

Chapitre 4

LES SABLES ET GRAVIERS DE MER

Nous avons vu, dans l'étude relative au Nord et à la Région parisienne, l'importance donnée aux ressources du plateau continental par les producteurs anglais et hollandais.

Nous en avons donc déduit un recours croissant à ce type de granulats, en raison des déficits présents et à venir dans les grosses régions consommatrices que sont le Nord et la Région parisienne. Bien que ce genre d'exploitation n'ait pas enregistré de développement en France depuis la précédente étude, il semble néanmoins que l'intérêt porté par les exploitants étrangers aux ressources du plateau continental français ait sensibilisé les producteurs et certains organismes de recherches.

Deux causes principales ont jusqu'à présent retardé la prise en considération de ces problèmes. D'une part, les déficits actuels et même prévisibles des Z.P.I.U. susceptibles d'être approvisionnées en sables et graviers de mer ne sont pas, il s'en faut de beaucoup, aussi importants que dans les deux régions précitées. Comme les investissements nécessaires à des extractions en mer sont très lourds, du moins dans une optique industrielle, il est normal qu'ils soient liés à l'impossibilité d'obtenir des matériaux terrestres à un moindre coût. D'autre part, les programmes de recherches visant à établir une carte complète du plateau continental français et à en recenser les ressources n'en sont qu'à leurs débuts, surtout en ce qui concerne les façades atlantique et méditerranéenne. L'inventaire complet une fois terminé, quelques déficits locaux seront vraisemblablement comblés en partie par un début d'exploitation des sables et graviers de mer. C'est l'hypothèse que nous avons décidé de retenir en nous fondant d'une part sur le fait que les sables et graviers de mer connaissent actuellement un début d'exploitation, d'autre part en tenant compte des déficits prévisibles en 1985.

Nous verrons donc dans les deux sections qui composent ce chapitre :

- I - La façade méditerranéenne
- II - La façade atlantique

I - LA FACADE MEDITERRANEENNE

Une configuration différente, au point de vue faciès et contenu des dépôts, nous impose de distinguer la partie languedocienne du plateau continental, jusqu'au cône de déjection du Rhône, de la partie qui correspond à la région Provence-Côte d'Azur. Les ressources potentielles y posent d'ailleurs des problèmes très différents.

A - CARACTERISTIQUES GENERALES

1°) Au large du Languedoc-Roussillon

En relation avec le Centre National d'Exploitation des Océans, le Centre de recherches de sédimentologie marine de Perpignan a engagé un programme de recherches, limité pour le moment à la région située entre Sète et la Costa Brava, y compris une partie du plateau continental espagnol, sur une largeur allant du plateau côtier au large de Narbonne, aux plateaux et talus du Roussillon et des Albères. Jusqu'au Rhône, le plateau continental est très large. Mais à partir de Marseille, il se réduit considérablement, et les profondeurs deviennent rapidement très importantes.

Comme le montrent les cartes sédimentologiques établies notamment pour la fraction du plateau continental au large de la côte catalane française, de Port-Vendres à Cerbère, certaines caractéristiques viennent limiter les possibilités d'extraction dans cette zone.

L'obstacle le plus important est la nature vaseuse des fonds. Aux profondeurs susceptibles d'être exploitées, soit, en l'état actuel des techniques, jusqu'à environ 50 mètres, on constate une teneur en argile qui est toujours très importante, souvent de 50 à 80 %. Les sables propres et stabilisés se trouvent à 60-90 mètres de fond, encore imprégnés de vase à 60. Il en va de même pour les graviers fluviatiles à l'embouchure des fleuves languedociens, recouverts de vase à la hauteur du cône de déversement.

Au point de vue granulométrie, les éléments fins et même très fins dominent largement. Dans la partie sud de la zone que nous décrivons, au vu des relevés qui y ont été effectués, les sables ont un diamètre inférieur au millimètre. En tout état de cause, les mélanges sont quelquefois tels que l'on ne peut envisager une exploitation sans traitement. En revanche, au centre du plateau, là où se trouvent des graviers en épais gisements, les profondeurs sont trop importantes.

Au large du Canet, la présence d'importants gisements de galets laisse supposer une exploitation facile, mais on se trouve dans une zone de pêche à la langouste. C'est d'ailleurs dans ce secteur que les sables s'approchent le plus de la côte, du moins pour la partie sud du Roussillon.

Au large de Perpignan, le schéma est le suivant : en bordure, 5 à 7 mètres de sables et graviers, puis de la vase sur environ 4 mètres, et à nouveau du cailloutis. Ce schéma n'est pas général. En fait, nous venons de faire état de zones qui ont fait l'objet d'explorations assez poussées. Mais il va sans dire que la morphologie très diversifiée des fonds laisse apparaître de grandes différences. Même si les formations argileuses sont prépondérantes, il n'en reste pas moins que des formations lenticulaires de sables fins surtout, mais utilisables, ainsi que de graviers sont exploitables. Dans l'état actuel des recherches, toutes les zones, et surtout les profondeurs exploitables, ne sont pas, il s'en faut de beaucoup, recensées.

Comme il avait été noté dans l'étude précédente, l'intérêt porté aux ressources du plateau continental français est très récent, et l'élément catalyseur de ces recherches est souvent fonction de préoccupations étrangères aux besoins en agrégats.

Il faut donc retenir la possibilité d'extraire surtout des éléments fins dans cette zone, malgré d'importantes difficultés que nous avons mises en évidence, en vue d'inciter à la prudence en ce qui concerne les possibilités d'exploitation.

2°) A l'est du Rhône

En nous interrogeant sur les ressources susceptibles d'être exploitées à l'est du Rhône, nous allons aborder des difficultés encore plus considérables.

A l'occasion de certains travaux (ne citons que le port de Toulon ou l'aéroport de Nice), on s'est en effet posé la question de savoir s'il était possible d'utiliser les sables et graviers de mer. Des prélèvements partiels ont été faits, mais toujours pour des ouvrages limités. Dans une optique d'exploitation à grande échelle, les travaux effectués par différents laboratoires et organismes spécialisés en recherches marines ont tous abouti à la même conclusion : la profondeur des fonds constitue un obstacle insurmontable à des dragages sur cette partie de la côte.

En effet, dès que l'on s'éloigne de quelques kilomètres au large, les fonds atteignent rapidement jusqu'à 1 000-1 500 mètres. Quant à la partie située en bordure, on ne peut songer à l'exploiter sans risquer de porter atteinte à la stabilité des plages.

Toutes ces raisons nous interdisent donc d'envisager une concurrence quelconque des matériaux marins sur le marché des granulats de cette région.

B - DISPONIBILITES EN 1985

Pour ce qui est des parties exploitables au large de la côte méditerranéenne, c'est-à-dire dans le golfe du Lion, les ressources en éléments fins qui s'y trouvent sont certainement inépuisables et susceptibles de remédier à tout déficit.

Les recherches entreprises actuellement qui, rappelons-le, n'en sont qu'à leurs débuts, ne permettent pas encore d'avancer un chiffre quelconque sur l'étendue des réserves. En outre, le problème n'est pas aussi aigu que pour la Région parisienne par exemple. On peut donc supposer que dans le cadre d'une exploitation plus systématique des ressources du plateau continental, on commencera à faire appel aux sables et graviers de mer, mais dans des proportions modestes.

II - LA FACADE ATLANTIQUE

Jusqu'à présent, il n'a été procédé qu'à des études de surface. Des cartes à peu près complètes seront prêtes en 1971 et pourront être à l'origine d'une éventuelle exploitation. Pour le moment, les seuls renseignements disponibles ont un caractère ponctuel et ne permettent pas d'évaluer les réserves potentielles.

A - CARACTERISTIQUES GENERALES

La plate-forme atlantique est un territoire qui constitue le prolongement géologique du bassin aquitain, ce qui a permis d'avoir des idées assez précises sur sa structure. Ce plateau forme en quelque sorte un immense damier dont les éléments seraient agencés en marches d'escalier, orientées NO-SE, NE-SO. On peut donc différencier les zones à sédimentation, selon les escarpements, et, en fonction des courants, on connaît la façon dont se renouvelle le dépôt de matériaux. Ceux-ci sont de nature très hétérogène. Ils peuvent provenir de roches métamorphiques, comme au plateau de Rochebonne, ou être beaucoup plus calcaires comme au large de Lorient et Vannes, ou très siliceux comme les sables et graviers que l'on trouve au large de La Rochelle, et qui sont composées de près de 90 % de silice, le reste étant du feldspath et du calcaire. Ces derniers matériaux, comme on le voit, conviennent parfaitement à la construction. D'après les sondages effectués, cette façade est beaucoup plus riche en sables et graviers que la Méditerranée. En première approximation, les gisements ont de 1 à 5 mètres d'épaisseur, sous forme de lentilles et recouverts assez fréquemment d'une sédimentation fine argileuse. Des sables reliques recouvrent une bonne partie du plateau continental atlantique. Ils sont fixés, fossiles, à 30-60 mètres au maximum, donc exploitables.

Vers l'île de Ré, de nombreux gisements intéressants sont accumulés sur plus de 5 mètres d'épaisseur, ce qui explique le début d'exploitation. D'autres possibilités existent également au large de Saint-Nazaire.

Les granulométries sont très variées, allant des vases très fines aux sables et graviers. Cette variété est due aux différents modes d'apport et aux terrains traversés par les fleuves. En effet, ces dépôts ont une double origine fluviatile et marine. On peut citer en exemple les dépôts de sables et graviers dans le secteur de l'île d'Oléron, qui viendraient d'Irlande. La mer est essentiellement un agent de transport qui, par l'action des courants, dépose et déplace les matériaux.

B - DISPONIBILITES EN 1985

Dans la mesure où l'on aura recours à cette source d'agrégats, il n'y aura pas de problèmes de réserves. L'importance des gisements et les possibilités d'exploitation, notamment la faible profondeur des dépôts permettront de compenser tout déficit, en quelque granulométrie que ce soit. Les premiers résultats de la campagne de sondages menée dans l'Atlantique ne seront mis à la disposition du CNEXO qu'au milieu de l'année 1971. Mais d'ores et déjà, en fonction de problèmes particuliers d'approvisionnement pour certaines villes, nous avons retenu l'hypothèse d'un recours à ce type de granulats.

°°

D'après les renseignements ponctuels qui nous ont été fournis, il est possible d'affirmer que les plateaux continentaux méditerranéen et atlantique renferment des ressources très importantes. Toutes ne sont pas exploitables, en raison de contraintes granulométriques ou de profondeur. En outre, les effets néfastes sur la flore et la faune, ainsi que la tenue des rivages, n'ont pas encore été bien déterminés. Mais tant que les dragages s'effectueront assez loin des côtes, il ne semble pas que le danger soit très grand.

L'essentiel est que ces matériaux soient disponibles en quantités très importantes pour couvrir une partie des besoins des agglomérations situées à proximité.

On peut difficilement faire l'hypothèse d'un recours massif à ce type de matériaux comme dans le cas de la Région parisienne ou du Nord. Néanmoins, le début d'exploitation effectué à La Rochelle et les déficits prévisibles de certaines granulométries en 1985 nous interdisent de rejeter cette éventualité.

96

Chapitre 5

LES MATERIAUX EXPANSES D'ORIGINE MINERALE

On connaît les raisons du développement de ces matériaux nouveaux : une excellente isolation thermique, qui permet leur emploi en construction, mais également une légèreté et une résistance qui les rendent utilisables dans certains ouvrages d'art. Ce sont donc des considérations non de prix mais de qualités spécifiques qui légitiment l'intérêt de leur exploitation.

Deux matériaux remarquables par leurs qualités ont été retenus : il s'agit de l'argile expansée et du schiste expansé.

Nous distinguerons donc deux sections :

- I - Caractéristiques générales
- II - Disponibilités en 1985

I - CARACTERISTIQUES GENERALES

Nous ne reviendrons pas sur la description des deux procédés de fabrication, longuement décrits dans l'étude sur la Région parisienne et le Nord. Rappelons simplement que l'on fait appel au four rotatif, dit procédé Leca, et au frittage ou procédé à grille.

