures" RGU (extrait)

Ces informations, souvent réclamée par les élus, sont rarement disponibles ou nécessitent un lourd travail de recherche dans les dossiers des chantiers ; elles sont parfois perdues ou d'une fiabilité douteuse, car chaque chantier a ses spécificités et les comparaisons sont hasardeuses. En fait, pour les obtenir, il faut y avoir pensé dès le début, il faut que l'on soit sûr de la façon dont on les a imputé, il faut qu'elles soient rapidement accessibles.

La constitution d'une base de données localisées sur les chantiers est nécessaire, mais pas suffisante : l'objectif de la méthode décrite dans ce rapport est de définir des règles pour l'imputation des dépenses en fonction d'un certain nombre de critères, afin que les données deviennent comparables.

La démarche privilégie l'aspect gestion du patrimoine viaire : si l'on s'intéresse à la structure des flux de dépenses, c'est dans l'optique de connaître l'état des stocks, par un recensement précis de leur évolution.

Encore faut-il pour cela être en mesure de décrire les éléments constitutifs des stocks (comment définir la voirie, quels sont ses éléments de base) et la nature des modifications que l'on entreprend (quelle est la nature des aménagements, pour qui, comment ?).

1.3 La voirie, espace public urbain

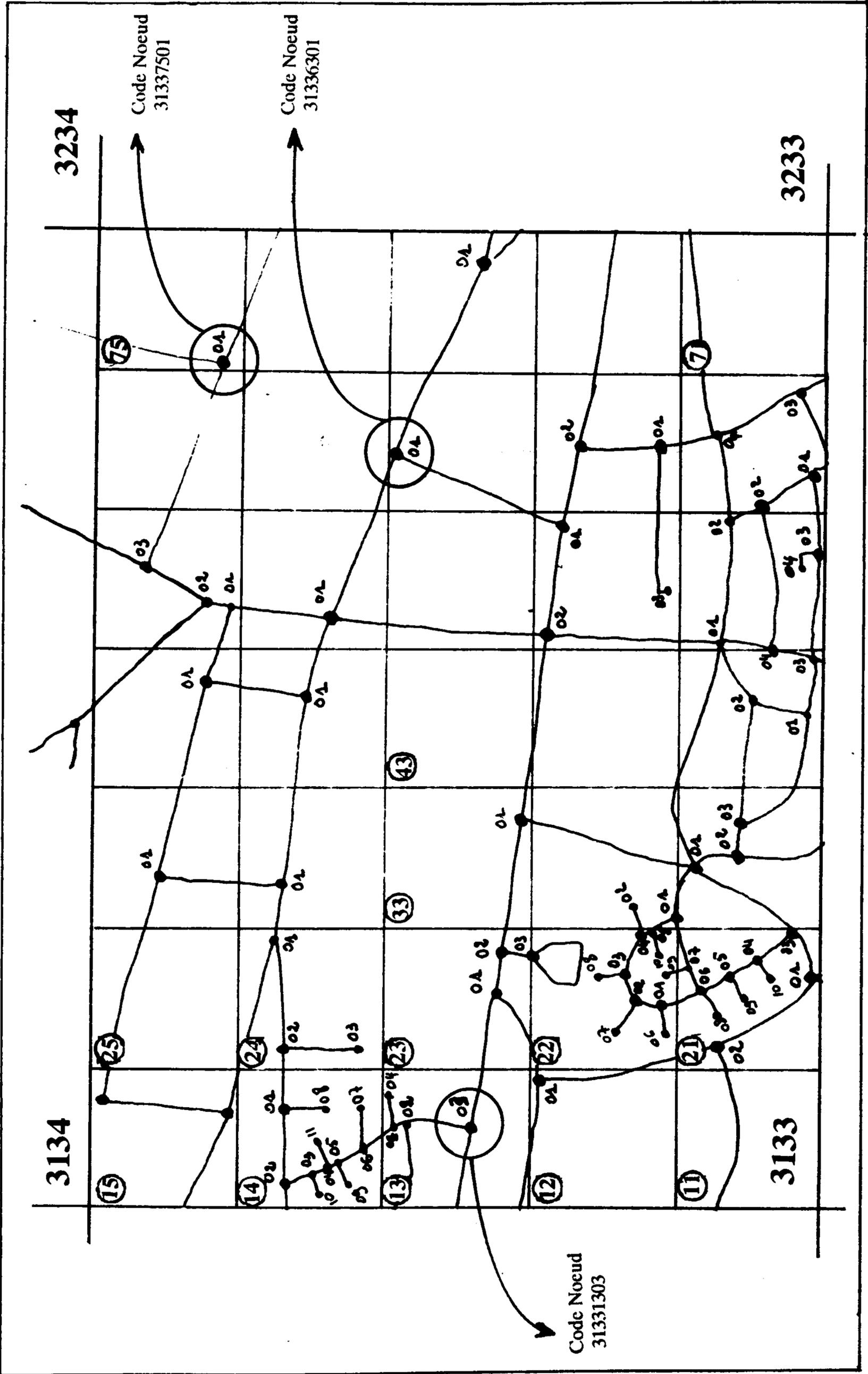
Définir la voirie n'est pas toujours évident : selon les services ou les acteurs concernés, on trouve de grandes différences, liées aux préoccupations de chacun. Pour certains, il s'agit d'une infrastructure de transport (circulation), pour d'autres c'est le support des réseaux techniques, un lieu d'activités urbaines, un élément de l'architecture des villes, etc... Notre définition s'appuie sur une logique domaniale :

La voirie est l'ensemble de l'espace public résiduel entre les espaces privés (parcelles)

Cette définition prend en compte l'ensemble des espaces à la charge du service voirie d'une collectivité locale (le domaine de compétence) et permet de tenir compte de la diversité des interventions dont la voirie est l'objet. Elle souligne l'importance des "espaces libres", ces "dépendances" de la voirie circulatoire, qui constituent l'enjeu principal des politiques d'embellissement des villes, d'intégration des projets d'aménagement dans leur contexte urbain.

Du fait de la diversité des situations, la gestion du patrimoine viaire passe d'abord par la définition des différents éléments qui le composent. En effet, on ne peut comparer une voie de desserte dans un quartier à une large avenue assurant l'accès au centre-ville : l'emprise n'est pas la même, le corps de chaussée est différent, les trafics sont sans rapport, l'usure est plus faible et son aménagement ne représente pas le même enjeu.

Il faut donc commencer par définir les éléments constitutifs de base de la voirie. Dans le souci de ne pas trop alourdir la démarche, deux types d'éléments simples semblent suffisants pour connaître l'état du patrimoine et affecter les dépenses : les tronçons et les noeuds. Le noeud correspond au carrefour, ou plus généralement à toute intersection d'infrastructures (voie, pont,...) ; le tronçon est la partie située entre deux noeuds. Cette décomposition rudimentaire s'inspire du Repérage Géographique Urbain (RGU). Dans la seconde partie de ce rapport sera précisé comment doivent être définis précisément les limites et la géométrie de chacun de ces éléments simples.



Graphique N°3. Schématisation du réseau de voirie et codification des noeuds

Ainsi pour chacun d'eux, il est possible de connaître sa structure et ses caractéristiques géométriques, son ancienneté et son état d'usure, son trafic, les réseaux qu'il accueille en sous-sol, ses équipements, ses fonctions et son environnement. Il est alors possible d'en suivre l'évolution, d'expliquer les aménagements réalisés, de comprendre le coût des travaux en fonction de ses particularités.

L'ensemble de ces données peut alors être regroupé dans un ou plusieurs fichiers, qui assureront la "mémoire" nécessaire pour un suivi des "stocks" de voirie.

1.4 La définition des Opérations Élémentaires

La connaissance du patrimoine est donc une des premières conditions pour la gestion de la voirie. La connaissance du coût des travaux et la nature des aménagements réalisés en est la seconde.

1.4.1 Localisation et nature d'aménagement

La diversité des aménagements de voirie doit être clairement identifiée dans les travaux pour pouvoir répondre aux diverses interrogations sur l'état et l'évolution du patrimoine. Cela suppose de repérer et d'identifier correctement les différentes composantes d'un chantier.

Le repérage spatial

Afin de ne pas alourdir le recueil des données, et pour être compatible avec la définition des composantes de base de la voirie que nous avons décrits précédemment, la localisation des aménagements se fera par tronçons et par noeuds.

Cela signifie que chaque tronçon et chaque noeud du réseau doivent être identifiés par un code de localisation unique, qui sera la clé pour toute recherche d'information dans LASCAR.

Concrètement, le système de repérage proposé s'inspire de celui du RGU (Répertoire Géographique Urbain), dont nous allons rappeler les principales caractéristiques concernant la voirie (Graphiques 1, 2 et 3).

Le territoire communal est divisé en "**coupures**", rectangles de 1,4 km par 1 km, orientés par rapport au système orthonormé de coordonnées métriques Lambert (Axe des X selon la direction Est-Ouest). Elles sont identifiées par un code de 4 chiffres, les deux premiers repérant la position sur l'axe des X, les deux derniers sur l'axe des Y.

Chaque coupure est elle-même divisée en "**grilles**", carrés de 200 m de côté. Il y a donc 35 grilles (7 x 5) dans une coupure, numérotées de 11 à 75.

Ce quadrillage de l'espace permet de repérer les noeuds (intersections d'infrastructure) qui sont numérotés séquentiellement. Ainsi, le code "31305410" désigne le 10ème noeud repéré dans la grille 54 de la coupure 3130.

La nature des aménagements

Pour dépasser la mauvaise distinction entre investissement et fonctionnement, la méthode propose une classification plus proche de la réalité des interventions. Six classes précisent la nature des aménagements.

Classification par "nature" d'aménagement

- **Création** :

toute opération visant à créer une nouvelle infrastructure, qu'il s'agisse d'une chaussée, d'une zone piétonne, d'un parc de stationnement; etc... Ce sont les travaux neufs proprement dits.

- **Modification** :

tout aménagement visant à modifier l'espace viaire existante du point de vue de son usage : élargissement de chaussée, modification d'un carrefour, etc...

- **Renouvellement** :

si les caractéristiques de l'espace viaire ne sont pas changées, dans ce cas, les travaux sont engagés parce que l'usure a provoqué son obsolescence, et cette infrastructure est entièrement à refaire (reprise d'une chaussée fortement dégradée pour la refaire à neuf, par exemple).

- **Réfection** :

à la différence du cas précédent, l'équipement n'est pas mort, et il est possible de prolonger sa durée de vie par des travaux d'une ampleur plus limitée (c'est la reprise d'un tapis d'enrobée par exemple).

- **Réparation** :

correspond à l'ensemble des opérations ponctuelles, comme l'intervention sur un équipement défectueux, le rebouchage des "nids de poule", etc...

- **Entretien** :

regroupe les travaux d'entretien courants réalisés par les ateliers, comme l'entretien des espaces verts, le nettoyage, etc...