La principale difficulté pour ces matériaux vient du fait que tous ne peuvent être expansés. C'est le cas des matériaux d'origine calcaire, d'où la difficulté d'implanter des unités de production là simplement où se manifeste la demande.

Parmi les grandes agglomérations qui nous intéressent, seul un industriel des environs de Toulouse a mis des installations en place qui produiront environ 50 000 m³ par an à partir de 1971. Mais un certain nombre de producteurs, souvent ardoisiers et briquetiers, sont en quête de terrains contenant des matériaux expansables, et des essais sont effectués un peu partout en laboratoire. Les premiers résultats nous permettront de faire des hypothèses quant à la localisation probable de ces exploitations.

Actuellement, l'utilisation la plus commune des agrégats expansés, est relative aux bétons isolants, composant les façades, les terrasses et planchers. Mais outre ces bétons isolants, il faut noter l'utilisation possible des agrégats expansés dans la confection de bétons porteurs, c'est-à-dire les ouvrages de bâtiment ou de génie civil requérant des qualités combinées de légèreté et de solidité. Mis à part les cas où ces matériaux seront utilisés uniquement pour des raisons techniques et quel que soit leur prix, le développement de leur emploi se fera en fonction de leur compétitivité à l'égard des autres agrégats classiques, en termes de prix de revient.

II - DISPONIBILITES EN 1985

A partir de l'analyse des substitutions prévisibles induites par les conséquences de l'évolution technologique de la construction, on a pu déterminer les tonnages de matériaux expansés qui seront vraisemblablement incorporés aux ouvrages de bâtiment en 1985. Nous retrouverons cette évaluation dans le chapitre I de la deuxième partie, réservé à l'analyse de la demande.

Les chiffres auxquels nous sommes parvenus ne posent aucun problème d'approvisionnement en matières premières.

Tout autre est la difficulté d'établir des hypothèses de localisation des unités de production.

Pour ce faire, nous avons tenu compte de plusieurs facteurs : tout d'abord, de la localisation des unités de production actuellement en fonctionnement et de celles qui sont en voie de réalisation; ensuite, des résultats obtenus en laboratoires qui permettent d'envisager favorablement une future implantation; enfin, de la localisation et de l'importance de la demande.

La résultante est qu'aucune région n'est dépourvue de possibilités de produire des matériaux expansés, et nous avons admis que les usines seront localisées non loin des principaux centres de consommation. Si la demande croît au rythme prévu, il est vraisemblable que l'on ne poursuivra pas les importations exclusives du nord ou de l'est de la France, mais qu'au contraire des producteurs locaux pourvoiront aux besoins. Dans la mesure du possible, ces unités seront installées à proximité des grandes agglomérations, de façon à réduire les coûts au maximum.

°°

Nouveaux par leur origine et leur nature, les agrégats expansés ajoutent donc aux possibilités d'approvisionnement des grandes agglomérations. Si ces matériaux permettent d'aboutir à des prix de revient inférieurs à ceux des agrégats traditionnels, ils verront leur

utilisation se généraliser dans tous les ouvrages de bâtiment ou de génie civil. Pour le moment et même à l'horizon 1985, cette hypothèse ne peut pas encore être retenue. Si les matériaux expansés d'origine minérale peuvent fournir une partie des éléments susceptibles d'accuser un déficit, ce sont essentiellement leurs qualités spécifiques qui les feront utiliser.

Finalement, l'équilibre entre les différents types de matériaux s'établira en fonction des niveaux relatifs des prix des matériaux rendus qui feront l'objet de la deuxième partie de cette étude.

Auparavant, nous allons essayer de résumer le contenu de la première partie.

CONCLUSION

Dans cette première partie descriptive, nous avons essayé de mettre en évidence les ressources d'agrégats susceptibles d'introduire d'ici à 1985 des modifications importantes en ce qui concerne l'offre des matériaux à destination des grandes Z.P.I.U. qui constituent l'objet de la présente étude. Parmi les matériaux étudiés, certains sont en quantités pratiquement illimitées, comme les matériaux concassés de carrières ou les sables et graviers de mer. D'autres commencent à être en voie d'épuisement, soit que les gisements ne possèdent plus de réserves, comme dans le lit du Var, soit que les conditions actuelles d'extraction ne permettent pas d'exploiter toutes les ressources potentielles, il en est ainsi pour les alluvionnaires de la Garonne.

Au vu des résultats précédemment acquis, nous pouvons essayer d'évaluer, ou, à défaut, de donner une appréciation globale sur l'importance des ressources encore disponibles et sur les quantités qui pourraient être annuellement extraites en 1985. Ce faisant, nous pourrions fonder des hypothèses quant à la place qu'occuperont, pour les Z.P.I.U., les ressources en agrégats des autres régions. Un tableau regroupant nos principales conclusions donnera une meilleure idée des résultats auxquels nous sommes parvenus. Il ne sera pas fait de distinction au niveau des agglomérations, mais par type de matériaux et origine des ressources.

Comme nous l'avons souligné jusqu'ici, les zones déficitaires sont relativement rares, et les problèmes d'approvisionnement en agrégats trouvent presque toujours une solution purement régionale, par déplacement géographique des exploitations ou tout simplement substitution de matériaux.

Quantités d'agrégats disponibles en 1985 pouvant approvisionner les principales agglomérations	
Origines	Quantités en millions de t
Sables et graviers du bassin rhodanien.....	très importantes
" " de la Durance	4,0
" " du Val d'Aran	1,7
" " du Var	0,6
" " languedociens	4,0
" " de la Garonne	20,0
" " de la Dordogne	0,6
" " de l'Adour et du Gave de Pau	6,0
" " de Loire	19,0
Matériaux concassés de carrières terrestres ...	très importantes
Sables et graviers de mer	très importantes
Matériaux expansés	2,2 ^o

^o 2,2 millions de tonnes d'agrégats expansés sont équivalents, en volume, à 7,5 millions de tonnes de granulats traditionnels

L'aspect somme toute récent de ces problèmes est corroboré par le faible recours à ces types nouveaux d'agrégats que sont les sables et graviers de mer. Bien que la notion de coût soit essentielle en ce domaine, l'aspect besoin a également été pris en compte.

Finalement, au niveau de chaque grande agglomération, une situation d'équilibre sera trouvée par l'intermédiaire des prix, c'est-à-dire du coût des matériaux rendus sur les chantiers.

Après avoir défini les caractéristiques de la demande propre à chaque Z.P.I.U. au début de la seconde partie, nous nous attacherons à calculer les coûts rendus et en déduirons les flux de transport par mise en concurrence des sources de granulats susceptibles d'approvisionner ces agglomérations. Pour ce faire, nous passerons par un choix d'hypothèses de transport, établies en collaboration avec le S.A.E.I.

Deuxième partie

PREVISION DES FLUX DE TRANSPORT

Ainsi circonscrits les problèmes relatifs à l'offre, nous allons désormais nous attacher à ceux de la demande. La demande est fonction des types d'emploi et des granulométries. En effet, bétons et routes n'utilisent pas les mêmes agrégats, les gisements sont plus ou moins riches en éléments de telle ou telle granulométrie, et les ouvrages font appel à des quantités différentes de sables et graviers. D'ailleurs, nous verrons que le passage des ressources actuelles à l'approvisionnement en 1985 ne tient pas uniquement compte des potentiels en réserve, mais intègre les problèmes de substitution d'une ressource à une autre, et les pose donc en termes d'emplois spécifiques et de granulométries. En outre, la situation géographique et les facilités de transport introduisent également des distorsions par rapport à un schéma strictement concurrentiel.

Passer de l'offre à la demande impose la prise en considération du coût des matériaux rendus par l'intermédiaire des transports. Les trois composantes essentielles du coût des matériaux rendus sont :

- le coût de production
- le(s) coût(s) de transport
- le coût de rupture de charge (s'il y a lieu)

Il faut noter que les coûts de transport seront évalués à partir d'hypothèses portant sur l'infrastructure des voies de communication en 1985, élaborées en collaboration avec le Service des Affaires Economiques et Internationales du ministère de l'Equipement et du Logement.

Une fois connues les ressources disponibles de chaque type d'agrégats, la demande et le coût des matériaux rendus, nous pourrons pour chaque principale agglomération étudiée, proposer un choix et évaluer pour les différents types de matériaux la part du marché des granulats qu'ils s'approprieront en 1985 et celle du marché des transports qui reviendra à la route, à la voie ferrée, ainsi qu'à la voie navigable. Les flux seront distingués par grande agglomération, mais regroupés ensuite par région.

Cette seconde partie relative aux flux prévisionnels sera donc divisée en trois chapitres :

- Chapitre 1 : Analyse locale et régionale de la demande de granulats en 1985
- Chapitre 2 : Les composantes du coût des matériaux rendus dans les principales agglomérations en 1985
- Chapitre 3 : Structure des flux de transport de granulats à destination des principales agglomérations en 1985

Chapitre 1

ANALYSE LOCALE ET REGIONALE DE LA DEMANDE DE GRANULATS EN 1985

La demande de granulats par région en 1985 a déjà fait l'objet d'un développement dans une précédente étude effectuée pour le Service des Affaires Economiques et Internationales du ministère de l'Equipement et du Logement (1). Nous en reprendrons ici les principales conclusions.

Cependant, alors que les agrégats n'y étaient distingués les uns des autres que par grands types d'emplois, l'apparition sur le marché de nouveaux matériaux (en particulier les agrégats expansés), nous a conduits à introduire un détail plus fin en ce qui concerne les types d'emploi.

De même, certains centres d'exploitation étant trop riches ou trop pauvres en matériaux d'une certaine granulométrie, nous avons jugé indispensable de distinguer les granulats selon les types de granulométrie demandés lors de la mise en oeuvre des matériaux.

Enfin, l'étude actuelle portant sur l'approvisionnement des grandes agglomérations de certaines régions, nous avons localisé d'une manière très précise les quantités demandées en individualisant les Z.P.I.U. (zones de peuplement industriel et urbain) importantes d'une part, et en regroupant les Z.P.I.U. moins importantes d'autre part.

Ce chapitre comportera donc quatre sections :

- I - Consommation régionale de granulats en 1985
- II - Distinction par types d'emploi
- III - Distinction par types de granulométrie
- IV - Localisation de la demande

(1) Cf. "La structure des transports de granulats en 1985" BIPE-Oct. 1968

I - CONSOMMATION REGIONALE DE GRANULATS EN 1985

Avant de rappeler les consommations prévisibles de chacune des régions étudiées en agrégats, il est utile de se souvenir que les calculs déjà menés lors de l'étude précitée sur les transports de granulats à l'horizon 1985 avaient abouti à évaluer à 460 millions de tonnes, la consommation de ce type de matériaux en France à cette date. Nous assistons donc ainsi (la consommation française en 1965 étant de l'ordre de 202 millions de tonnes) à plus qu'un doublement des besoins en l'espace de vingt ans puisque la consommation serait multipliée par 2,3 ce qui correspond cependant à un taux de croissance annuel moyen modéré (4,2 %).

La consommation des Pays de la Loire devrait croître plus rapidement et être multipliée dans le même intervalle de temps par 2,4. Évaluée à 9 000 milliers de tonnes en 1965, elle atteindra 21 900 milliers de tonnes en 1985. Celle de l'Aquitaine devrait progresser au même rythme que le rythme national et passer de près de 9 900 milliers de tonnes en 1965 à 22 300 milliers de tonnes en 1985.

Celle du Midi-Pyrénées croîtra moins fortement puisque le coefficient multiplicateur ne sera que de 1,8. De 10 300 milliers de tonnes en 1965, la demande de cette région devrait s'élever à 19 000 milliers en 1985.

Dans le Rhône-Alpes, il en sera sensiblement de même puisque de 22 800 milliers de tonnes en 1965, la consommation de cette région atteindra 41 650 milliers en 1985.

Celle du Languedoc se développera légèrement plus rapidement pour être multipliée par 1,9 et passer de 7 900 milliers de tonnes en 1965 à 15 200 milliers en 1985.

C'est, de toutes les régions étudiées, en Provence-Côte d'Azur que les besoins se développeront le moins rapidement puisque de 20 200 milliers de tonnes en 1965, la consommation passerait à 34 700 milliers de tonnes en 1985 et serait donc multipliée par 1,7 en l'espace de 20 ans.

Ce rappel une fois opéré, nous devons également souligner que certains travaux spécifient la mise en oeuvre de certains matériaux particuliers. Nous devons donc distinguer les granulats par types d'emploi.

II - DISTINCTION PAR TYPES D'EMPLOI

Qu'ils soient d'origine alluvionnaire, éruptive ou calcaire, les granulats peuvent indifféremment être mis en oeuvre en liaison avec le ciment lors de la confection du béton ; on peut également utiliser n'importe quel matériau lors de la confection des couches de base et de fondation des ouvrages routiers. Il en est et il en sera de plus en plus différemment lors de la mise en place de couches de roulement de ces mêmes ouvrages routiers. Nous savons que certains matériaux sont utilisés là, à l'exclusion de tout autre.

Le type d'emploi final conditionne donc en partie l'origine des matériaux auxquels on fait appel.

A - LES MATERIAUX UTILISES DANS LES COUCHES DE ROULEMENT DES ROUTES

Les routes et autoroutes "en noir" possèdent une couche de roulement constituée, soit d'un enduit superficiel bi-couche ou tri-couche, soit d'un tapis de béton bitumineux. Dans chacun de ces deux cas, les matériaux utilisés doivent être des matériaux concassés de carrières d'origine primaire ou éruptive.

Les autoroutes "en blanc" possèdent une couche de roulement en béton de ciment. On fait appel dans ce cas à des matériaux concassés de carrières calcaires. Comme nous l'avons calculé précédemment (1), c'est à 1,6 % que s'élève la part de ces calcaires durs dans l'ensemble des matériaux utilisés dans les couches de roulement des routes.

(1) Ouvrage cité.

On peut alors construire le tableau suivant :

Matériaux utilisés dans les couches de roulement des routes en 1985			
en milliers de tonnes			
Régions	Calcaires durs	Eruptifs	Total
Pays de la Loire	30	2 070	2 100
Aquitaine	40	2 360	2 400
Midi-Pyrénées	30	1 970	2 000
Rhône-Alpes	60	3 540	3 600
Languedoc	20	1 280	1 300
Provence	40	2 360	2 400

**B - LES MATERIAUX UTILISES DANS LES COUCHES DE BASE ET DE FONDATION DES ROUTES,
DANS LA CONFECTION DU BETON ET DANS LES AUTRES EMPLOIS**

Dans le tableau ci-dessous, nous avons regroupé les consommations de granulats qui seront utilisées en 1985 dans chacune des régions où sont situées les grandes agglomérations dont nous devons étudier l'approvisionnement prévisible à cette date-là, ceci dans l'hypothèse où il ne serait fait appel qu'à des matériaux traditionnels. Nous y avons distingué les emplois les uns des autres :

Matériaux utilisés dans les couches de base et de fondation des routes, dans la confection du béton et dans les autres emplois en 1985				
en milliers de tonnes				
Régions	Routes	Béton	Autres usages	Total
Pays de la Loire	5 500	13 000	2 000	20 500
Aquitaine	6 100	12 500	2 000	20 600
Midi-Pyrénées	5 400	10 500	1 700	17 600
Rhône-Alpes	9 700	25 500	4 200	39 400
Languedoc	3 600	9 400	1 500	14 500
Provence	6 600	23 200	3 800	33 600

Nous savons en fait que si les matériaux expansés d'origine minérale risquent peu d'être mis en oeuvre dans les couches de base et de fondation des routes et dans les autres usages habituels des agrégats, ils ont par contre de fortes chances de se substituer aux granulats traditionnels dans la confection du béton.

Une tentative d'évaluation de cette substitution a été faite (1). Elle a abouti à la conclusion suivante : 8 % du volume des agrégats utilisés dans le béton seront des agrégats expansés. La confection du béton absorberait donc des matériaux expansés et des matériaux ordinaires dans les proportions suivantes (2).

<u>Agrégats utilisés dans la confection du béton en 1985</u>			
en milliers de tonnes			
Régions	Agrégats expansés	Agrégats ordinaires	Total
Pays de la Loire	300	12 000	12 300
Aquitaine	300	11 500	11 800
Midi-Pyrénées	200	9 700	9 900
Rhône-Alpes	600	23 500	24 100
Languedoc	200	8 600	8 800
Provence	600	21 300	21 900

-
- (1) "La structure des transports de granulats en 1985 ; étude des possibilités d'approvisionnement de la Région parisienne et du Nord" Tome 1 - BIPE-Décembre 1969
- (2) Ces résultats ont été obtenus en tenant compte de la masse spécifique moyenne des agrégats expansés (0,5) et ordinaires (1,67)

La répartition des seuls agrégats ordinaires entre les trois grands types d'emploi distingués plus haut (routes, béton, autres) devient alors la suivante :

<u>Consommation d'agrégats ordinaires en 1985</u>				
en milliers de tonnes				
Régions	Routes	Béton	Autres usages	Total
Pays de la Loire	5 500	12 000	2 000	19 500
Aquitaine	6 100	11 500	2 000	19 600
Midi-Pyrénées	5 400	9 700	1 700	16 800
Rhône-Alpes	9 700	23 500	4 200	37 400
Languedoc	3 600	8 600	1 500	13 700
Provence-Côte d'Azur ..	6 600	21 300	3 800	31 700

Le poids étant l'unité habituellement prise en compte lors du raisonnement en termes de flux de transports, nous pouvons à présent évaluer en tonnes les quantités d'agrégats ordinaires et expansés qui seront acheminés en 1985 à destination des points de consommation de chacune des régions choisies pour être utilisées dans les couches de base et de fondation des routes, dans la confection du béton et dans les autres emplois.

Acheminement à destination des Pays de la Loire

$19\ 500 + 300 = 19\ 800$ milliers de tonnes

Acheminement à destination de l'Aquitaine

$19\ 600 + 300 = 19\ 900$ milliers de tonnes

Acheminement à destination du Midi-Pyrénées

$16\ 800 + 200 = 17\ 000$ milliers de tonnes

Acheminement à destination du Rhône-Alpes

$37\ 400 + 600 = 38\ 000$ milliers de tonnes

Acheminement à destination du Languedoc

$13\ 700 + 200 = 13\ 900$ milliers de tonnes

Acheminement à destination de la Provence-Côte d'Azur

$31\ 700 + 600 = 32\ 300$ milliers de tonnes

La distinction par types d'emploi aboutit à scinder les besoins en matériaux ordinaires de ceux en agrégats expansés. Elle est cependant insuffisante puisqu'elle néglige un élément important lors de la mise en oeuvre des granulats dans les ouvrages de bâtiment et de génie civil : la granulométrie.

Consommation d'agrégats ordinaires par types de granulométrie en 1985

en milliers de tonnes

Régions	Types de granulométrie	Routes	Béton	Autres usages	Total
Pays de la Loire	Sables	1 100	4 000	1 600	6 700
	Graviers	4 400	8 000	400	12 800
	Total	5 500	12 000	2 000	19 500
Aquitaine	Sables	1 200	3 800	1 600	6 600
	Graviers	4 900	7 700	400	13 000
	Total	6 100	11 500	2 000	19 600
Midi-Pyrénées	Sables	1 100	3 200	1 400	5 700
	Graviers	4 300	6 500	300	11 100
	Total	5 400	9 700	1 700	16 800
Rhône-Alpes	Sables	1 900	7 800	3 400	13 100
	Graviers	7 800	15 700	800	24 300
	Total	9 700	23 500	4 200	37 400
Languedoc	Sables	700	2 900	1 200	4 800
	Graviers	2 900	5 700	300	8 900
	Total	3 600	8 600	1 500	13 700
Provence	Sables	1 300	7 100	3 000	11 400
	Graviers	5 300	14 200	800	20 300
	Total	6 600	21 300	3 800	31 700

III - DISTINCTION PAR TYPES DE GRANULOMETRIE

En effet, les pourcentages d'éléments fins (sables) et gros (graviers), exigés lors de la confection du béton, diffèrent de ceux requis dans les quantités de granulats mises en place dans les couches de base et de fondation des routes ou dans les autres usages.

Or, certains gisements sont plutôt riches en sable tandis que d'autres comportent peu d'éléments fins et sont capables de fournir une grande quantité de graviers. La possibilité de concasser les trop gros éléments existe bien sûr mais elle renchérit le coût des matériaux.

Des ajustements sont parfois nécessaires, certaines sources d'approvisionnement servant de complément à certaines autres. Le problème se pose surtout dans les consommations de matériaux utilisés dans les couches de base et de fondation des routes, la confection du béton et les autres emplois, car les carrières de matériaux éruptifs sont à même d'offrir les types de granulométrie exigés dans les couches de roulement des routes.

En appliquant les pourcentages en éléments fins ou gros aux quantités globales demandées dans chaque type d'emploi (1) on obtient les résultats qui figurent dans le tableau ci-contre.

Jusqu'à présent, la demande de granulats (distinguée par types d'emploi ou par catégories de granulométrie) n'a été analysée que globalement au niveau de chacune des régions. L'étude présente est centrée sur l'approvisionnement des principales agglomérations de ces régions ; aussi devons-nous localiser plus précisément la demande.

(1) "La structure des transports de granulats en 1985 ; étude des possibilités d'approvisionnement de la Région parisienne et du Nord - Tome 2" BIPE-Février 1970

Consommation de granulats des principales agglomérations en 1985

en milliers de tonnes

Agglomérations	Couches inférieures des routes, béton et autres usages.				Couches de roulement des routes			Total
	Sables	Graviers	Expansés	Total	Calcaires	Eruptifs	Total	
Nantes	1 650	3 160	70	4 880	10	510	520	5 400
Saint-Nazaire	340	650	20	1 010		110	110	1 120
Le Mans	620	1 190	30	1 840		190	190	2 030
Angers	560	1 070	20	1 650		170	170	1 820
Choletais	470	890	20	1 380		150	150	1 530
Autres	3 060	5 840	140	9 040	20	940	960	10 000
Total PAYS DE LA LOIRE .	6 700	12 800	300	19 800	30	2 070	2 100	21 900
Bordeaux	1 930	3 810	90	5 830	10	690	700	6 530
Bayonne	480	940	20	1 440		170	170	1 610
Pau	410	810	20	1 240		150	150	1 390
Autres	3 780	7 440	170	11 390	30	1 350	1 380	12 770
Total AQUITAINE	6 600	13 000	300	19 900	40	2 360	2 400	22 300
Toulouse	1 700	3 320	60	5 080	10	590	600	5 680
Autres	4 000	7 780	140	11 920	20	1 380	1 400	13 320
Total MIDI-PYRENEES	5 700	11 100	200	17 000	30	1 970	2 000	19 000
Lyon	4 110	7 630	190	11 930	20	1 110	1 130	13 060
Saint-Etienne	820	1 530	40	2 390	10	220	230	2 620
Grenoble	1 650	3 050	70	4 770	10	440	450	5 220
Valence	490	910	20	1 420		130	130	1 550

(suite)

115

Agglomérations	Couches inférieures des routes, béton et autres usages				Couches de roulement des routes			Total
	Sables	Graviers	Expansés	Total	Calcaires	Eruptifs	Total	
Chambéry	400	730	20	1 150		110	110	1 260
Annecy	430	790	20	1 240		120	120	1 360
Autres	5 200	9 660	240	15 100	20	1 410	1 430	16 530
Total RHONE-ALPES	13 100	24 300	600	38 000	60	3 540	3 600	41 600
Montpellier	970	1 790	40	2 800	10	260	270	3 070
Nîmes	560	1 040	20	1 620		150	150	1 770
Perpignan	440	810	20	1 270		110	110	1 380
Autres	2 830	5 260	120	8 210	10	760	770	8 980
Total LANGUEDOC	4 800	8 900	200	13 900	20	1 280	1 300	15 200
Marseille	2 460	4 370	130	6 960	10	510	520	7 480
Nice	2 310	4 110	120	6 540	10	480	490	7 030
Toulon	820	1 460	40	2 320		170	170	2 490
Avignon	930	1 670	50	2 650		190	190	2 840
Etang de Berre	1 140	2 030	60	3 230		240	240	3 470
Aix	410	730	20	1 160		80	80	1 240
Autres	3 330	5 930	180	9 440	20	690	710	10 150
Total PROVENCE-COTE D'AZUR	11 400	20 300	600	32 300	40	2 360	2 400	34 700

IV - LOCALISATION DE LA DEMANDE

Aux agglomérations, nous pouvons faire correspondre les zones de peuplement industriel et urbain.