Un des intérêts de cette classification est de mettre en évidence les coûts du maintien en état du capital voirie, en les dissociant des aménagements destinés à améliorer les fonctionnalités de la voirie. Elle fournit une décomposition plus rationnelle que la classique distinction entre "grosses" et "petites" réparations, qui dictait la ventilation entre investissement et fonctionnement sur le seul critère du montant des travaux.

Le fait de donner la ventilation des dépenses annuelles selon cette décomposition, et de la comparer avec les années précédentes, offre un éclairage nouveau sur la structure du budget voirie, particulièrement utile pour envisager des programmes pluriannuels de travaux.

1.4.2 Les "Opérations Élémentaires"

Ainsi, la connaissance de la localisation (tronçon, noeud) et de la nature des aménagements permet-elle de décrire chaque projet de voirie . Encore faut-il pour cela signaler que sur une même localisation, plusieurs natures différentes peuvent coexister. Aussi importe-t-il de repérer des **zones homogènes d'aménagement**, pour retrouver des structures de coûts comparables.

On appellera donc Opération Élémentaire, toute zone homogène d'aménagement (une seule nature) située sur une localisation donnée (un seul élément).

Ainsi par exemple, un projet d'aménagement pourra-t-il concerner cinq "localisations" (tronçons + noeuds), et pour chacune d'elles donner lieu au repérage d'au maximum six zones homogènes (les 6 "natures"), soit un maximum de 30 "Opérations Élémentaires".

Dans la pratique, on peut trouver un grand nombre de "localisations" si le chantier est étendu, mais il est rare de trouver plus de 3 "natures" différentes, à moins d'un réaménagement complexe d'un secteur de la ville.

L'intérêt de cette démarche par opérations élémentaires est d'identifier les principaux composants d'un aménagement de voirie en rendant compte de la richesse des objectifs, de pouvoir estimer correctement leurs coûts et de les comparer entre eux.

L'homogénéité de l'opération élémentaire (O.E) est la condition nécessaire à une caractérisation fine des objectifs d'un aménagement de voirie. L'application de la méthode suppose donc avant tout le repérage correct des opérations élémentaires, par une phase d'analyse du projet sur la base des plans définitifs. La caractérisation se fera sur plusieurs plans :

La structure des coûts

Pour caractériser chacun de ces éléments, une seule classification a été retenue, dans la mesure où elle a une influence sur la structure des coûts des travaux, le **type d'infrastructure**, à savoir :

- les voies (chaussées),
- le stationnement,
- les trottoirs,
- les espaces verts,
- les espaces libres (espaces résiduels du domaine public),
- les réseaux.

Cette décomposition de base peut toutefois être affinée à terme, pour tenir compte des différents types de structure de chaussées, de la présence de RTS, d'équipements particuliers (notamment les ouvrages d'art), mais elle est suffisante dans un premier temps pour analyser la structure des coûts des travaux et caractériser le patrimoine viaire.

A partir du métré selon un bordereau de tâches détaillé, et du repérage des surfaces travaillées, LASCAR fournit un tableau croisant le type d'infrastructure (voie, trottoir, stationnement, espace vert, espace libre, réseaux) et le type de dépense selon huit classes :

Classification par "type de dépenses"

- **Acquisition** :
correspond aux dépenses d'acquisition (terrains, immeubles, etc) rendues nécessaires pour la réalisation du projet.
- **Démolition** :
regroupe les travaux de démolition proprement dite (démolition de maçonnerie de toutes sortes) et de dépose de matériels liés à l'infrastructure (dépose de bordure de trottoir avec ou sans récupération, démolition d'abribus, abattage et dessouchage d'arbres, etc).
- **Structure** :
il s'agit des tâches affectant la structure des infrastructures à aménager, en particulier les couches de fondation, d'imprégnation, les couches de base, les travaux de terrassement, de compactage du fond de forme, etc.
- **Surface** :
seront affectées à cette catégorie, toutes les tâches de traitement de surface : couches de roulement, pose de pavés ou de dalles, enduits, application de tapis d'enrobés, etc.
- **Eclairage** :
l'éclairage public est ici un "équipement" de la voirie et non comme un "réseau" : ne sont prises en compte que les tâches de génie civil imputables au budget voirie, à savoir : tranchée pour pose de fourreaux plastiques, fourniture et pose de fourreaux, ...
- **Signalisation** :
il s'agit des travaux de mise en place de la signalisation, qu'il s'agisse du jalonnement d'itinéraires, de la signalisation directionnelle horizontale ou verticale, ou de la signalisation lumineuse.
- **Mobilier urbain** :
c'est-à-dire l'ensemble des équipements tels que abris-bus, bancs publics, ...
- **Autres dépenses** :
regroupe l'ensemble des tâches annexes à la réalisation du chantier, comme la signalisation temporaire, la fourniture et la mise en place de panneaux d'information et de réglementation de chantier, les relevés de plans des géomètres,...

Ainsi dispose-t-on non seulement de l'estimatif du coût pour chaque O.E., mais encore peut-on expliquer par un tel croisement pourquoi tel chantier se révèle plus ou moins coûteux qu'un autre apparemment du même type. Du fait du bordereau informatisé, l'étude des variantes est simplifiée puisque l'on peut rapidement avoir par exemple l'impact du changement d'un matériau sur le coût global.

CARACTERISATION DES AMENAGEMENTS

FINALITES

MESURES

<p>Croissance urbaine Rénovation urbaine</p> <p>Voies du centre Voies de quartier Grand axe radial Rocade Voie d'agglomération</p> <p>Desserte d'équipement</p> <p>Amélioration de l'environnement</p> <p>Sécurité</p> <p>Priorité transports collectifs Priorité deux-roues Priorité piétons</p> <p>Personnes à mobilité réduite</p> <p>Nécessité technique gel Nécessité technique inondations Nécessité technique rupture réseaux Autre nécessité technique</p> <p>Opportunité travaux sur réseaux Opport. tvx sur voirie non communale Opportunité co-financement Autre opportunité</p>	<p>Création d'une voie Création accès réseau TCU Création cheminement piétons Création itinéraire 2 roues</p> <p>Régulation des feux Gestion modale de la voirie Augmentation de capacité Réduction de capacité</p> <p>Stationnement gratuit sur voie Stationnement payant sur voie Stationnement gratuit hors voie Stationnement payant hors voie Création de zones d'arrêt</p> <p>Sécurité par aménagement de voie Sécurité piétons Signalisation de sécurité Autres équipements de sécurité</p> <p>Signalisation directionnelle Signalisation informative</p> <p>Eclairage public Qualité des revêtements Espaces verts et plantations Mobilier urbain</p> <p>Aménagements arrêts TCU Correspondances entre modes</p>
---	---

Voitures particulières
Poids lourds
Transports en commun
Deux roues
Piétons
Réseaux

USAGERS

La caractérisation des aménagements

L'un des intérêts de la méthode d'analyse fonctionnelle est de dépasser la simple estimation des coûts pour donner une idée de la politique de voirie mise en oeuvre. Dans une perspective de suivi et d'évaluation des dépenses de voirie, il ne suffit pas en effet de dire que l'on a dépensé plusieurs millions de francs en investissement : encore faut-il être en mesure d'expliquer à quoi et pour qui ces aménagements ont servi. Tel est l'objectif de la "caractérisation" des aménagements, qui se fait sur trois plans : les "finalités", les "mesures" et les "usagers".

- Par "**finalités**" on entend la volonté d'aménagement qui a présidé à la réalisation de l'aménagement. Une vingtaine de finalités différentes sont proposées (voir encart), traduisant aussi bien une réelle volonté d'aménagement que la réalisation de travaux indispensables (nécessités techniques). A titre d'exemple, une finalité peut être :
 - * l'amélioration de l'accès au centre
 - * la constitution d'itinéraire de contournement (rocade)
 - * le renforcement de la sécurité
 - * l'accompagnement d'une rénovation de quartier
 - * la desserte d'un équipement (hôpital, école,...)
 - * ...

- Par "**mesures**" on entend les diverses solutions techniques retenues pour atteindre les finalités précédentes. Les 25 propositions fournissent un ensemble complet selon les grands principes d'aménagement. La distinction entre finalités et mesures permet de mettre en évidence des choix techniques. Par exemple, pour améliorer l'accès au centre (finalité), on peut améliorer la capacité d'une voie existante (mesure 1), affecter une voie aux transports collectifs (mesure 2), mettre en place un stationnement payant (mesure 3),... Les "mesures" peuvent être :
 - * des modifications de capacité (augmentation ou réduction)
 - * la régulation du trafic
 - * le stationnement
 - * la mise en place d'équipements spécifiques (sécurité, signalisation,...)
 - * l'amélioration des revêtements
 - * ...

- Par "**usagers**", on entend l'ensemble des utilisateurs de la voirie, qu'ils soient ici les bénéficiaires de l'aménagement ou les responsables des dégradations provoquant les travaux. Dans le cas de la voirie urbaine, les "réseaux de distribution" (assainissement, eau, EDF,...) sont à l'origine de nombreuses interventions qui tendent à fragiliser les chaussées et il importe de mettre en évidence leur responsabilité pour certains chantiers de remise en état des voies. Par ailleurs, une affectation "modale" est aussi nécessaire pour bien caractériser les efforts en faveur de l'un ou de l'autre. Sur ce plan, la décomposition proposée distingue les modes "lourds" (TC, PL) des autres (VP, deux roues, piétons) pour tenir compte de leur impact en terme d'usure.

Cette triple caractérisation se fait au niveau de l'opération élémentaire, pour bien tenir compte de la diversité des objectifs qui est un trait spécifique des aménagements de voirie. C'est la possibilité de traduire la richesse des projets urbains, de mettre en évidence des coûts supplémentaires dus à la présence des réseaux de distribution, à la volonté d'embellir la ville, mais c'est aussi le moyen d'évaluer l'effort réalisé sur le plan de la sécurité ou de la priorité accordée aux transports collectifs ou aux piétons.

Pour les finalités et les mesures, l'affectation ne peut se faire sur la base de règles objectives. Le principe retenu est de ventiler les dépenses d'une opération élémentaire sous forme de pourcentage pour chaque catégorie.

Pour l'affectation par usagers, le principe est de tenir compte des usages, à l'exception des "réseaux" auxquels on attribue un pourcentage représentatif de leur impact dans la décision de faire les travaux. La ventilation tient compte aussi des infrastructures concernées par les travaux : celles qui renvoient à une utilisation mono-modale sont imputées à la catégorie d'utilisateurs concernée (par exemple les dépenses sur les trottoirs et les espaces libres sont affectées en totalité aux piétons). Dans le cas d'une utilisation multi-modale, la répartition se fait au pro-rata des usages (au moyen de classes de trafic, les comptages étant rarement disponibles). Une distinction est faite selon la nature de l'opération élémentaire : s'il s'agit de "renouvellement", de "réfection" ou de "réparation", un équivalent d'usure, pénalisant plus fortement les modes "lourds" est utilisé pour les 3/4 des dépenses, le reste étant ventilé au pro-rata des usages (équivalence classique de capacité : 1 PL = 1 TC = 2 VP), comme pour les opérations de "création", de "modification" ou d'"entretien". Cette distinction a pour but de mettre en évidence l'impact différent des modes lourds sur la dégradation des chaussées.