Dans une précédente étude (1) nous avons déjà calculé les consommations de ciment par Z.P.I.U. Ces consommations ayant été supposées bien refléter l'activité totale de la branche bâtiment et génie civil, nous avons ventilé par Z.P.I.U. les consommations régionales de granulats proportionnellement aux consommations de ciment en 1985 après avoir cependant intégré les nouvelles prévisions démographiques pour 1985 établies à partir des résultats du recensement de la population de 1968.

Nous avons individualisé les agglomérations sur l'approvisionnement desquelles nous porterons notre principal effort d'analyse et regroupé les autres. Toutes les agglomérations dont la consommation totale en granulats en 1985 sera supérieure à un million de tonnes seront distinguées les unes des autres. Ce seuil correspond, sans pour autant que nous puissions établir un lien entre consommation d'agrégats et population, aux zones de peuplement industriel et urbain dont la population dépassera en 1985 140 000 habitants.

On trouve dans le tableau précédent la liste des agglomérations et la consommation de granulats de chacune d'elles selon l'emploi auquel ils seront destinés et selon la granulométrie qui sera demandée.

Les granulats qui seront acheminés à destination des chantiers de chacune des agglomérations seront susceptibles de provenir de sources différentes. Or, chaque type d'agrégats sera produit à un certain coût et devra supporter un autre coût qui, lui, sera fonction de la distance, séparant lieu de production et agglomération, et du mode de transport emprunté : le coût de transport. Un troisième élément peut grever le prix du matériau rendu : le coût de rupture de charge.

Nous déterminerons chacun de ces éléments du coût final avant de mettre en présence sur les chantiers de chaque agglomération les différents matériaux et d'en déduire ainsi par comparaison de prix la structure des flux de transport.

(1) "La structure des transports de ciment en 1985" BIPE-Mai 1968

Chapitre 2

LES COMPOSANTES DU COUT DES MATERIAUX RENDUS
DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS EN 1985

Après avoir été extraits, et selon les types de matériaux, les agrégats subissent un nombre plus ou moins grand d'opérations les rendant aptes à remplir les fonctions auxquelles ils sont destinés.

Dans chaque région, les emplois que l'on fait des agrégats alluvionnaires ou concassés de carrières terrestres dépendent de la prédominance des uns ou des autres quant aux ressources. Livrés en l'état, c'est-à-dire en tout-venant, ils vont généralement aux emplois les moins nobles, surtout en remblais. Puis des opérations de plus en plus complexes les destinent à des emplois plus spécialisés. On procède alors soit à un lavage, criblage, ou à une opération supplémentaire plus élaborée de concassage ou broyage.

Ensuite, après stockage, les agrégats sont acheminés vers leur lieu de mise en oeuvre (1), par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs moyens de transport, dans le second cas intervient la notion de rupture de charge.

(1) Le transport des agrégats déjà mêlés au ciment dans les toupies des camions de béton prêt à l'emploi a été assimilé, dans un souci d'homogénéité, au parcours terminal que doivent supporter les matériaux jusqu'au chantier. Si cette assimilation se conçoit dans le cas de centrales à béton approvisionnées directement au départ de carrières par voie ferrée ou voie navigable (cas très fréquent à l'heure actuelle), son inconvénient majeur consiste à ne pas prendre en compte le transport par voie routière entre le centre de distribution et la centrale, dans le cas d'approvisionnement indirect.

On retient donc finalement un coût rendu du matériau par addition :

- 1) du coût de production
- 2) du coût de transport variant en fonction d'hypothèses d'infrastructure
- 3) éventuellement d'un coût de rupture de charge.

L'étude de ces éléments donnera lieu aux trois sections qui composent ce chapitre.

I - LE COUT DE PRODUCTION DES MATERIAUX

Nous ne reviendrons pas sur le choix de l'unité de mesure qui restera la tonne, comme dans l'étude précédente, afin de faciliter la comparaison des résultats. Elle est d'ailleurs l'unité la plus communément employée par les différents agents qui interviennent dans les circuits empruntés par les agrégats.

Une unité de produit entraîne un ensemble de dépenses pour l'entrepreneur, qui constitue le coût de production ou le prix de revient sur le lieu d'extraction. Le prix de vente au départ de la carrière, auquel nous ne ferons pas appel, incorpore quant à lui la marge du producteur. D'une entreprise à l'autre, des modifications de prix interviennent en fonction de la structure de l'entreprise, à savoir la taille et le degré d'utilisation des machines, ce dernier facteur étant souvent en relation avec la nécessité plus ou moins grande d'élaborer les différents types de produits, selon leur nature et leur granulométrie.

Les résultats auxquels nous parviendrons seront fondés sur la production d'une tonne d'agrégats par des entreprises qui seront de type industriel, les seules vraiment significatives à l'horizon qui nous intéresse.

Une autre distorsion est introduite par la distinction faite entre les sables et les graviers, les processus d'élaboration étant différents. Mais toujours dans un but de simplification et surtout d'homogénéité, la tonne d'agrégats inclura sables et graviers, bien que les

différences pouvant les affecter selon les types de produits et selon les régions aient été prises en compte dans nos calculs.

Nous allons nous trouver, au niveau de chaque région étudiée, et donc des Z.P.I.U. qui y sont incluses, en présence de différentes sources d'approvisionnement que nous allons recenser et classer, et qui correspondront chacune à un prix. Puis, après étude des structures de prix en 1968 et des facteurs d'évolution qui les affecteront, nous aurons la possibilité de les évaluer pour 1985. Un rappel rapide de la méthode adoptée en vue de l'évaluation des coûts de production des différents produits précédera les résultats.

A - LES DIFFERENTES SOURCES DE GRANULATS SUSCEPTIBLES D'APPROVISIONNER LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS EN 1985

Parmi les matériaux décrits dans la première partie, nous allons regrouper ceux qui seront susceptibles d'approvisionner les régions intéressées.

Seront donc séparés :

- les sables et graviers d'alluvions
- les agrégats concassés calcaires
- les agrégats concassés éruptifs
- les sables et graviers de mer
- les agrégats expansés.

Il nous faut toutefois préciser que le recensement des matériaux susceptibles d'approvisionner les différentes régions fera apparaître une quantité de produits supérieure à celle qui sera indiquée dans les tableaux de synthèse relatifs aux coûts de production.

En effet, les calculs intermédiaires nous ont montré que les coûts et leur structure ne variaient pas ou très peu, selon qu'ils étaient extraits dans le fleuve principal ou l'un de ses affluents, ou d'un fleuve à l'autre dans la même région.

Après avoir systématiquement recensé tous les types de matériaux en présence, nous établirons un tableau synthétique des coûts, beaucoup plus significatif et capable de nous fournir les éléments nécessaires à une mise en concurrence des différents types d'agrégats.

1°) L'approvisionnement en granulats de la région des Pays de la Loire

Que les agrégats soient extraits dans le lit mineur de la Loire ou en ballastières, l'ensemble de la vallée alluviale et de ses affluents restera en quelque sorte l'épine dorsale de l'approvisionnement en sables et graviers de cette région. On aura donc comme sources possibles d'approvisionnement :

- les sables et graviers de la Loire et de ses affluents
- les matériaux concassés calcaires
- les matériaux concassés éruptifs

auxquelles il faut ajouter :

- les sables et graviers de mer.

En effet, les conditions favorables des gisements au large de l'embouchure de la Loire nous permettent d'envisager un début d'exploitation, qui viendra combler les déficits dus à l'action combinée des contraintes de l'urbanisation et, entre autres, le gel d'importantes vallées sous forme de zones naturelles de loisirs, et de l'augmentation rapide des besoins, en particulier de Nantes et Saint-Nazaire.

Enfin, citons les matériaux expansés d'origine minérale qui n'entrent pas directement en concurrence avec les autres agrégats, mais qui seront voués à des utilisations spécialisées.

2°) L'approvisionnement en granulats de la région Aquitaine

Parmi les matériaux alluvionnaires, on fera encore appel surtout :

- aux sables et graviers de Garonne et de ses affluents, et, en appoint :

- aux sables et graviers de Dordogne

- aux sables et graviers de l'Adour et du Gave de Pau.

Ces agrégats dominent largement par rapport aux :

- matériaux concassés calcaires et éruptifs.

Les conditions favorables du plateau continental au large de l'île de Ré nous permettent d'avancer l'hypothèse selon laquelle on aura recours à un début d'exploitation des :

- sables et graviers de mer.

surtout en considérant les difficultés qu'auront les exploitants à acquérir des terrains subissant de nombreuses contraintes et l'absence de recherches systématiques dans la partie supérieure des Landes, du moins en l'état actuel des choses ;

et :

- les matériaux expansés d'origine minérale.

3°) L'approvisionnement en granulats de la région Midi-Pyrénées

Ici encore, domineront :

- les sables et graviers de la Garonne et de ses affluents

auxquels il faut ajouter :

- les sables et graviers des fleuves du Roussillon
- les matériaux concassés calcaires
- les matériaux concassés éruptifs
- les matériaux expansés d'origine minérale.

Au sujet de ces derniers, on peut noter que la région Midi-Pyrénées sera en quelque sorte l'initiatrice du développement de ces matériaux nouveaux au sud de la Loire, grâce à la nature même du sol et aux études qui ont été menées très tôt en ce domaine.

4°) L'approvisionnement en granulats de la région Rhône-Alpes

A l'image des régions précédentes, un réseau hydrographique dense, avec d'importants cours d'eau, constitue une source essentielle en alluvionnaires. Bien que les lieux d'exploitation doivent se trouver souvent déplacés, en raison des contraintes de l'urbanisation, nous aurons toujours :

- les sables et graviers du Rhône
- les sables et graviers de la Saône

qui alimenteront principalement la grande métropole lyonnaise,

- les sables et graviers de l'Isère et du Drac
- les sables et graviers du Fier
- les sables et graviers de la Loire
- les sables et graviers du Rhône et du Gard dans la partie méridionale
- les sables et graviers de Durance
- des sables et graviers locaux, plus diffus.

A cela, nous avons ajouté, dans l'hypothèse d'une infrastructure favorable de voie navigable à grand gabarit :

- les sables et graviers de la Plaine d'Alsace.

Nous verrons ultérieurement la plausibilité d'une telle hypothèse.

On y ajoutera :

- les matériaux concassés calcaires
- les matériaux concassés éruptifs
- les matériaux expansés d'origine minérale.

5°) L'approvisionnement en granulats de la région Languedoc-Roussillon

Cette région continuera à être approvisionnée en :

- sables et graviers du Rhône
- sables et graviers du Gard,
- sables et graviers de l'Hérault
- sables et graviers de l'Aude et des fleuves du Roussillon

et pour les villes limitrophes par :

- les sables et graviers de Garonne
- les sables et graviers de Durance

Mais un début d'épuisement de ces ressources nous permet de prévoir une certaine substitution par :

- les matériaux concassés calcaires

auxquels il faut ajouter pour des besoins spécifiques :

- les matériaux concassés éruptifs

et pour pallier un déficit en "fins" :

- les sables et graviers de mer, qui ne seront qu'à leur début d'exploitation

et pour les raisons déjà mentionnées :

- les matériaux expansés d'origine minérale.

6°) L'approvisionnement en granulats de la région Provence-Côte d'Azur

Cette région constitue l'exception quant à la prédominance des matériaux concassés calcaires sur les agrégats alluvionnaires, pour des raisons liées à la nature du sol.

Nous aurons alors :

- les sables et graviers du Rhône, surtout ceux issus de gisement de la Crau
- les sables et graviers de la Durance

- les sables et graviers du Val d'Aran
- les sables et graviers du Var, ces derniers voyant leur part relative diminuer
- les sables et graviers du Gard

et surtout :

- les matériaux concassés calcaires
- les matériaux concassés éruptifs

et enfin :

- les matériaux expansés d'origine minérale.

7°) Regroupement synthétique des différentes sources de granulats susceptibles d'approvisionner les Z.P.I.U. (des régions étudiées) en 1985

Un regroupement par grands bassins, et par types de matériaux, nous permet donc de mettre en présence, sans introduire de distorsions relatives aux coûts :

- les sables et graviers du bassin rhodanien
- les sables et graviers de la Durance
- les sables et graviers du Val d'Aran
- les sables et graviers du Var
- les sables et graviers languedociens
- les sables et graviers de Garonne (cours toulousain)
- les sables et graviers de Garonne (cours aquitain)
- les sables et graviers de Dordogne
- les sables et graviers de l'Adour et du Gave de Pau
- les sables et graviers de Loire
- les sables et graviers de la Plaine d'Alsace
- les matériaux concassés calcaires
- les matériaux concassés éruptifs
- les sables et graviers de mer
- les matériaux expansés d'origine minérale.

Nous sommes donc en présence de quinze sources d'approvisionnement en matériaux pour lesquelles nous allons évaluer les prix de revient respectifs en 1970 et en 1985, pour une unité de production d'environ 1 million de tonnes après avoir rappelé la méthode suivie.

Nous conserverons, comme base de référence, l'entreprise possédant une capacité productrice de 800 000 à 1 200 000 tonnes. Certes, des unités de moindre importance subsisteront. Mais il est vraisemblable que la plus grande partie de la production sera élaborée par ce type d'entreprise à structure très industrialisée. Rappelons la faiblesse des économies d'échelle en cas d'investissements massifs. En fait, les gains en frais de personnel sont compensés par les dépenses supplémentaires d'amortissement et d'entretien. Toutefois, il en va différemment pour les extractions en mer où des écarts considérables se manifestent selon la taille des dragues. Nous n'aurons pas l'occasion de le voir dans les développements ultérieurs de l'étude, car nous avons été soumis à des contraintes d'ordre quantitatif. En effet, aucune des grandes agglomérations que nous étudierons n'est en mesure d'absorber les quantités annuellement extraites par une drague de très forte capacité.

B - LA METHODE D'EVALUATION DES COÛTS DE PRODUCTION

L'agrégation des différents postes de dépenses nécessaires à la production d'une tonne d'agrégats permet d'obtenir le coût total. C'est à partir de l'évolution de ces différents postes au cours du temps que nous pourrions établir le coût de production en 1985.

1°) Définition et contenu des postes de dépenses

Nous reprendrons les cinq postes définis dans l'étude précédente, à savoir : dépenses en matières premières, amortissement du matériel, entretien du matériel, personnel et divers, qui correspondent aux éléments suivants :

- Matières premières

C'est le prix d'achat du terrain, lorsque l'entrepreneur en est le propriétaire, ramené à la tonne extraite, ou bien le droit de foretage payé à la commune ou à l'Etat lorsqu'il n'est en quelque sorte que locataire.

Bien que dans nos calculs nous ayons souvent pris des valeurs moyennes, surtout dans un contexte purement régional, des différences notables peuvent être enregistrées de région à région, et par type de produits. Ainsi, certains bassins menacés d'épuisement contraignent à une augmentation importante des redevances afin de prendre des mesures de régularisation des apports naturels de matériaux.

- Amortissement du matériel

Nous ne rappellerons pas la liste de tous les matériels qui peuvent être mis en oeuvre pour extraire des agrégats. Ce poste varie assez fortement selon les types de matériaux exploités, et dans tous les cas il occupe une place importante à l'égard de l'ensemble.

- Entretien du matériel

Transformant des matières très abrasives, les industries extractives nécessitent des frais d'entretien importants. Le coefficient de rotation des pièces neuves, particulièrement celles qui sont en contact direct avec les matériaux, est très élevé, surtout pour les agrégats très durs. D'où un poste "entretien" à peine inférieur et même quelquefois supérieur à l'amortissement.

- Personnel

Ce poste regroupe l'ensemble des rémunérations de toutes les catégories de personnels, qu'ils aient participé à la production, à l'entretien ou à l'administration. Une autre méthode aurait consisté en une ventilation de frais globaux par types de travaux, et pour donner un exemple précis, on aurait attribué au poste entretien la part de dépenses en personnel chargé de ce travail. Mais la première présente des avantages indiscutables, notamment de simplicité, pour notre exposé. Les postes étant dépendants les uns des autres en fonction de l'évolution vers une plus grande taille de l'unité de production, nous pourrions comparer les variations de structure.

La seconde méthode, faisant appel à des notions de comptabilité analytique aurait entraîné une trop grande complexité nuisant à la clarté de l'exposé. Seules des valeurs moyennes seront retenues, car des différences de productivité au niveau des facteurs de production sont une cause de distorsions.

- Divers

La dénomination même de ce poste nous suggère l'hétérogénéité de son contenu. On y trouve aussi bien les frais financiers, que certaines redevances, les dépenses énergétiques, les dépenses de manutention, etc.

2°) La méthode adoptée

Pour chaque source dont nous avons fait état dans le regroupement de synthèse précédent, a été déterminé le coût de production de la tonne d'agrégats extraite en 1970, susceptible d'approvisionner les Z.P.I.U. intéressées en 1985.

Ce coût a été réparti entre les cinq postes de dépenses définis ci-dessus.

Puis, nous nous sommes interrogés sur les causes et le sens des variations qui pourront affecter chacun des postes de dépenses.

Tableau n° 2

Coût de production de la tonne d'agrégats en 1970

Type de matériaux	Matière première		Amortissement matériel		Entretien matériel		Personnel		Divers		Total	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F/T	%
Alluvionnaires du Rhône et de ses affluents	0,3	10	0,8	22	1,0	28	0,9	25	0,5	15	3,5	100
Alluvionnaires de la Durance.	-	-	1,5	30	1,0	20	1,0	20	1,5	30	5,0	100
Alluvionnaires du Val d'Aran.	0,4	10	0,9	24	0,8	19	1,0	25	0,9	21	4,0	100
Alluvionnaires du Var	2,0	36	1,4	25	1,0	18	0,8	15	0,3	6	5,5	100
Alluvionnaires languedociens.	0,3	10	0,8	22	0,6	19	0,9	25	0,9	24	3,5	100
Alluvionnaires de la Garonne (cours toulousain)	0,3	9	1,0	22	0,9	21	1,2	26	1,0	22	4,5	100
Alluvionnaires de la Garonne (cours aquitain)	0,4	11	0,9	23	0,8	20	1,2	29	0,7	17	4,0	100
Alluvionnaires de la Dordogne	0,4	10	0,8	23	0,7	20	1,0	30	0,6	17	3,5	100
Alluvionnaires de l'Adour et du Gave de Pau	0,3	7	1,1	24	1,0	22	1,2	27	0,9	20	4,5	100
Alluvionnaires de la Loire ..	0,3	10	0,7	27	0,6	20	0,9	30	0,5	17	3,0	100
Alluvionnaires de la Plaine d'Alsace	0,4	20	0,3	15	0,2	10	0,7	35	0,4	20	2,0	100
Concassés calcaires	0,1	2	1,4	25	1,8	33	1,2	22	1,0	18	5,5	100
Concassés éruptifs	0,1	2	1,4	23	2,1	35	1,3	22	1,1	18	6,0	100
Sables et graviers de mer ...	0,5	5	0,7	7	2,0	19	3,0	28	4,3	41	10,5	100
Expansés	0,4	1	12,0	25	4,8	10	6,8	14	24,0	50	48,0	100

C - LES RESULTATS

Le tableau n° 2 regroupe les coûts de production de la tonne d'agrégats en 1970.

D'importantes disparités affectent les granulats alluvionnaires, bien que le prix de revient à la carrière de ces matériaux ne soit jamais supérieur aux agrégats concassés calcaires et éruptifs. Une fourchette allant de 2 à 5,5 F impose des explications détaillées.

Nous connaissons déjà les raisons du faible coût de production des agrégats alluvionnaires de la Plaine d'Alsace, grâce à un gisement exceptionnellement épais, et de la Loire où les conditions d'extraction sont relativement aisées, même si les opérations ultérieures posent des problèmes. D'où des coûts respectifs de 2 à 3 F.

Viennent ensuite les sables et graviers des bassins rhodanien, languedocien, et de la Dordogne dont la légère différence avec les coûts précédents, en particulier celui de la Loire, provient soit des dépenses afférentes à un matériel plus ancien nécessitant un renouvellement plus important, soit du poste divers, et dans ce cas précis, il s'agit d'opérations de manutention et de frais divers de gestion plus élevés. Leur coût se situait en moyenne à 3,50 francs la tonne.

A 4,0 ou 4,50 francs, nous trouvons les agrégats alluvionnaires du Val d'Aran qui, par l'étendue même de leur richesse, ont nécessité d'importants investissements, ceux de l'Adour et du Gave de Pau, les sables et graviers de Garonne, légèrement plus coûteux au niveau du cours toulousain en raison des opérations supplémentaires nécessitées par l'extraction fréquente en darses ou à l'intérieur des terres.

En Durance, les exploitations ont nécessité de très lourds investissements, notamment en vue d'opérations de concassage. Il en est de même en ce qui concerne les sables et graviers du Var, grevés d'une redevance destinée à aménager le fleuve, comme nous l'avons exposé en détail dans la première partie.

Coût de production de la tonne d'agrégats en 1985

Type de matériaux	Matière première		Amortissement matériel		Entretien matériel		Personnel		Divers		Total	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F/T	%
Alluvionnaires du Rhône et de ses affluents	0,6	15	0,8	20	1,1	28	0,9	22	0,6	15	4,0	100
Alluvionnaires de la Durance.	0,5	10	1,6	30	1,2	21	1,0	18	1,2	21	5,5	100
Alluvionnaires du Val d'Aran.	0,3	9	1,0	25	1,0	25	0,8	20	0,9	21	4,0	100
Alluvionnaires du Var	2,0	36	1,2	22	1,2	21	0,8	15	0,3	6	5,5	100
Alluvionnaires languedociens.	0,7	16	1,1	24	0,9	20	1,0	21	0,8	19	4,5	100
Alluvionnaires de la Garonne (cours toulousain)	0,8	16	1,2	24	1,1	22	1,0	20	0,9	18	5,0	100
Alluvionnaires de la Garonne (cours aquitain)	0,9	20	1,2	26	0,9	20	0,8	19	0,7	15	4,5	100
Alluvionnaires de la Dordogne	0,7	18	1,1	27	0,8	21	0,7	18	0,6	16	4,0	100
Alluvionnaires de l'Adour et du Gave de Pau	0,5	10	1,2	24	1,1	22	1,2	24	1,0	20	5,0	100
Alluvionnaires de la Loire ..	0,4	11	0,9	26	0,7	20	0,7	20	0,8	23	3,5	100
Alluvionnaires de la Plaine d'Alsace	0,5	25	0,4	20	0,2	10	0,5	25	0,4	20	2,0	100
Concassés calcaires	0,1	2	1,2	27	1,2	27	1,0	22	1,0	22	4,5	100
Concassés éruptifs	0,1	2	1,3	26	1,6	32	1,0	20	1,0	20	5,0	100
Sables et graviers de mer ...	0,5	9	1,0	18	0,8	15	1,1	20	2,1	38	5,5	100
Expansés	0,4	1	12,0	30	4,0	10	5,2	13	18,4	46	40,0	100

Dans tous les cas, le coût de production des matériaux concassés de carrières terrestres est au moins égal ou supérieur à celui des matériaux alluvionnaires les plus chers. Les droits de foretage sont plus faibles pour les premiers, mais en revanche les charges d'amortissement et surtout d'entretien du matériel sont très élevés en raison de la dureté des produits traités.