RESUME

La méthode d'analyse fonctionnelle vise à identifier clairement les composantes des coûts des travaux de voirie.
La décomposition par noeud et tronçon permet une localisation des travaux notamment en vue de suivre les rythmes d'intervention sur chaque composante du patrimoine viaire.
La décomposition par nature permet de distinguer des structures de coûts comparables selon les interventions, et surtout de mettre en évidence les dépenses de maintien en l'état du réseau de voirie.
Le découpage en opérations élémentaires permet de tenir compte de la diversité des natures et des objectifs des aménagements de voirie urbaine.
Le croisement des types de dépenses (classification des tâches du bordereau de prix) et des types d'infrastructure permet une connaissance précise de la structure des coûts, de comparer des projets d'aménagement (variantes), d'expliquer l'ampleur des dépenses selon le parti d'aménagement retenu.
La caractérisation par finalités, mesures et usagers permet de donner une image de la politique de voirie mise en oeuvre, de saisir la diversité des objectifs de chaque aménagement, par une ventilation au niveau de l'opération élémentaire.

La mise en oeuvre de la méthode proposée suppose les étapes suivantes :

1- Décomposer le projet en tronçons et en noeuds (localisation),
2- Pour chaque localisation, repérer les zones homogènes de travaux (par nature), en précisant les surfaces travaillées par type d'infrastructure,
3- Effectuer pour chaque O.E. le métré pour les différentes tâches entreprises (à partir du bordereau informatisé)
4- Caractériser chaque O.E. sur les plans de ses finalités, ses mesures et ses usagers

Les résultats obtenus sont :

- l'estimatif des coûts, la structure et la localisation des dépenses
- la pondération des différents objectifs
- la répartition du coût par nature d'aménagement
- des informations de synthèse (bilans, suivis, récapitulatifs)

L'utilisation du système LASCAR s'appuie sur la mise en oeuvre précise de cette méthode : c'est la condition indispensable pour que les données soient fiables et que les bilans faits à partir de la base de données fournissent des informations détaillées (par localisation, nature, infrastructure, dépense, finalité, mesure et usagers) et surtout pertinentes (prix au mètre carré). La suite de ce rapport présente la mise en oeuvre concrète de la méthode, en décrivant les diverses étapes de la démarche.

DEUXIEME PARTIE :
MISE EN OEUVRE DE LA METHODE DES "OPERATIONS ELEMENTAIRES"

La méthode des Opérations Élémentaires s'applique à tout aménagement de voirie, dès lors qu'il en est au stade du "Projet Définitif". Chaque aménagement correspond donc à un projet clairement identifié, donnant lieu à un budget et ayant fait l'objet d'études précises. L'application de la méthode se fera donc sur la base des plans décrivant le Projet Définitif.

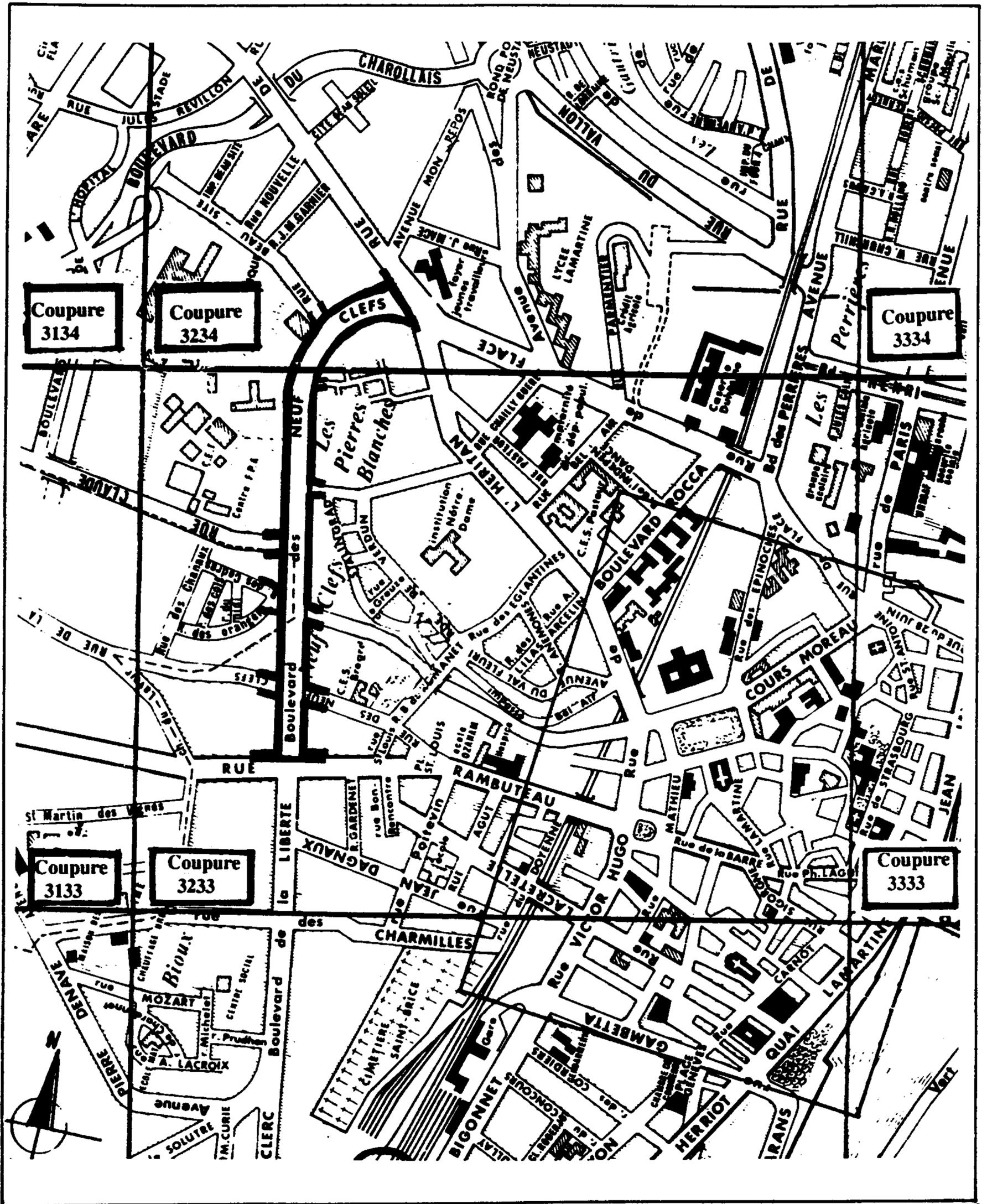
Il faut toutefois distinguer plusieurs étapes dans la mise en oeuvre de la méthode. Pour calculer l'estimatif nécessaire à l'engagement budgétaire ou pour comparer diverses variantes d'aménagement, une première application peut se faire sur la base d'un Avant-Projet Détaillé (APD). Pour l'appel d'offre ou la passation de marché avec les entreprises chargées de l'exécution des travaux, le repérage des Opérations Élémentaires et le métré des tâches doivent se faire bien entendu sur le Projet Définitif. Les données saisies à cette étape seront enfin mises à jour lors de la réception des travaux, afin de tenir compte des travaux supplémentaires ou des modifications apportées en cours de chantier. Ce sont ces dernières données qui seront transférées dans la base de données Travaux, puisqu'elles correspondent aux dépenses réellement réalisées par la Ville.

La réalisation d'un aménagement de voirie peut donner lieu à plusieurs lots ou même se faire en plusieurs phases, mais il importe de respecter deux choses : l'unité de l'aménagement (Projet Définitif) et la mobilisation des ressources sur le plan budgétaire : dans l'application de la méthode, une Opération Élémentaire ne peut durer plus d'un exercice budgétaire, afin que les données restent compatibles avec la comptabilité en vigueur.

La mise en oeuvre de la méthode des Opérations Élémentaires comporte quatre phases principales :

- Repérer les emprises réelles du projet et le décomposer en éléments simples (tronçons et noeuds)
- Repérer pour chaque élément simple, les zones homogènes selon la nature d'aménagement, qui définiront les Opérations Élémentaires
- Repérer pour chaque Opération Élémentaire les travaux prévus (type de tâche et métrés) pour en calculer le coût
- Caractériser chaque Opération Élémentaire sur les plans des "finalités", des "mesures" et des "usagers".

La façon d'opérer pour ces quatre phases va être décrite en détail : les deux premières constituent une analyse des caractéristiques du projet, les deux dernières correspondent à la préparation de la saisie des données, avec le Module d'Analyse des Coûts.



Graphique N°4. Localisation du Projet "Boulevard des Neuf Clés" et repérage des coupures RGU

2.1 Localisation et décomposition du projet.

La première démarche consiste à situer géographiquement le projet d'aménagement par rapport au système de repérage en vigueur, en l'occurrence le RGU. Un projet peut en effet s'étendre sur une zone plus ou moins étendue, porter sur plusieurs voies et plusieurs types d'infrastructures. Il importe donc de préciser quels éléments de voirie sont concernés par le projet. Le repérage des limites exactes du chantier va permettre d'identifier les tronçons et les noeuds correspondants.

2.1.1 Le repérage des limites de prestation

L'objectif principal d'un tel repérage est de préparer à la codification des éléments (noeuds et tronçons) du projet. Concrètement, lorsqu'un chantier couvre une zone assez étendue la première phase d'analyse du projet consiste à faire une esquisse, à partir d'un plan, des voies situées dans la zone concernée par les travaux. Pour cela, on retient toutes les portions de voie et tous les carrefours directement touchés par l'opération, ainsi que les portions de voies adjacentes. A ce stade, un simple plan de ville disposant du quadrillage en "coupures" peut suffire ; on saura, par exemple, que l'opération X portera sur 7 tronçons et 8 carrefours du Boulevard des Neuf Clés, répartis sur les coupures 3233 et 3234 (Cf. Graphique N°4).

Une fois ce repérage effectué, il est nécessaire d'identifier les tronçons et noeuds selon leur codification RGU, dont nous allons rapidement rappeler les caractéristiques.

Le RGU définit le noeud comme une intersection de deux infrastructures (voies, voies ferrées, cours d'eau, etc...). Le noeud est de ce fait soit un carrefour, soit une intersection de voies de nature différente, par exemple la partie de voie passant sous un pont de chemin de fer, de même que la partie de pont sur une rivière.