Les conditions d'exploitation des sables et graviers de mer au large des côtes anglaises, entraînent un coût de production assez élevé de 10,5 francs en 1970. Il s'applique à des bâtiments qui sont le plus souvent d'anciens chalutiers de pêche reconvertis, avec une capacité qui ne dépasse pas 1 000 m³.

Des tentatives identiques sont effectuées le long des côtes françaises, notamment dans l'Atlantique, mais dans des conditions particulières à chaque lieu d'extraction, avec un matériel très hétéroclite et différent d'un producteur à l'autre.

De plus, ces activités restent en tout état de cause très marginales. Ceci explique que nous ayons repris les hypothèses précédentes.

Peu compétitifs par leur coût très élevé, 48 francs la tonne, les agrégats expansés échappent en réalité aux notions classiques de concurrence et ne peuvent être appréciés qu'en fonction d'utilisations spéciales, dues à leurs qualités intrinsèques.

Dans quel sens et en fonction de quels critères évolueront ces coûts en 1985, regroupés dans le tableau n° 3 ?

Les comparaisons entre les coûts 1970 et 1985 sont effectuées comme il se doit à francs constants.

Une baisse importante est prévisible sur les sables et graviers de mer, due essentiellement à l'augmentation des capacités des dragues et à l'automatisation de certaines opérations. A noter que le coût qui figure dans le tableau n'est pas celui qui a été retenu pour toutes les hypothèses d'approvisionnement. En effet, il varie directement en fonction de la capacité de la drague utilisée. Dans les calculs relatifs à chaque agglomération susceptible d'être approvisionnée en sables et graviers de mer, nous avons donc adopté la capacité estimée maximale pour 1985, et ce en

fonction de la demande prévisible. Chaque coût rendu a donc été calculé selon les caractéristiques des marchés de chaque agglomération. En revanche, le coût retenu dans le tableau n° 3 vaut pour une drague de grande capacité très automatisée, donc dans le cas le plus favorable à ce type de matériaux.

Les agrégats expansés verront leur prix de revient baisser également d'une façon substantielle, en raison d'une industrialisation plus poussée.

Passant d'une fourchette de prix 5,50-6 francs à 4,50-5 francs, les matériaux concassés calcaires et éruptifs bénéficieront d'une baisse relative importante grâce à des gains sur les dépenses en matériel, car les entreprises auront alors réalisé une bonne partie des investissements qui leur permettront d'atteindre une réelle structure industrielle.

A cela, on pourrait répondre que les investissements engendrent une contrepartie en amortissements. Mais en fait, ces dépenses d'investissements sont plus que compensées par des compressions en dépenses de personnel, d'où la baisse enregistrée par les matériaux concassés de carrières terrestres.

Bien que la fourchette des matériaux alluvionnaires soit la même en 1985 qu'en 1970, des mouvements d'amplitudes diverses affecteront certains agrégats.

Première constatation : aucun agrégat n'enregistrera de diminution de coût.

Vraisemblablement, les sables et graviers de la Plaine d'Alsace, du Var et du Val d'Aran ne subiront pas de modifications.

Il en ira différemment pour tous les autres agrégats qui subiront des hausses sensibles. Celles-ci seront de 0,5 franc en ce qui concerne les matériaux alluvionnaires du Rhône et de ses affluents, de la Durance, de la Garonne (cours toulousain et aquitain), de la Dordogne, de l'Adour et du Gave de Pau, et de la Loire.

La hausse ira jusqu'à 1 franc par tonne pour les agrégats alluvionnaires languedociens.

Seconde constatation : la cause essentielle de l'augmentation sera due aux dépenses en matières premières, autrement dit, le droit de foretage et le coût d'acquisition des terrains. En effet, le changement le plus fréquent dans le mode d'extraction consistera à passer des lits mineurs aux réserves alluviales terrestres, et nous avons vu quelles difficultés auront les producteurs à acquérir des terrains nouveaux. Même s'ils se trouvent dans la possibilité d'extraire en darses, la nécessité d'acheter des terrains, dont les prix ne cessent d'augmenter, subsistera. A cela on peut ajouter que dans d'autres cas, le renchérissement sera dû à des achats supplémentaires de matériels, consécutifs à des extractions en zones moins facilement exploitables.

Nous voyons donc que dans les meilleurs cas, le coût des matériaux alluvionnaires ne pourra qu'être égal à ce qu'il était en 1970, et plus fréquemment il faut s'attendre à une hausse.

Le coût de production des matériaux étant déterminé, il nous faut désormais nous préoccuper du coût de transport, car rares sont les cas où les agrégats sont utilisés sur le lieu de production.

Mais avant de le déterminer, selon les différents modes employés, il sera nécessaire de préciser les hypothèses d'infrastructure adoptées.

II - LE COUT DE TRANSPORT ET LES HYPOTHESES D'INFRASTRUCTURE ADOPTEES

Le coût de transport se définit comme la dépense entraînée par l'utilisation d'un ou plusieurs véhicules. Il ne comprend pas la rupture de charge intervenant dans le coût total du matériau rendu, sauf dans le cas d'un transport terminal par camion ou dans celui d'un chargement sur wagon ou barge à partir d'exploitations non embranchées ni appontées, comme cela avait été précisé dans l'étude relative à la Région parisienne et du Nord.

Le coût de transport varie donc :

- en fonction du moyen emprunté, c'est-à-dire la voie navigable, la voie ferrée ou la route ;
- en fonction des infrastructures de communications, à savoir les canaux à grand ou petit gabarit, des poids en charge des trains complets ou non, de l'existence de voies routières ou autoroutières.

En combinant ces facteurs, on déterminera les prix qui seront vraisemblablement pratiqués en 1985.

Pour faciliter la lecture des tableaux, nous établirons les coûts de transport de tous les matériaux susceptibles d'approvisionner les différentes régions, en faisant la distinction au niveau de chacune des Z.P.I.U. qui nous intéressent, c'est-à-dire celles dont la population dépassera 140 000 habitants en 1985.

A - LE COUT DE TRANSPORT PAR VOIE NAVIGABLE

Nous rappelons les deux grandes hypothèses relatives au réseau des voies navigables établies avec les responsables des études prévisionnelles de transport de marchandises en 1985 du Service des Affaires Economiques et Internationales du ministère de l'Equipe-ment et du Logement :

- liaisons fluviales à petit gabarit, à enfoncement Freycinet, avec péniches chargées de 200 à 300 tonnes ;
- liaisons fluviales à grand gabarit, avec utilisation de convois poussés.

Le passage de la première hypothèse à la seconde, fait varier le coût du transport du simple au double (1).

1°) Les hypothèses d'infrastructure en 1985

Pour les régions et Z.P.I.U. intéressées par la présente étude, une seule hypothèse avait été élaborée avec les responsables des études prévisionnelles de transports de marchandises en 1985 du Service des Affaires Economiques et Internationales du ministère de l'Equipeement et du Logement. Elle concernait la mise à grand gabarit de la liaison Rhin-Rhône (branche alsacienne).

Dans une telle éventualité, les producteurs de sables et graviers de la Plaine d'Alsace pouvaient être intéressés, car leurs matériaux supportent un faible coût de production.

2°) Le coût du transport fluvial de la tonne d'agrégats à destination des Z.P.I.U. des régions étudiées

L'ensemble des coûts de transport par voie navigable a été regroupé dans le tableau n° 4. Il s'avère que finalement, très peu de Z.P.I.U. sont concernées par ces transports. Deux raisons concourent à cet état de fait.

D'une part, comme nous le verrons ultérieurement, les transports considérés conservent un caractère régional nettement plus marqué que pour la Région parisienne et le Nord, régions à grand déficit, exception faite pour les régions dépourvues de matériaux éruptifs et qui se voient dans l'obligation d'en "importer", même de très loin. Les distances sont donc nettement moindres entre les lieux de production et d'utilisation.

(1) C'est l'hypothèse adoptée dans le cadre de cette étude. Elle rejoint les opinions des professionnels du transport fluvial (transporteurs privés).

VOIE NAVIGABLE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Région destinatrice	Type de matériaux	Hypothèse	Rhône-Alpes	Aquitaine		Pays de la Loire										
				Lyon	Bordeaux	Autres	Nantes	Angers	Autres								
Rhône-Alpes	Rhône-Alpes	Sables et graviers du Rhône	1	2,5													
			2	2,0													
Rhône-Alpes		Sables et graviers de Saône	1	3,0													
			2	2,5													
Alsace		Sables et graviers de la Plaine d'Alsace	1	14,5													
			2	7,0													
Aquitaine		Aquitaine	Sables et graviers de Garonne	1								3,0	3,0				
				2													
		Sables et graviers de Dordogne	1								3,5	3,0					
			2														
Pays de la Loire	Pays de la Loire	Sables et graviers de Loire	1				4,0	3,5	4,0								
			2														
		Sables et graviers de Maine	1					2,5	4,0								
			2														

D'autre part, le déséquilibre entre les réseaux de voies navigables des régions situées au nord et au sud de la France, est nettement marqué.

Ne seront donc susceptibles d'être approvisionnées par voie fluviale que les agglomérations de Lyon, Bordeaux, Nantes, Angers et quelques autres villes de moindre importance situées le long des fleuves telles :

- Villefranche-sur-Saône, Mâcon, Vienne (région lyonnaise)
- Libourne, Saint-André-de Cubzac, Blaye, Langon et Royan (région bordelaise)
- La Baule, Pornichet, Paimboeuf, Saint-Nazaire et toutes les petites agglomérations situées le long de la Loire (Pays de la Loire)

Ce mode de transport n'a pas nécessité la définition de plusieurs schémas. En effet, la prise en considération des deux hypothèses de tarifs (petit et grand gabarit) pour les transports purement locaux dans la région lyonnaise n'introduit pas d'écart suffisamment significatif, environ 0,50 franc. Pour la desserte des autres villes, le tarif fluvial ordinaire est unique. Nous pourrions donc les mettre directement en concurrence avec les autres modes de transport, sans passer par la combinaison de plusieurs schémas.

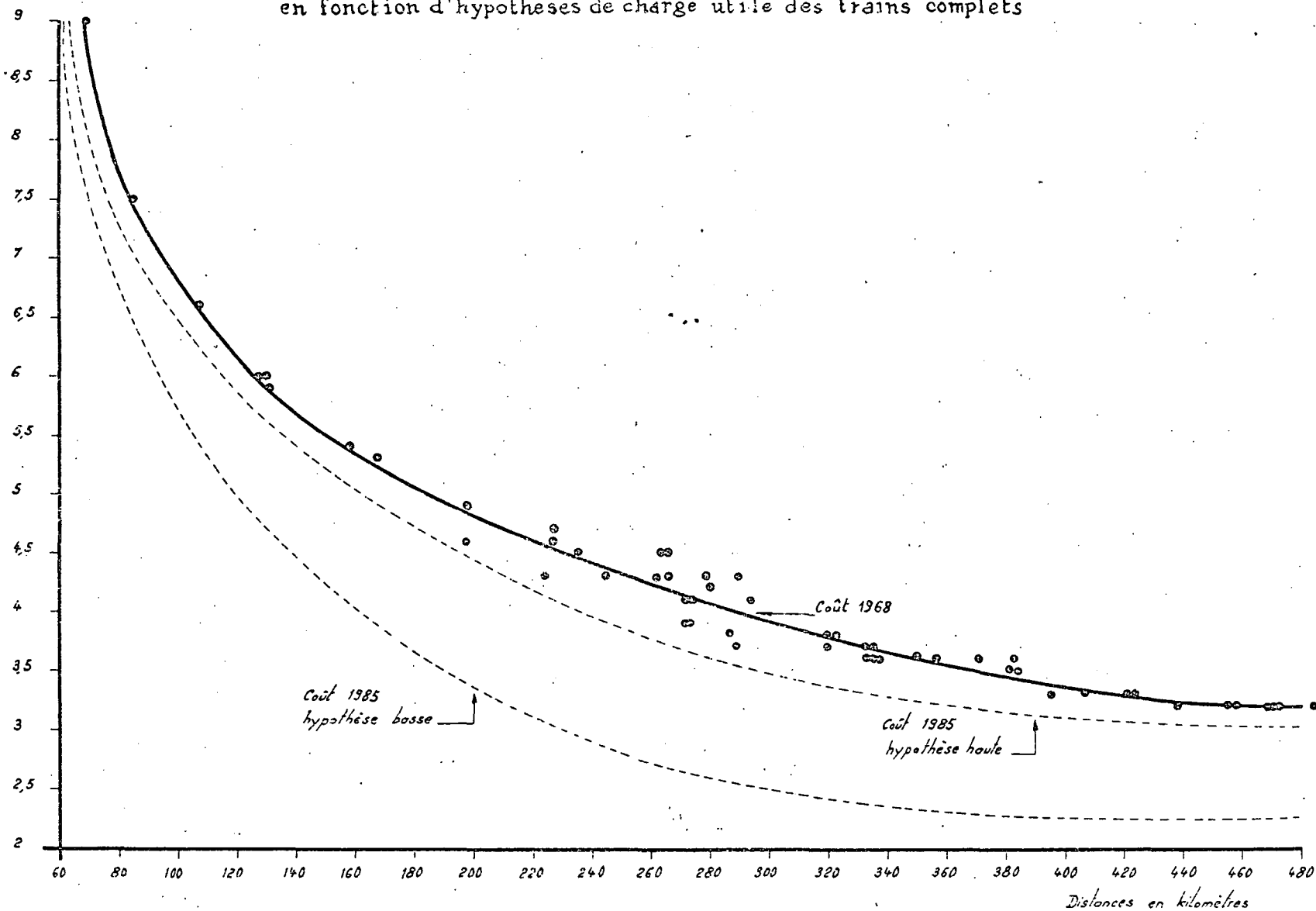
N'ont été retenus que les matériaux qui peuvent effectivement parvenir dans les Z.P.I.U. avec un coût les rendant compétitifs.

Le tableau n°4 nous montre que ces flux restent purement régionaux, les régions expéditrices se confondant avec les régions destinatrices.

VOIE FERREE

Coût moyen net de la tonne-kilométrique
en fonction d'hypothèses de charge utile des trains complets

Coût moyen net de
la tonne/km en francs



B - LE COUT DE TRANSPORT PAR VOIE FERREE

Pour obtenir le coût réel ou coût net à la tonne par voie ferrée, il nous faut d'abord prendre en compte et déduire les différentes ristournes appliquées aux tarifs S.N.C.F. Elles sont consenties en cas d'enlèvements et de livraisons sur embranchements particuliers, d'utilisation de wagons particuliers, de régularité des expéditions.

Le type de transport ferroviaire le plus avantageux, dans l'état actuel des choses, est le train complet, de charge utile variant approximativement de 900 à 1 600 tonnes, selon les lignes.

Le prix net de transport à la tonne-kilométrique varie en fonction des distances, soit actuellement 3,20 francs pour les plus longues et 9,00 francs pour les plus courtes, comme le montre le graphique ci-contre, que nous avons repris de l'étude précédente, en conservant les barèmes de 1968 et les hypothèses des changements susceptibles d'affecter les conditions de liaisons par rail.

1°) Les hypothèses de prix de la tonne-kilométrique en 1985

Rappelons qu'elles avaient été établies en collaboration avec les responsables des études prévisionnelles de transports de marchandises du Service des Affaires Economiques et Internationales et qu'elles avaient abouti à l'élaboration du graphique précédent.

Une première hypothèse dénommée "basse" se fondait sur la généralisation de l'emploi de wagons de forte capacité, jusqu'à 60 tonnes, permettant de hisser à 3 000 tonnes la capacité en charge utile des trains complets. D'où une réduction, par rapport aux tarifs actuels, de 15 à 35 % selon les liaisons.

En l'absence de la généralisation d'une telle capacité ou d'une baisse moins importante du tarif, hypothèse "haute", le coût moyen net de la tonne-kilométrique ne serait abaissé que de 5 à 15 % selon les liaisons.

Tableau n° 5

VOIE FERREE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations
de la région des PAYS DE LA LOIRE en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Hypo- thèse	Nantes	St-Na- zaire	Angers	Chole- tais	Le Mans	Autres
Pays de la Loire	Concassés éruptifs de Mayenne	Haute ⁽¹⁾	9,5	10,5	8,0	9,0		9,0
		Basse ⁽²⁾	7,0	7,5	6,5	7,0		7,0
	Concassés éruptifs de Vendée	Haute	9,0	10,0	7,5		9,0	8,5
		Basse	6,5	7,0	6,0		7,0	6,5
Poitou-Charentes	Expansés	Haute		8,5			8,0	7,5
		Basse		6,5			6,5	6,0
Aquitaine	Concassés éruptifs	Haute	12,5			6,5		9,5
		Basse	9,0			6,0		7,0

(1) Baisse tarifaire limitée à 5-15 %

(2) Généralisation de l'emploi de wagons de forte capacité (3000 tonnes de charge utile pour les trains complets)

On peut donc mesurer l'effet de ces hypothèses sur le coût moyen total du transport des agrégats au départ de chaque source d'approvisionnement et à destination des Z.P.I.U., toujours regroupées par région.

2°) Le coût du transport ferroviaire à destination des principales agglomérations

Les tableaux n° 5 à 10 retracent les coûts du transport ferroviaire des matériaux susceptibles d'approvisionner les grandes agglomérations de chaque région.

a) Les transports à destination des principales agglomérations de la région des Pays de la Loire

On peut les apprécier par l'intermédiaire du tableau n°5.

- Hypothèse haute (baisse limitée des tarifs ferroviaires)

A titre de simple hypothèse, nous avons fait figurer les agrégats concassés éruptifs aquitains. Mais le tarif ferroviaire qui leur est appliqué leur enlève toute compétitivité à l'égard des autres matériaux de même nature susceptibles d'approvisionner les grandes agglomérations de la région des Pays de la Loire. Entre les autres matériaux concassés éruptifs, lorsqu'il y a plusieurs possibilités d'approvisionnement (Nantes, Saint-Nazaire et Angers), l'écart n'est jamais supérieur à 0,50 franc. Cela vient du fait que les agrégats éruptifs de Mayenne et de Vendée sont situés à distance presque égale, par la voie ferroviaire, des principales villes de la région. Une exception toutefois, la différence de 1,50 franc entre les agrégats concassés éruptifs du Poitou-Charentes, ceux-ci étant mieux situés que les matériaux concassés de la Mayenne, pour approvisionner la ville d'Angers.

- Hypothèse basse (trains complets de 3 000 tonnes)

Elle fait apparaître une uniformisation plus marquée, la différence n'étant jamais supérieure à 0,50 franc, quelle que soit l'origine des matériaux.

Tableau n° 6

VOIE FERREE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations
de la région AQUITAINE en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Hypo- thèse	Bordeaux	Bayonne	Pau	Autres
Aquitaine	Concassés éruptifs des Basses-Pyrénées	Haute	9,0		7,0	8,0
		Basse	7,0		6,0	6,5
	Concassés éruptifs de Dordogne	Haute	8,5	12,0		10,0
		Basse	6,5	9,0		7,0
	Expansés	Haute	7,0	6,0	7,0	6,0
		Basse	6,5	5,5	6,0	5,5
Midi-Pyrénées	Concassés éruptifs de Haute-Garonne	Haute	11,0	10,0	8,0	9,0
		Basse	8,0	7,0	6,5	7,0
	Concassés éruptifs du Lot	Haute	7,0	6,0	7,0	6,0
		Basse	6,5	5,5	6,0	5,5

b) Les transports à destination des principales agglomérations de la région Aquitaine

Les coûts du transport ferroviaire des matériaux destinés à cette région sont groupés dans le tableau n°6.

- Hypothèse haute (baisse limitée des tarifs ferroviaires)

A Bordeaux, les agrégats concassés éruptifs du Lot arrivent à un coût de transport nettement plus bas que les autres ; de même pour Bayonne. A Pau, les matériaux concassés éruptifs des Basses-Pyrénées ont également le même faible coût.

- Hypothèse basse (trains complets de 3 000 tonnes)

Bien que les granulats concassés éruptifs du Lot aient un coût de transport toujours aussi compétitif, d'autres sources s'en rapprochent à 0,50 franc, voire l'égalisent, sauf les matériaux concassés éruptifs de Dordogne et de Haute-Garonne dans le cas de Bayonne.

Il est à noter que le passage d'une hypothèse à l'autre entraîne des égalisations, surtout en raison des chiffres arrondis au demi-franc près.

c) Les transports à destination des principales agglomérations de la région Midi-Pyrénées

Le tableau n° 7 regroupe l'ensemble des coûts de transport ferroviaire des différents matériaux pouvant approvisionner les Z.P.I.U. de cette région.

La présence d'une seule source d'agrégats éruptifs vraiment proche de Toulouse et utilisatrice de la voie ferrée, enlève toute signification à leur mise en concurrence avec d'autres matériaux. Pour cette ville et les agglomérations diffuses, le passage de l'hypothèse haute à l'hypothèse basse entraîne une différence de 1 à 2 francs.

Tableau n° 7

144

VOIE FERREE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région MIDI-PYRENEES en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Hypothèse	Toulouse	Autres
Midi-Pyrénées	Concassés éruptifs	Haute	8,0	7,0
		Basse	6,5	6,0
	Expansés	Haute		8,5
		Basse		6,5

Tableau n° 8

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région RHONE-ALPES en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Hypothèse	Lyon	Saint-Etienne	Grenoble	Chambéry	Annecy	Valence	Autres
Rhône-Alpes	Concassés éruptifs	Haute	8,5	9,0	8,5	10,0	10,5		9,0
		Basse	6,5	6,5	6,5	7,0	7,5		7,0
	Expansés	Haute			7,5	7,0	8,0	7,0	6,5
		Basse			6,0	6,5	6,5	6,0	6,0

d) Les transports à destination des principales agglomérations de la région Rhône-Alpes

Même situation que pour la région précédente ; seuls les agrégats éruptifs régionaux sont susceptibles d'emprunter la voie ferrée, ainsi que les matériaux expansés d'origine minérale.

e) Les transports à destination des principales agglomérations de la région Languedoc-Roussillon

Les seuls matériaux susceptibles d'emprunter les transports ferroviaires sont les concassés éruptifs du Languedoc-Roussillon, de l'Hérault plus précisément, et les expansés. Nous constatons des baisses sensibles, de 0,50 à 1,50 franc, par substitution de l'hypothèse basse à l'hypothèse haute.

f) Les transports à destination des principales agglomérations de la région Provence-Côte d'Azur

Pour l'ensemble des coûts de transport ferroviaire supportés par les différents matériaux voir le tableau n° 10.

- Hypothèse haute (baisse limitée des tarifs ferroviaires)

Sauf dans le cas d'Avignon, ce sont les granulats concassés éruptifs de Provence-Côte d'Azur qui supportent le coût de transport par fer le moins élevé.

L'écart par rapport aux matériaux éruptifs des régions Rhône-Alpes ou Provence-Côte d'Azur se situe entre 0,50 franc pour Berre par exemple, et 3 francs pour Nice.