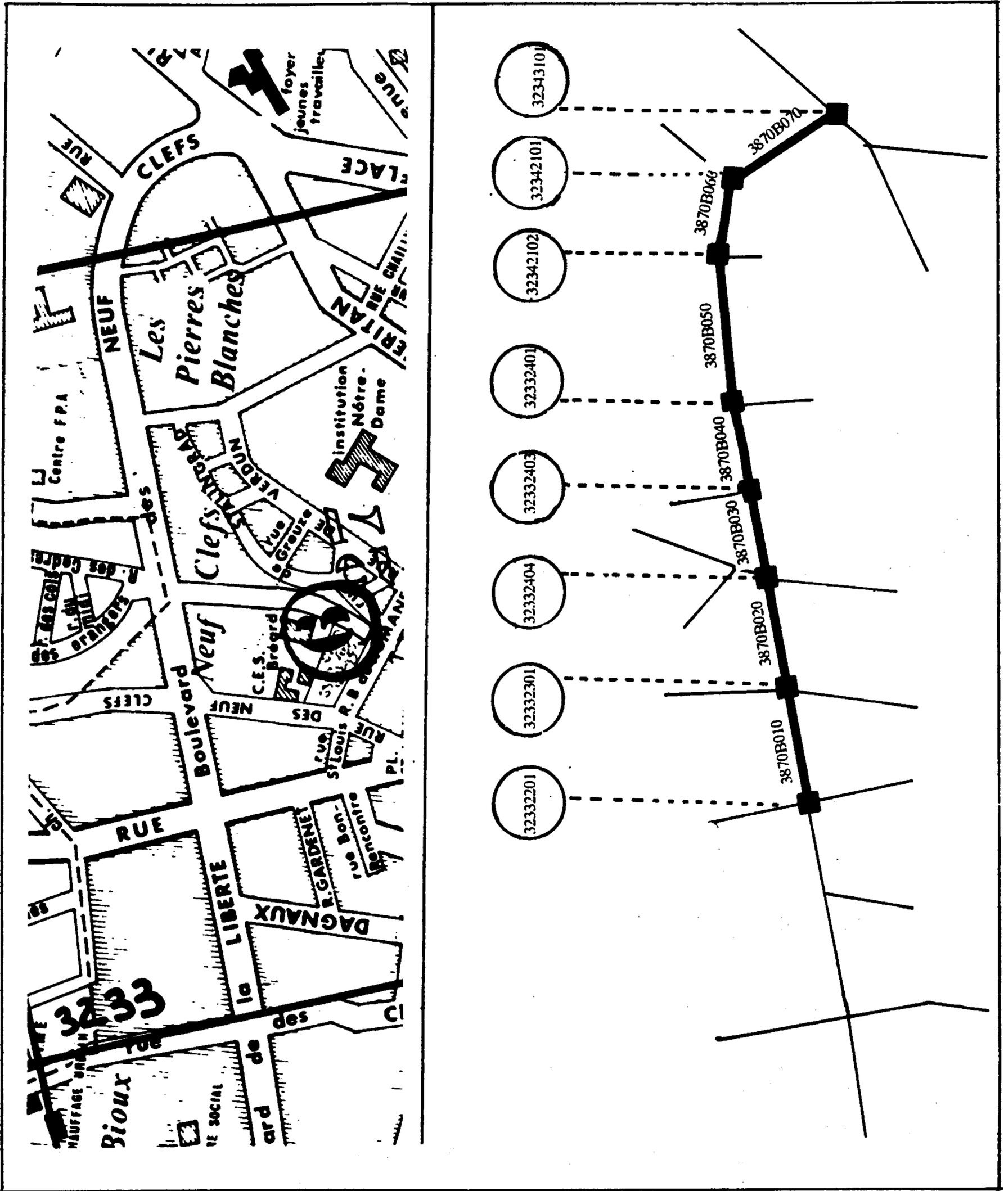
Le tronçon est la partie d'espace public située entre deux noeuds.

La codification des noeuds et des tronçons

Dans le Répertoire Géographique Urbain, les voies sont identifiées par le code RIVOLI² : celles-ci sont classées par ordre alphabétique des noms, puis numérotées dans l'ordre croissant (code à 4 chiffres, plus une lettre de contrôle).

Lorsqu'une voie n'a pas de nom, le premier caractère est une lettre : c'est le cas des chemins ruraux, mais aussi des rivières, des voies ferrées, des limites de commune et bien sûr des voies nouvelles en attente de dénomination. Pour recenser les voies privées au sein des îlots, nous suggérons d'utiliser un code particulier du type ZAD03, le Z indiquant qu'il s'agit d'une voie privée, AD correspondant à la parcelle cadastrale, et 03 indiquant le numéro d'îlot où se situe la voie.

² Le nom de Rivoli renvoie à la codification utilisée par le Ministère des Finances pour l'imposition des propriétés bâties ou non (impôts locaux). Il s'agit donc d'un système national, utilisé par toutes les communes et mis à jour régulièrement par l'administration fiscale.



Graphique N°5. Repérage des tronçons et des noeuds

Exemples de codes Rivoli :

Rue Mathieu.....	1320H
Boulevard des Neufs Clés.....	3870B
VC 11.....	X018Y
Limite ou voie non dénommée.....	X999P
Voie ferrée Mâcon-Paray.....	X003G
Ruisseau les Rigolettes.....	X002F
Voie privée.....	ZAD03

Principe de codification d'un tronçon

La codification d'un tronçon se fait en ajoutant aux 5 caractères du code Rivoli de la voie auquel il appartient, trois autres chiffres, qui vont permettre d'ordonner les tronçons dans l'ordre croissant des adresses postales, selon une numérotation de 10 en 10, comme indiqué ci-dessous³.

Codification des 5 premiers tronçons du Boulevard des Neufs Clés :

3870B010.....	pour le tronçon N°1
3870B020.....	pour le tronçon N°2
3870B030.....	pour le tronçon N°3
3870B040.....	pour le tronçon N°4
3870B050.....	pour le tronçon N°5

Principe de codification d'un noeud

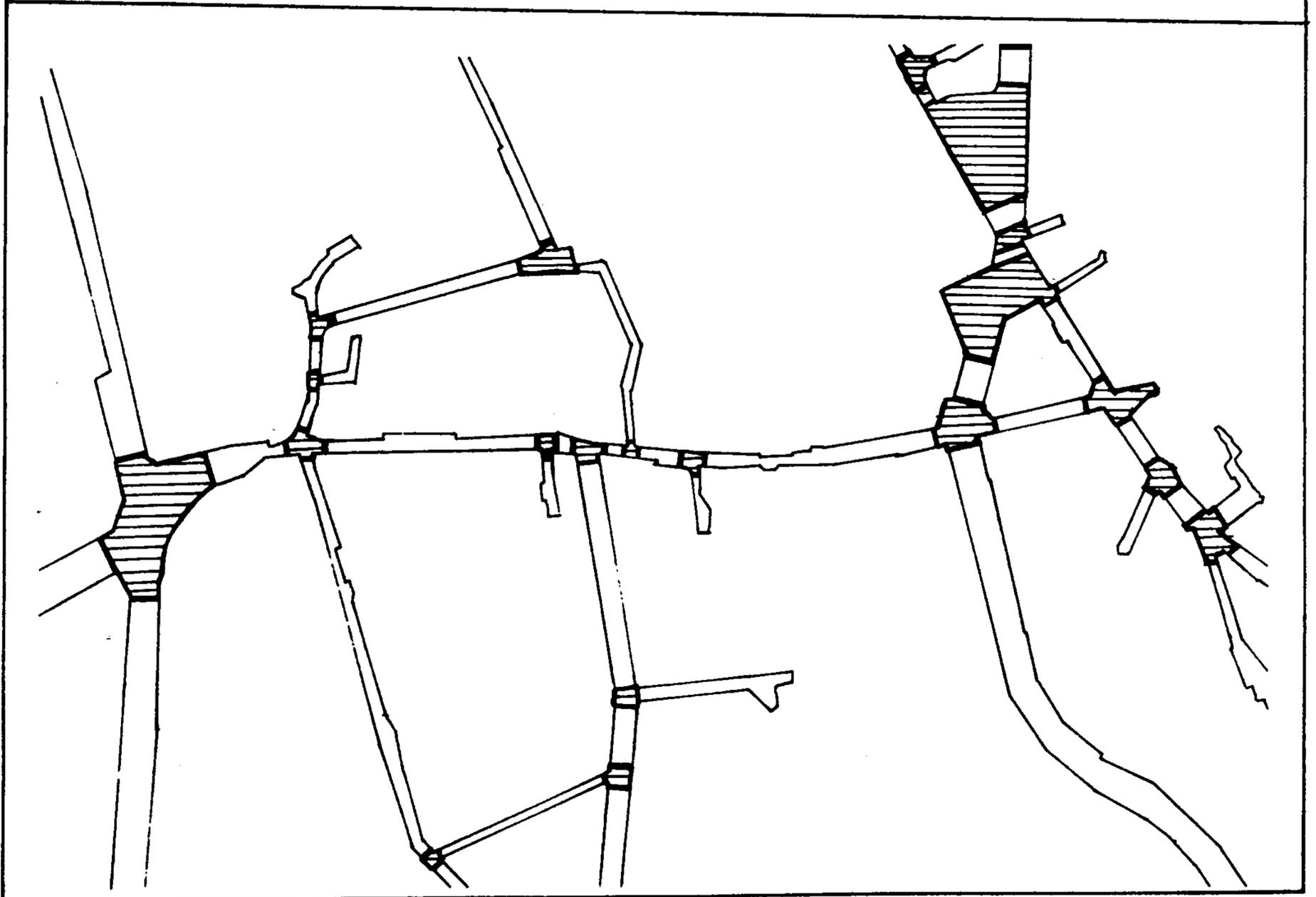
Dans le cas d'un noeud, le code de localisation est formé par le numéro de la coupure auquel il appartient (la coupure 3332 par exemple), le numéro de la grille qui le contient (exemple 24), et son rang dans cette grille (exemple 01). On obtiendra donc pour ce noeud le code de localisation suivant : 33322401 (Graphique N°5).

Exemple de codification d'un noeud

33322401 signifie :.....	le noeud n°1 (01) appartient à la grille 24 de la coupure 3332
31347504 signifie :.....	le noeud n°4 (04) appartient à la grille 75 de la coupure 3134

Ainsi obtient-on pour les tronçons comme pour les noeuds un code de localisation en huit caractères, qui va servir de base de repérage et de structuration des bases de données (fichier Rues notamment), ainsi qu'à la visualisation cartographique.

³ La codification de 10 en 10 (010, 020, etc) est nécessaire pour prévoir la création de noeuds supplémentaires en cas de création d'une voie nouvelle, sectionnant ou débouchant sur la première. Par exemple, si le tronçon 3870B030 a été sectionné par suite de la création d'une voie nouvelle, le Boulevard des Neufs Clés comportera un noeud supplémentaire, et donc un tronçon supplémentaire noté 3870B035. Pour mettre à jour la codification, le tronçon initial 3870B030 gardera son origine, mais les coordonnées de son extrémité seront celle du nouveau noeud créé. De la même façon, les coordonnées du nouveau noeud seront l'origine du nouveau tronçon 3870B035, qui aura pour extrémité, les coordonnées de l'ancien tronçon 3870B030.



Graphique N°6. Délimitation du domaine public et géométrie des tronçons et des noeuds

Dans la pratique, pour connaître ces codes, il suffit de consulter le fichier Rues, à partir du nom de la voie concernée. Cela peut se faire aussi au moyen d'EDIPLAN (recherche de noeud ou de tronçon). Si les bases de données ne sont pas à jour, ou dans le cas d'une création d'un nouveau tronçon, il est nécessaire de revenir aux coupures du RGU, pour connaître le code d'un noeud ou pour vérifier que les tronçons ont bien été numérotés dans l'ordre des adresses postales.

Un cas particulier : les places et les squares

Le RGU s'appuie sur le repérage d'un "filaire" de voies, qui vont délimiter des espaces (îlots). Dans ce cadre, les places publiques ne sont pas toujours facilement identifiables. Elles n'apparaîtront en fait que lorsqu'elles correspondront à des adresses postales. Ainsi divers cas peuvent se présenter :

- le cas le plus courant est celui où la place se situe à l'intersection de plusieurs voies, mais sans correspondre à des adresses postales (simple dénomination de repérage) : elle sera assimilée à un noeud, et donc n'apparaîtra pas en tant que telle dans le fichier Rues. Si l'on veut qu'elle apparaisse (par exemple certains rond-points importants), il faut la découper en tronçons de raccordement entre les voies,

- la place est délimitée par plusieurs voies, mais ne correspond à aucune adresse postale (cas d'un square ou d'un espace vert, bordé par quatre rues) : dans ce cas, elle est assimilée à un îlot, donc à une espace public hors voirie, et n'apparaîtra pas en tant que telle dans le fichier Rues,

- la place est en partie délimitée par une ou plusieurs voies, et correspond à des adresses postales : dans ce cas, le RGU définit un ou plusieurs tronçons reprenant la dénomination de la place, qui sera donc répertoriée dans le fichier Rues.

Une fois ce repérage des codes de localisation réalisé, il faut procéder à la décomposition du projet en éléments simples, c'est-à-dire définir la géométrie exacte de l'emprise du projet.

2.1.2 La décomposition du projet par tronçons et par noeuds

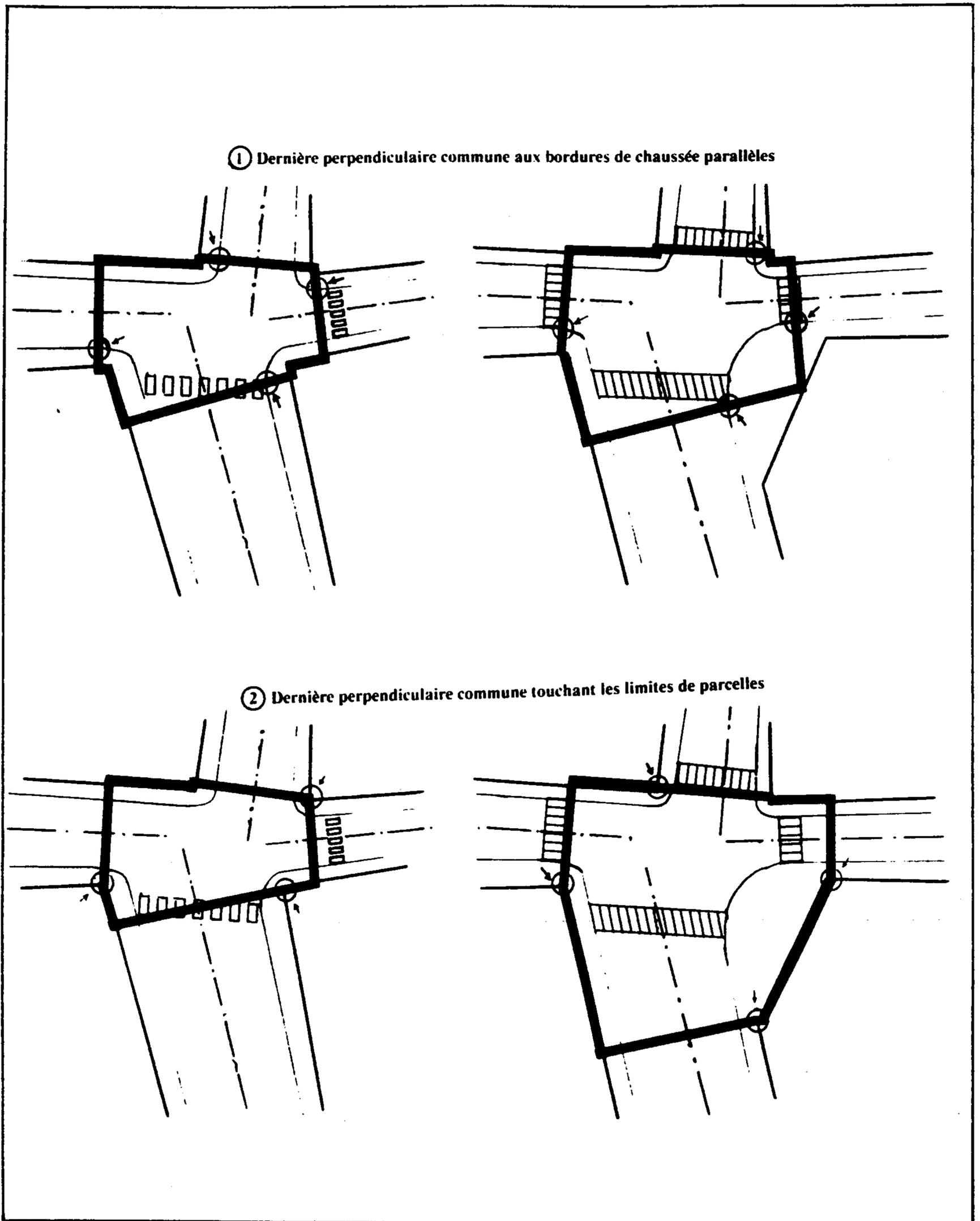
Il est indispensable, pour la suite, d'utiliser un plan cadastral, de préférence à l'échelle du 1/500^{ème}. C'est en effet sur ce type de plan que l'on pourra repérer avec précision les limites du domaine public de voirie, définies par les parcelles voisines.

La délimitation de l'emprise des tronçons et des noeuds

Dans le RGU, un noeud reste un point fictif défini par ses coordonnées X, Y, mais qui ne correspond pas à une emprise précise. Dans l'optique d'un suivi des travaux de voirie, il est nécessaire de la définir, ne serait-ce que pour imputer correctement des aménagements de carrefours, ou des interventions sur les ouvrages d'art. Si les limites latérales sont données par les parcelles, il faut définir une règle précisant la limite entre un tronçon et un noeud (Graphique N°6).

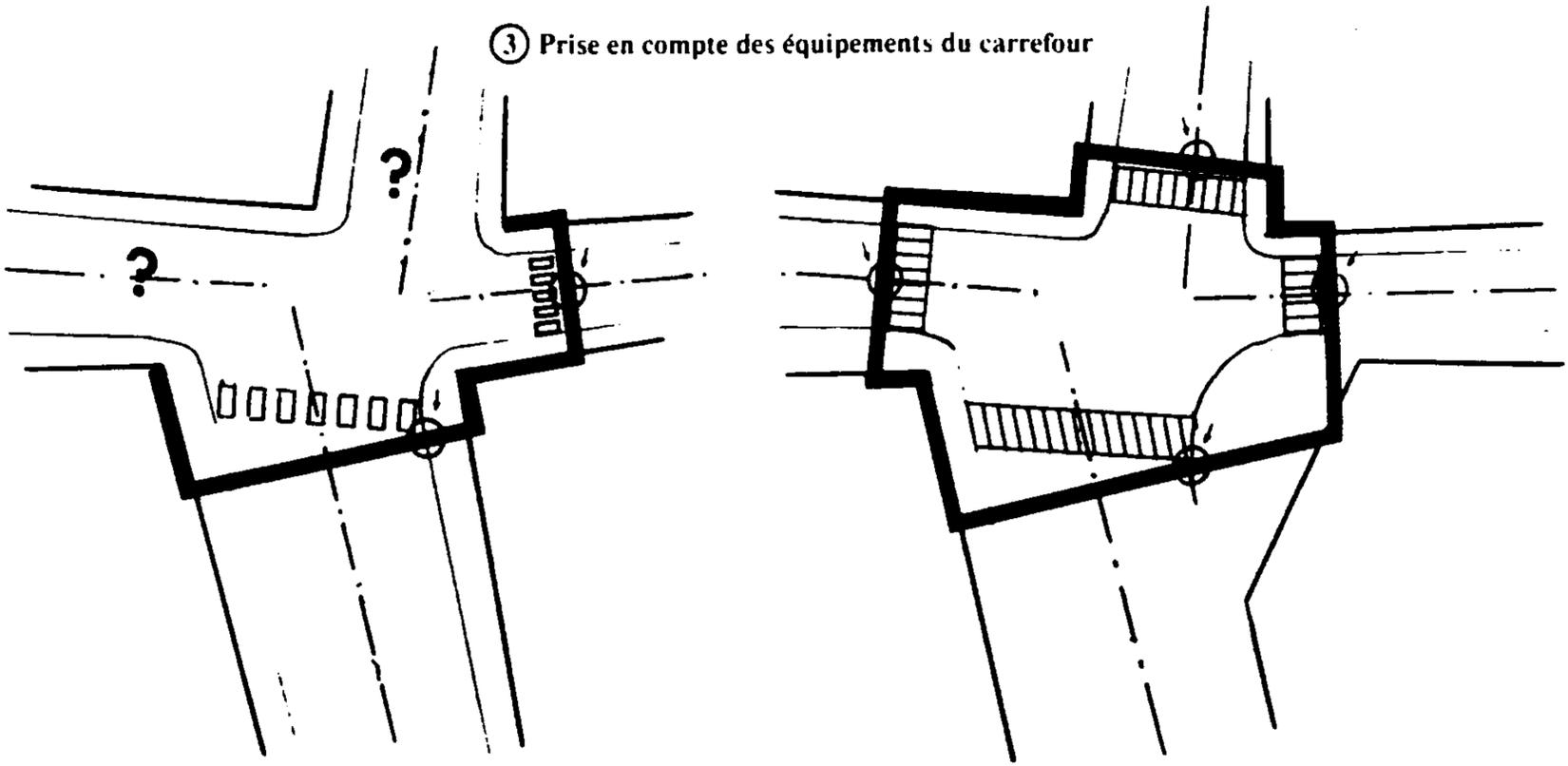
Cette règle doit être suffisamment rigoureuse pour que chaque responsable de projet opère ce découpage de la même façon. Mais elle doit être aussi souple, pour tenir compte des situations particulières de chaque type de carrefour.

En effet, les limites d'un tronçon (ou d'un noeud) peuvent varier d'une personne à l'autre, selon que l'on suive l'axe de la voie ou que l'on parte du centre du noeud. Il est important, dans un même service, d'adopter des principes simples et identiques pour tous.

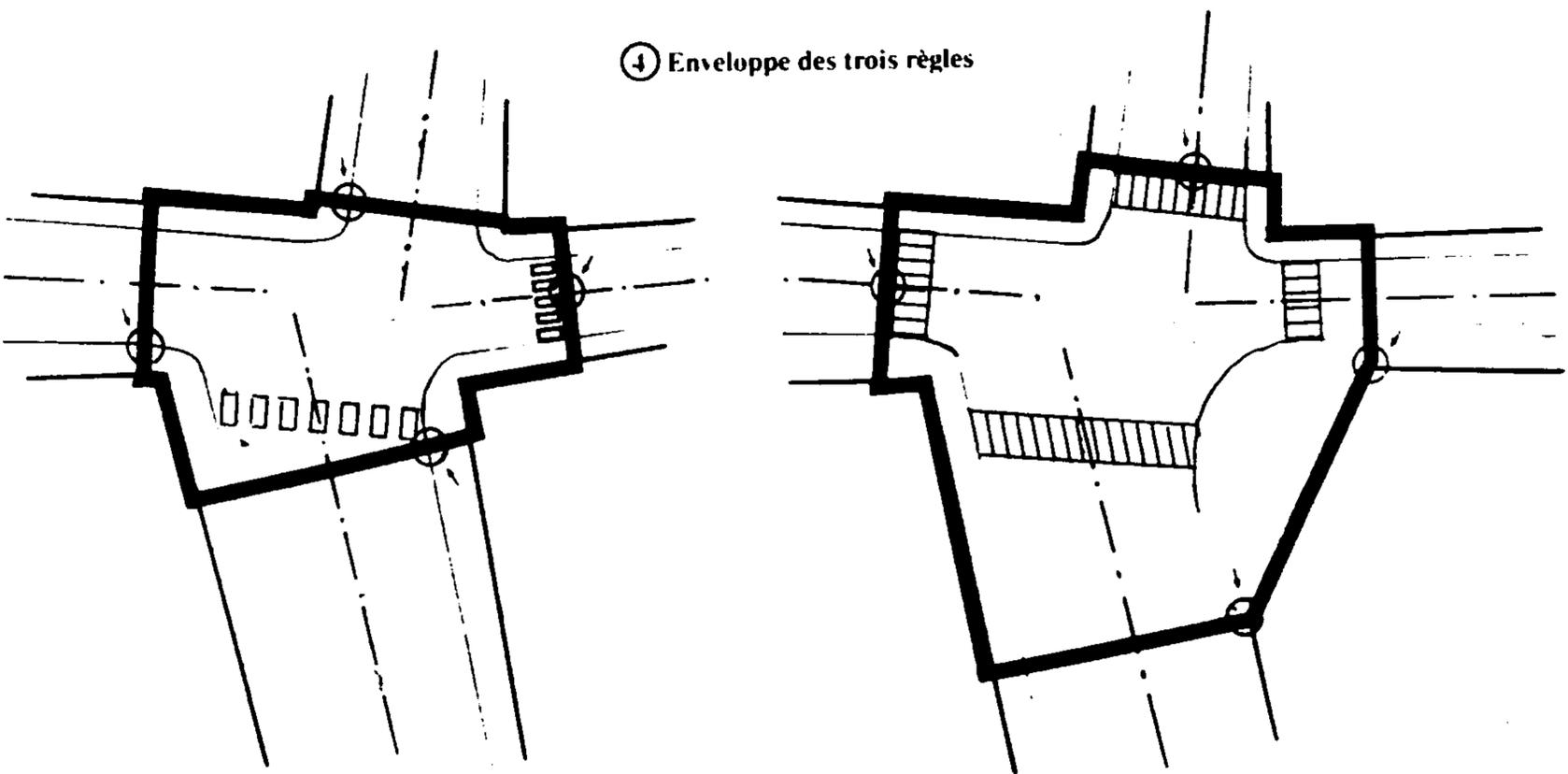


Graphique N°7. Méthode de délimitation des noeuds

③ Prise en compte des équipements du carrefour



④ Enveloppe des trois règles



Deux logiques sont donc en présence :

- en définissant les limites des tronçons, on détermine celles des noeuds (partie résiduelle entre les tronçons ;
- en définissant les limites des noeuds, on détermine celles des tronçons.

Tant que le domaine public présente des contours réguliers et des formes géométriques simples, il n'y a aucune difficulté à appliquer une quelconque de ces procédures, pour aboutir au même résultat. Mais, en règle générale, l'espace public présente des formes diverses, du fait des formes des parcelles, ne permettant pas l'application des règles simples de découpage. De plus, lorsque deux noeuds sont très proches, il est difficile de bien repérer les limites du tronçon intermédiaire.

La procédure que nous privilégions, appelée **règle de la dernière perpendiculaire à l'axe de la voie**, est telle que la limite du tronçon détermine celle du noeud. Cette procédure (du Tronçon vers le Noeud) doit prendre en compte, dans son application trois éléments importants, que nous allons préciser :

- la géométrie de la partie réservée à la circulation (chaussée proprement dite),
- les limites des parcelles bordant la voie
- le fonctionnement spécifique de chaque carrefour.

La chaussée a généralement comme particularité de présenter des limites parallèles (bordures de trottoir) dans la partie correspondant au tronçon, qu'il y ait une ou plusieurs voies de circulation. Cette caractéristique fait qu'il est possible de pouvoir tracer une infinité de perpendiculaires communes aux deux bordures du tronçon de voie. La limite du tronçon (en allant vers le noeud) peut alors être déterminée par la dernière perpendiculaire commune à l'axe du segment de voie et aux bordures parallèles des voies de circulation.

Si l'on ne tenait compte que de la géométrie de la chaussée (bordures parallèles des voies de circulation, dans la plupart des cas), la règle de la dernière perpendiculaire se trouve facilement applicable. Mais elle présente deux inconvénients majeurs. Le premier tient au fait qu'elle tend à limiter l'espace public à sa seule composante circulatoire. Or, il faut tenir compte de l'ensemble de l'espace public (espaces verts, libres, stationnement,...). Le second inconvénient vient du fait qu'elle tend à exclure du carrefour (le noeud), les fonctions spécifiques qui lui sont rattachées (implantation de la signalisation lumineuse et directionnelle, passages piétons,...).

En définitive, la perpendiculaire à l'axe de la chaussée doit nécessairement toucher les limites de la zone publique (donc celles des parcelles), située de part et d'autre du tronçon de voie, et attribuer au noeud, dans la mesure du possible, tous les aménagements spécifiques à un carrefour. Cette règle de découpage évite de réduire le noeud à sa plus simple dimension, c'est à dire la plus petite superficie de voie qui ne puisse être attribuée à tel ou tel tronçon. Au contraire, elle tend à "maximiser" la superficie d'un noeud, en évitant de le dépouiller de tous ses équipements.

En résumé, il faut donc retenir comme limite entre le tronçon et le noeud, l'enveloppe résultant des trois éléments précédents (Graphique N°7) :

- la dernière perpendiculaire commune aux bordures de la chaussée,
- la dernière perpendiculaire commune aux limites de parcelles,
- la dernière perpendiculaire affectant au noeud la totalité de ses équipements spécifiques (passage piétons, îlots directionnels, feux de signalisation),

Les exemples donnés ci-contre permettent d'illustrer cette démarche.

Si le recours à cette règle permet de définir des principes de découpage communs à l'ensemble des personnes qui suivent les chantiers, son application peut être souple, de façon à tenir compte de situations spécifiques. Il importe toutefois que lorsqu'un découpage en tronçon et en noeud a été décidé, il soit appliqué par tous.

Le repérage des types d'infrastructures

Il importe à ce niveau de connaître la constitution de chaque élément simple en terme d'infrastructure. Ce repérage, qui servira notamment à alimenter ainsi progressivement une base de données sur le patrimoine viaire, est aussi nécessaire pour la ventilation correcte des dépenses. En particulier, certaines dépenses communes à plusieurs types d'infrastructure ne pourront être affectées de façon simple qu'au pro rata de la surface de chacune d'elles. C'est le cas par exemple pour les dépenses d'éclairage public (qui sert bien entendu à l'ensemble du tronçon ou du noeud).

Dans la suite de la démarche, il sera nécessaire de travailler sur la base des plans d'exécution (échelle du 1/200^{ème}), afin de localiser de façon suffisamment précise les diverses tâches ou équipements spécifiques.

La première précaution à prendre consiste à délimiter sur un calque les zones concernées pour chaque tronçon et chaque noeud. Pour cela, on peut adopter un jeu de couleurs :

- **Rouge** pour la Chaussée
- **Jaune** pour les Trottoirs
- **Violet** pour le Stationnement
- **Vert** pour les Espaces Verts
- **Brun** pour les Espaces Libres

Le **Bleu** pourra être utilisé pour repérer les îlots directionnels, les passages piétons ainsi que la signalisation horizontale.

Il reste alors à calculer les surfaces totales par type d'infrastructure.

Ce calque servira en particulier à la localisation de certains équipements (comme les bouches à clés, les poteaux d'éclairage public ou les panneaux de signalisation, etc), ou certains types de tâches⁴ bien localisées, ce qui facilitera leur affectation par opérations élémentaires (Graphique N°8).

⁴ Par exemple, si on élargit une chaussée en prenant sur un trottoir, les tâches de démolition de l'ancien trottoir ne devront pas être affectées à l'infrastructure "trottoir", mais bien à l'infrastructure "voie".

Le statut particulier des îlots directionnels

Selon que l'on adopte une définition technique (type de tâches) ou fonctionnelle (usage attendu), l'affectation des îlots peut se faire en "voie" ou bien en "trottoir", si ces îlots servent de refuges piétons. Afin de ne pas multiplier les difficultés d'affectation, nous proposons de retenir le critère fonctionnel, c'est-à-dire affecter en général un îlot en "voie" (séparation des flux de trafic), sauf si l'existence de passages piétons matérialise clairement sa fonction de refuge.

Une fois ce découpage en éléments simples et le repérage des surfaces totales par infrastructure opérés, la méthode suppose une deuxième phase, le repérage des Opérations Élémentaires et des surfaces travaillées.

2.2 Le repérage des zones homogènes de travaux (par nature)

Pour une localisation donnée (tronçon, noeud), les aménagements prévus peuvent relever de natures différentes, et plusieurs opérations peuvent cohabiter. On peut ainsi être amené lors du réaménagement d'un tronçon à reprendre le corps de chaussée sur une partie de la voie (renouvellement), n'assurer qu'une reprise du tapis d'enrobés sur la partie réservée au stationnement (réfection), implanter un arrêt d'autobus par une enclave sur le trottoir (création), réaménager un espace libre (modification),...

La seconde phase va donc consister, pour chaque localisation, à identifier les différentes zones homogènes de travaux selon la classification par nature, afin d'imputer correctement les diverses tâches mises en oeuvre.

Ces zones sont repérées par leur emprise (surface) telle qu'elle est prévue dans l'aménagement définitif (prise en compte des surfaces après travaux).

2.2.1 La mise en évidence des zones homogènes de travaux

C'est la définition des six classes de nature qui doit guider le repérage des zones. Nous renvoyons ici à la présentation de cette classification (Cf. 1^{ère} partie), mais il est nécessaire de préciser quelques points particuliers.

L'affectation d'une zone dans l'une de ces six classes se fait sur la base suivante :

- il y a une surface affectée à un nouveau type d'infrastructure : -> **Création**
- il y a transformation des caractéristiques géométriques ou fonctionnelles d'un type d'infrastructure, sans modification de surface : -> **Modification**
- il y a reprise d'un type d'infrastructure (ou d'un équipement) sans en modifier la surface ou les caractéristiques :
 - * s'il s'agit d'une reprise du corps de chaussée : -> **Renouvellement**
 - * s'il s'agit d'une reprise du traitement des surfaces : -> **Réfection**
 - * s'il s'agit d'une reprise ponctuelle de la surface ou d'équipements défectueux : -> **Réparation**
 - * s'il s'agit d'interventions courantes légères : -> **Entretien**

Le repérage des zones homogènes se fait donc sur deux critères principaux : les surfaces par type d'infrastructure et le type de travaux entrepris (décaissement ou non, reprise globale ou ponctuelle).

Dès lors qu'il y a acquisition d'une parcelle, pour un agrandissement du domaine public, cette surface doit rentrer dans la classe "création". De même, tout

changement de type d'infrastructure (transformation d'une voie en zone de stationnement matérialisé, élargissement d'une voie en prenant sur un trottoir - ou l'inverse, transformation d'un espace libre non aménagé en trottoir, zone piétonne) rentre dans la même classe.

En conséquence, les opérations de "modification" sont donc limitées à des réaménagements concernant un type d'infrastructure donné, sans changement de son emprise. Ainsi, une modification de carrefour correspond à une réorganisation de l'affectation de l'espace de "voie" (mise en place d'îlots directionnels, installation de feux,...).

Lorsque l'on ne change pas la répartition entre les types d'infrastructure, ou que l'on ne modifie pas les caractéristiques géométriques ou fonctionnelles, les travaux correspondent alors à une remise en état. Si l'on reprend la "structure" (décaissement), les travaux rentrent dans la rubrique "renouvellement". Si l'on reprend globalement la surface (tapis d'enrobés), il s'agira de "réfection". Si les travaux se limitent à des interventions ponctuelles (nids de poule, équipement défectueux, pannes), ils seront classés en "réparation". Enfin, la classe "entretien" (peu utilisée a priori pour des dépenses d'investissement) regroupera les interventions répétitives d'entretien courant (nettoisement,...).

Sur le plan pratique, il est ici aussi conseillé de repérer ces zones sur un calque, afin de faciliter par la suite la ventilation des tâches.

2.2.2 Le repérage des opérations élémentaires

Par définition, une Opération Élémentaire résulte du croisement entre une localisation (tronçon, noeud) et une nature de travaux (Création, Modification, Renouvellement, Réfection, Réparation et Entretien). Ainsi, chaque localisation (tronçon ou noeud) comportera au maximum six Opérations Élémentaires, même si spatialement l'Opération Élémentaire peut correspondre à plusieurs zones séparées au sein d'un même tronçon ou noeud (Graphique N°9).

C'est ce que l'on peut constater sur l'exemple donné : on dénombre trois opérations élémentaires sur le même tronçon du Boulevard des Neufs Clés :

- Renouvellement (Voie et Trottoir)
- Réfection (Voie et Trottoir)
- Création (Espace Libre)

Dans la pratique, on constatera souvent que le nombre d'Opérations Élémentaires sur une même localisation est souvent faible (1 ou 2), sauf dans le cas de réaménagements lourds ou complexes (rénovation urbaine).

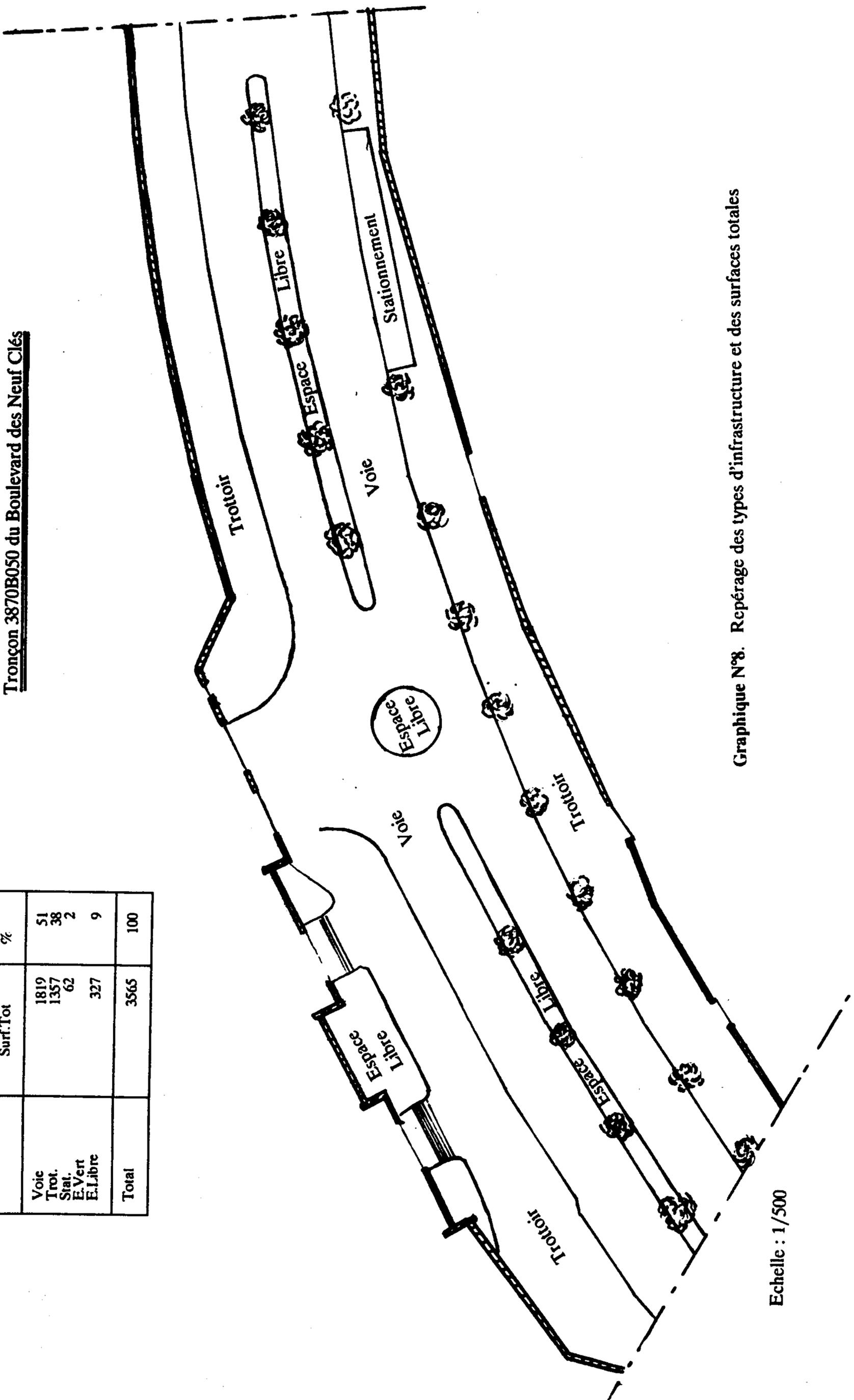
2.2.3 Le calcul des surfaces en travaux

A partir du calque délimitant les zones homogènes de travaux sur une localisation donnée, il est alors nécessaire de repérer les différents types d'infrastructure (voie, stationnement, trottoir, espace vert, espace libre) concernés, en vue de calculer les surfaces travaillées par type.

La connaissance de ces surfaces va être utile, dans un premier temps pour métrer les différentes tâches, mais ensuite pour ventiler correctement les dépenses par type d'infrastructure.

Tronçon 3870B050 du Boulevard des Neuf Clés

	Surf.Tot	%
Voie	1819	51
Trot.	1357	38
Stat.	62	2
E.Vert	327	9
E.Libre		
Total	3565	100

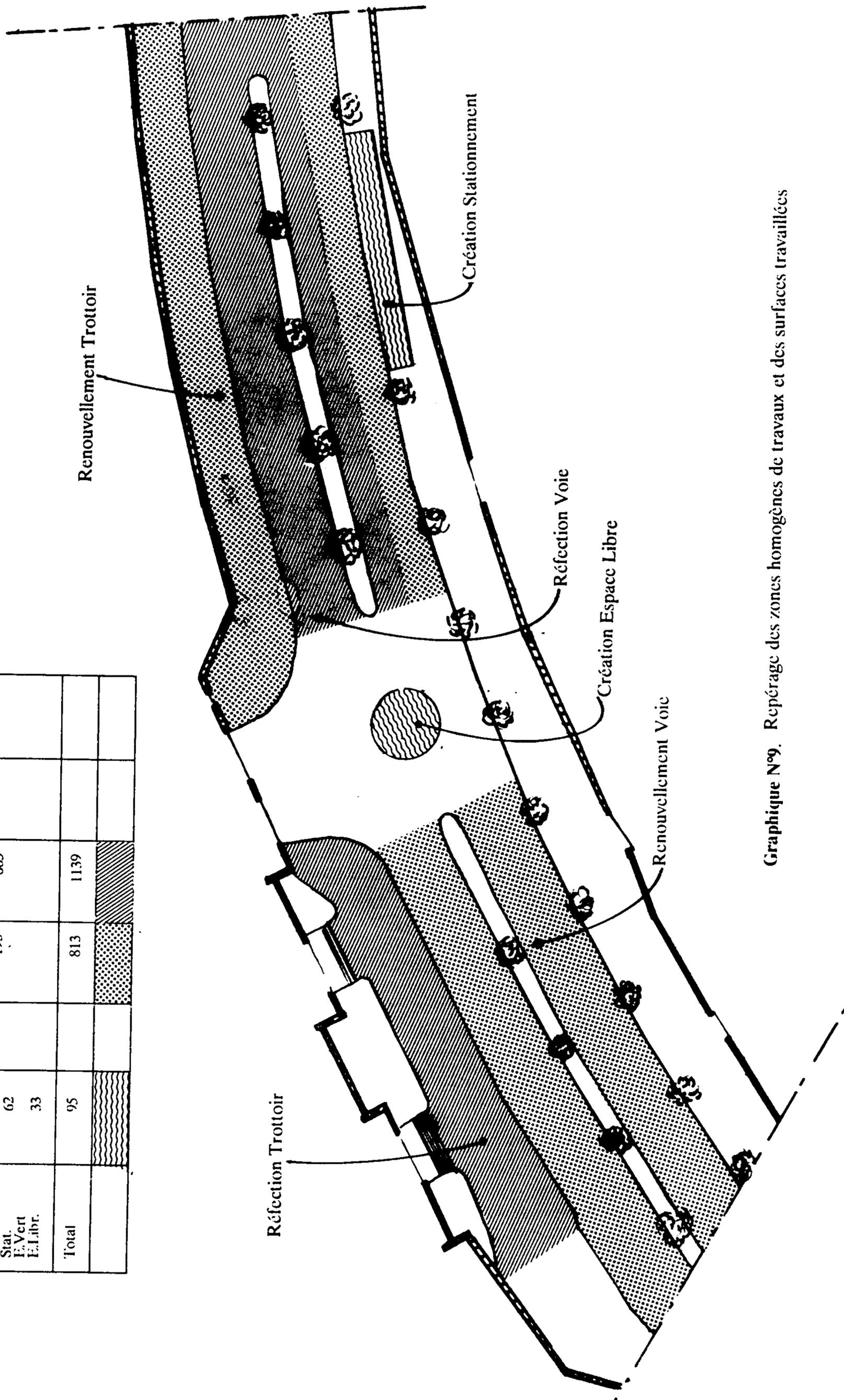


Graphique N°8. Repérage des types d'infrastructure et des surfaces totales

Echelle : 1/500

Surfaces en travaux par nature

	CREAT	MODIF	RENOU	REFEC	REPAR	ENTRE
Voie Trot. Stat. E.Vert E.Librt.	62 33		620 193	474 665		
Total	95		813	1139		



Graphique N°9. Repérage des zones homogènes de travaux et des surfaces travaillées

2.3 L'affectation des tâches aux opérations élémentaires

Les opérations élémentaires sont donc définies comme le croisement entre un type d'infrastructure et une nature de travaux. La mise en évidence des zones homogènes de travaux était un préalable pour le repérage des opérations élémentaires.

Nous disposons maintenant des différents éléments nécessaires à la ventilation correcte des diverses tâches :

- un découpage en noeuds et en tronçons, repérés par leur code de localisation,
- un plan de l'aménagement définitif par tronçon ou par noeud, précisant les limites du domaine public (parcelles cadastrales),
- un repérage sur calque pour chaque tronçon ou noeud, des différentes infrastructures (voie, stationnement, trottoir,...),
- un repérage sur calque des zones homogènes de travaux par nature.

La phase d'application de la méthode d'analyse fonctionnelle est donc terminée : il ne reste plus qu'à repérer les différentes tâches par Opération Élémentaire, à les quantifier (métrés), et à les caractériser sur les trois plans des finalités, des mesures et des usagers.

2.3.1 La saisie des données

Le métré des différentes tâches va donc se faire par Opération Élémentaire (et non pas sur l'ensemble du chantier). Cette façon de travailler est nouvelle : elle ne demande pas un travail supplémentaire, mais simplement de décomposer le métré selon les zones homogènes de travaux, afin d'imputer correctement les diverses quantités.

Le repérage des tâches se fait sur la base du bordereau de prix informatisé : elle est facilitée par l'utilisation du Module d'Analyse des Coûts, au moyen du fichier LOE⁵ (Liste des Opérations Élémentaires) qui correspond à un élément simple (noeud ou tronçon). Pour un projet donné, il y aura donc autant de fichiers LOE qu'il aura de tronçons et de noeuds. Nous présentons ici les principales caractéristiques de ce type de fichier.

Structure du fichier LOE

Il se compose de quatre zones principales (Graphique N°10) :

- un entête permettant de saisir les références du tronçon ou du noeud pour le projet étudié (nom de la voie, année, code projet,...), ainsi que les surfaces totales et travaillées par type d'infrastructure,
- la deuxième zone comprend en ligne, la liste des tâches élémentaires du bordereau, classées selon les types de travaux,
- la troisième zone se compose de huit colonnes, dont les six premières correspondent à la classification par nature d'aménagement : création, modification, renouvellement, réfection, réparation et entretien. Chaque colonne représente donc une Opération Élémentaire. C'est là que l'on saisira les divers métrés. Les deux dernières colonnes comprennent les prix unitaires et le total de la dépense par tâche.

⁵ L'utilisation de ce fichier (procédure de saisie, sauvegarde, production de l'attachement,...) est décrite en détail dans le manuel du Module d'Analyse des Coûts.

- la dernière zone (en ligne) sert à l'affectation par finalités, mesures et usagers : là encore, la saisie se fera en colonne par Opération Élémentaire.

Estimatif et suivi

Le fichier LOE permet de produire un "attachement" regroupant les seules tâches nécessaires pour la localisation étudiée. La quantification de chaque tâche se fait donc pour chaque Opération Élémentaire sur la base des plans au moyen d'un catch, ou d'un curvimètre, ou de tout autre système en usage dans le service. Les mètres linéaires, les surfaces et les volumes sont alors saisis dans la colonne correspondante (avec éventuellement la densité si l'unité est une masse).

Dans la pratique, l'affectation ne pose pas de difficulté majeure, dès lors que l'on a bien repéré où se situe chaque tâche. La seule difficulté porte sur les tâches réalisées à la frontière de plusieurs Opérations Élémentaires ou de types d'infrastructure différents (bordure de trottoir, par exemple). Il importe que toutes les personnes du service fassent ces ventilations de la même façon.

La production de cet "attachement" est fondamentale : c'est à partir de ces données que tout sera calculé par la suite : estimatif du coût du chantier, production du devis pour le marché, suivi de son exécution, calcul des bilans et des prix au mètre carré, suivi des dépenses,...

Ce fichier va donc être présent pendant toute la "vie" du projet : il sera mis à jour en fonction du marché, des aléas d'exécution ou des travaux supplémentaires, jusqu'à la réception définitive du chantier et au paiement des entreprises.

2.3.2 La caractérisation des Opérations Élémentaires

La dernière étape de la procédure va consister à caractériser chaque Opération Élémentaire en terme de finalités, mesures et usagers. Il s'agit là d'une tâche nouvelle, dont le but, rappelons-le, est de permettre d'évaluer la politique de voirie mise en oeuvre. Elle est donc particulièrement importante pour avoir une vision d'ensemble de l'évolution des dépenses, puisqu'elle va permettre d'expliquer le pourquoi des travaux engagés : c'est le moyen d'assurer un meilleur dialogue avec les élus, pour définir les enveloppes budgétaires et planifier les aménagements.

Cette caractérisation se fait au niveau de chaque Opération Élémentaire, afin de tenir compte de la diversité des objectifs et de la richesse de tout aménagement de voirie. Elle se fait dans le cadre du fichier LOE, selon deux procédures différentes :

- Pour les "usagers", il suffit d'indiquer pour chaque catégorie, un chiffre de 0 à 5, représentant son importance par rapport à des classes de trafic. Ce principe d'affectation permet une ventilation rapide (selon des règles précisées en première partie) sans avoir recours à des comptages précis : la connaissance que chaque technicien peut avoir de l'usage de la voirie, est donc suffisante pour ventiler correctement les dépenses.

- Pour les "finalités" et les "mesures", il suffira d'indiquer, pour chacun des items proposés, un chiffre compris entre 0 et 100 (le total ne devant pas dépasser 100), représentant le poids en pourcentage de chaque item, dans chaque Opération Élémentaire.

La procédure est donc très simple, et se fait en même temps que la saisie des mètres. De ce fait, le fichier LOE comprend la totalité des informations caractérisant les aménagements pour une localisation donnée.

RESUME

Sur un plan pratique, la mise en oeuvre de la méthode d'analyse fonctionnelle comprend les étapes suivantes :

1) Localiser le projet par rapport au repérage spatial (RGU) : codification des tronçons et des noeuds,
2) Sur la base d'un plan cadastral au 1/500 ^{ème} , repérer l'emprise du domaine public concerné par le projet,
3) Définir, selon la méthode présentée, les limites des noeuds et des tronçons,
4) Sur la base du plan d'aménagement définitif au 1/200 ^{ème} , repérer sur calque les types d'infrastructure et les surfaces totales,
5) Repérer sur calque les zones homogènes de travaux par nature, et les surfaces travaillées correspondantes par type d'infrastructure,
6) Saisir pour chaque localisation (fichier LOE), les quantités pour chaque tâche élémentaire (mètres), et caractériser chaque Opération Élémentaire sur les plans des finalités, mesures et usagers,

DES DONNEES FIABLES POUR LE MODULE D'ANALYSE DES COUTS

Lorsque cette étape d'analyse et de saisie des données de base est achevée, l'on dispose de toutes les informations nécessaires pour connaître avec précision les coûts et caractériser les aménagements réalisés.

Le projet correspondra à un nombre de fichiers de type LOE égal au nombre de localisations repérées (noeuds et tronçons). Ces fichiers vont servir à toutes les autres procédures prévues par le Module d'Analyse des Coûts : constitution d'un "attachement" global pour le chantier, en vue de l'engagement budgétaire, puis production du devis rédigé pour l'appel d'offre, et la passation des marchés.

L'analyse de la structure des coûts, au moyen du fichier correspondant, permettra de comparer des variantes d'aménagement ou des projets entre eux. L'utilisation de ce fichier permet aussi de préparer les données pour leur transfert dans la base Travaux.

Il importe donc de mettre à jour ces fichiers de type LOE tout au long de l'avancement des travaux et de les conserver jusqu'au règlement définitif. Après cette dernière mise à jour, les données pourront être transmises dans la base de données Travaux pour mémorisation, et les fichiers pourront alors être détruits.

Les procédures du Module d'Analyse des Coûts (production de l'estimatif global, des devis et des attachements, analyse de la structure des coûts) sont présentées en détail dans le manuel d'utilisation correspondant.

TABLE DES MATIERES**PREMIERE PARTIE :****LES PRINCIPES DE LA METHODE D'ANALYSE FONCTIONNELLE 1****1.1 La nécessité d'outils d'aide à la gestion des dépenses de voirie..... 1****1.2 Pourquoi une analyse fonctionnelle des travaux de voirie ?..... 3****1.3 La voirie, espace public urbain..... 5****1.4 La définition des Opérations Élémentaires..... 8****1.4.1 Localisation et nature d'aménagement 8****Le repérage spatial..... 8****La nature des aménagements..... 8****1.4.2 Les "Opérations Élémentaires" 9****La structure des coûts..... 10****La caractérisation des aménagements 13****RESUME 15****DEUXIEME PARTIE :****MISE EN OEUVRE DE LA METHODE DES "OPERATIONS ELEMENTAIRES" 17****2.1 Localisation et décomposition du projet..... 19****2.1.1 Le repérage des limites de prestation..... 19****La codification des noeuds et des tronçons..... 19****Un cas particulier : les places et les squares..... 23****2.1.2 La décomposition du projet par tronçons et par noeuds..... 23****La délimitation de l'emprise des tronçons et des noeuds..... 23****Le repérage des types d'infrastructures 25****2.2 Le repérage des zones homogènes de travaux (par nature)..... 28****2.2.1 La mise en évidence des zones homogènes de travaux..... 28****2.2.2 Le repérage des opérations élémentaires 29****2.2.3 Le calcul des surfaces en travaux..... 29****2.3 L'affectation des tâches aux opérations élémentaires 33****2.3.1 La saisie des données 33****Structure du fichier LOE 33****Estimatif et suivi..... 34****2.3.2 La caractérisation des Opérations Élémentaires..... 34****DES DONNEES FIABLES POUR LE MODULE D'ANALYSE DES COUTS ... 36**