- Hypothèse basse (trains complets de 3 000 tonnes)

Encore une fois, le passage à l'hypothèse basse modifie les coûts du transport par voie ferrée, de façon telle que plusieurs sources de matériaux n'ont plus que de faibles écarts.

Tableau n° 9

VOIE FERREE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région LANGUEDOC-ROUSSILLON en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Hypothèse	Nîmes	Montpellier	Perpignan	Autres
Languedoc-Roussillon	Concassés éruptifs	Haute	7,0		7,0	6,5
		Basse	6,0		6,0	6,0
	Expansés	Haute	8,0	6,5		6,5
		Basse	6,5	5,5		5,5

Tableau n° 10

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région PROVENCE-COTE D'AZUR en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Hypothèse	Avignon	Aix	Berre	Marseille	Toulon	Nice	Autres
Rhône-Alpes	Concassés éruptifs	Haute	7,0	3,5	9,0	9,0	10,5	14,0	11,0
		Basse	6,0	6,5	7,0	7,0	7,5	10,5	3,0
Languedoc-Roussillon	Concassés éruptifs	Haute	8,0	10,0	3,5	9,0	10,5	14,0	11,0
		Basse	6,5	7,0	6,5	7,0	7,5	10,5	3,0
Provence-Côte d'Azur	Concassés éruptifs	Haute	8,0	7,0	3,5	7,5		6,0	7,0
		Basse	6,5	6,0	6,5	6,0		5,5	6,0
	Expansés	Haute	7,0					9,0	3,0
		Basse	6,0					7,0	6,5

Ainsi, Avignon, Aix, Berre, Marseille et Toulon n'enregistrent pas de différences supérieures à 1 franc pour les trois possibilités d'approvisionnement que constituent les matériaux concassés éruptifs des régions Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon et Provence-Côte d'Azur, bien que ces derniers soient toujours affectés du coût le plus faible.

De tout cela, nous devons essentiellement retenir que l'hypothèse basse sera certainement susceptible d'introduire des variations dans les flux de transport par voie ferrée, puisque le passage du schéma n° 1 au schéma n°2 tend à abaisser et à égaliser les coûts de transport de matériaux dont l'origine géographique est différente.

Les autres composantes du coût rendu des matériaux décideront des flux définitifs.

C - LE COÛT DE TRANSPORT PAR ROUTE

A charge égale, il est fonction de deux éléments :

- la distance à parcourir,
- l'intensité de la circulation.

Quelle que soit la distance à effectuer, il faut comptabiliser une prise en charge initiale de 1 franc. Puis on applique un prix de la tonne-kilométrique qui s'élève à 10 centimes en rase campagne, et un prix proportionnel à la densité de circulation en zone urbaine (1). Ce dernier varie de 1 à 2 francs en moyenne. En outre, nous avons introduit une légère différence de 0,50 franc selon que les reprises ou les dessertes routières s'effectuaient en grandes ou moyennes agglomérations.

(1) La charge financière varie peu selon que l'on emprunte une autoroute ou une route nationale, le péage sur la première compensant le gain de temps qu'on en tire par rapport à la seconde. Les hypothèses concernant le réseau autoroutier en 1985 n'ont donc pas été déterminantes lors de la fixation de prix du transport routier.

Ont été retenues comme "grandes agglomérations" les villes telles que Lyon, Marseille, Nice, Toulouse, Bordeaux et Nantes. Toutes les autres ont été considérées comme "moyennes agglomérations". Cette distinction correspond assez bien à la réalité, car les grandes agglomérations citées sont assez homogènes au point de vue taille et densité de circulation.

Nous sommes donc en possession des données nécessaires à l'évaluation des coûts de transport routier, que celui-ci soit utilisé comme seul mode de transport, donc en approvisionnement direct, ou assurant la partie finale du transport, après que les agrégats ont été acheminés par fer ou voie navigable.

L'ensemble des coûts de transport par la voie routière des agrégats à destination des Z.P.I.U. en 1965 est consigné dans les tableaux n° 11 à 16.

Après que les granulats ont emprunté la voie ferrée ou la voie navigable, il faut alors ajouter aux deux coûts de transport un élément qui est fonction du déchargement, stockage et rechargement, c'est-à-dire le coût de rupture de charge.

Tableau n° 11

VOIE ROUTIERE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région des PAYS DE LA LOIRE en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Nantes	St Nazaire	Angers	Choletais	Le Mans	Autres
Centre	Sables et graviers de Loire						4,0
Basse-Normandie	Concassés éruptifs						15,0
Bretagne	Concassés éruptifs						15,0
Pays de la Loire	Sables et graviers de Loire et ses afflu.	5,0- 10,0	4,0	2,5	7,0	2,5	3,5
	Concassés calcaires	3,5	3,0	3,5	5,0		4,5
	Concassés éruptifs de Mayenne	16,0	21,0	11,0	17,0	5,0	15,0
	Concassés éruptifs de Vendée	9,0	15,0	10,0	5,0		17,0
	Expansés	7,0	13,0	7,0	2,5	16,0	11,0
Poitou-Charentes	Concassés éruptifs			9,0			19,0
Aquitaine	Concassés éruptifs	32,0					23,0

Tableau n° 12

VOIE ROUTIERE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région AQUITAINE en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Bordeaux	Bayonne	Pau	Autres
Poitou-Charentes	Concassés calcaires				4,5
	Sables et graviers de Garonne	3,5			4,5
	Sables et graviers de Dordogne	4,5			5,0
Aquitaine	Sables et graviers de l'Adour et du Gave de Pau		2,5	2,5	3,5
	Concassés calcaires	5,0	4,0	4,5	4,5
	Concassés éruptifs des Basses-Pyrénées	21,0	5,0	12,0	15,0
	Concassés éruptifs de Dordogne	18,0			13,0
	Expansés	11,0	9,0	13,0	10,0
	Sables et graviers des affluents de Garonne				5,0
Midi-Pyrénées	Concassés calcaires				5,0
	Concassés éruptifs de Haute-Garonne	31,0	25,0	14,0	22,0
	Concassés éruptifs du Lot	27,0			19,0

Tableau n° 13

VOIE ROUTIERE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région MIDI-PYRENEES en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Toulouse	Autres
Aquitaine	Sables et graviers de Garonne		4,0
	Sables et graviers de Garonne et ses affluents		3,0
Midi-Pyrénées	Concassés calcaires		5,0
	Concassés éruptifs du Lot	17,0	13,0
	Concassés éruptifs de Haute-Garonne	8,0	6,0
	Expansés	3,0	5,0
Languedoc-Roussillon	Sables et graviers des fleuves du Roussillon		4,0

Tableau n° 14

VOIE ROUTIERE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région RHONE-ALPES en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Lyon	Saint-Etienne	Grenoble	Chambéry	Annecy	Valence	Autres
Bourgogne	Concassés érupt.							10,0
Auvergne	Concassés érupt.							9,5
	Sables et grav. du Rhône	3,5	4,5				2,5	3,5
	Sables et grav. de Saône	5,0	12,0					2,5
	Sables et grav. Isère et Drac			3,0				3,5
Rhône-Alpes	Sables et grav. du Fier			3,0				3,5
	Autres sables et grav. locaux					4,5		4,5
	Sables et grav. de Loire		5,0					6,0
	Concassés érupt.	17,0	16,0	17,0	21,0	26,0	7,0	19,0
	Expansés	3,0	3,0	11,0	14,0	17,0	11,0	9,0
Languedoc-Roussillon	Sables et grav. Rhône et Gard							3,5
Provence-Côte d'Azur	Sables et grav. de Durance							2,5
	Concassés calc.							5,0

Tableau n° 15

VOIE ROUTIERE

Coût de transport moyen de la tonne d'agrégats à destination des principales agglomérations de la région LANGUEDOC-ROUSSILLON en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Nîmes	Montpellier	Perpignan	Autres
Midi-Pyrénées	Sables et graviers de Garonne				3,0
	Concassés calcaires				5,0
Rhône-Alpes	Sables et graviers du Rhône				3,0 - 5,0
	Sables et graviers du Rhône	5,0			6,0
Languedoc-Roussillon	Sables et graviers du Gard	3,0			4,0
	Sables et graviers de l'Hérault		5,0		4,0
	Sables et graviers de l'Aude et des fleuves du Roussillon			2,5 - 3,5	3,0
	Concassés calcaires	2,5	3,0	4,0	6,0
	Concassés éruptifs	13,0	7,0	13,0	9,0
	Expansés	16,0	11,0	7,0	11,0
	Provence-Côte d'Azur	Sables et graviers de Durance			

III - LE COUT DE RUPTURE DE CHARGE

Nous rappellerons l'hypothèse de l'emploi de moyens de déchargement très efficaces en 1985, la bande transporteuse et le tuyau en ce qui concerne les péniches ou barges.

Pour les wagons, une spécialisation selon les types de matériaux et des installations perfectionnées entraîneront également des gains importants sur la rotation des convois.

Nous avons donc considéré que les gains de productivité réalisés d'ici à 1985 permettront d'abaisser à environ 1 franc le coût de cette rupture de charge qui varie actuellement de 1,5 à 2 francs la tonne.

° °

Dans ce chapitre, nous venons d'évaluer les coûts de production, de transport et de rupture de charge (quand elle est indispensable) que supporteront les agrégats destinés aux régions étudiées en 1985. Leur addition fournit un coût global qui représente -économiquement parlant- la somme qu'il faudra au moins payer pour faire parvenir une tonne de granulats sur un chantier de construction.

Disposant maintenant de tous les éléments constitutifs du prix du matériau rendu dans les principales agglomérations, nous pouvons aisément le déterminer pour chacun des types d'agrégats susceptibles de participer à l'approvisionnement des Z.P.I.U.

La comparaison de ces coûts nous aidera à mettre en évidence le sens et l'amplitude des flux de transport en 1985.

Chapitre 3

STRUCTURE DES FLUX DE TRANSPORT DE GRANULATS
A DESTINATION DES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS EN 1985

Pour ne pas introduire de distorsions, nous nous en tiendrons, dans ce dernier chapitre, à des flux de transport déduits de comparaisons en termes de prix de revient des matériaux rendus sur chantier.

En effet, les éléments évalués précédemment, à savoir les coûts de production, de transport et éventuellement de rupture de charge, dont l'agrégation fournit le coût global, ne prennent pas en considération les différentes marges bénéficiaires, dont tout au moins celle du producteur et, le cas échéant, celles de négociants. En ne comparant que des prix de revient, nous éliminons un élément dont la réalité est très difficilement appréhendable d'une part, et dont l'incidence serait très dommageable à l'homogénéité des résultats, d'autre part.

Nous **admettrons** donc pour la suite que c'est le produit qui parviendra sur le lieu de consommation au plus faible coût qui sera acheté. Seront alors déterminés les flux de transport des zones de production vers les principales agglomérations regroupées ultérieurement les unes et les autres par régions.

Deux sections composent ce chapitre :

- I - Le coût des matériaux rendus dans les principales agglomérations
- II - Les flux de transport à destination des principales agglomérations.

I - LE COUT DES MATERIAUX RENDUS DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS EN 1985

Pour toutes les agglomérations qui seront regroupées au sein des régions qu'elles constituent, nous considérerons distinctement chaque source d'approvisionnement.

Mais il nous faut, avant toute chose, déterminer les schémas de transport que nous mettrons en présence, et cela pour l'ensemble des villes considérées.

Antérieurement, nous avons donné les raisons qui excluent la combinaison de différentes hypothèses de transport par voie navigable. La différence de coûts existant entre les matériaux locaux intéressés par la liaison Rhin - Rhône est si faible que nous l'avons fait figurer dans le tableau où ils sont recensés, mais au niveau des flux de transport nous avons confondu ces coûts.

Ne restent donc en présence que deux hypothèses de coût de transport ferroviaire donnant lieu aux schémas numérotés comme suit, le prix du transport routier restant inchangé.

Schéma de transport	Hypothèse de coût de transport ferroviaire	Hypothèse infrastructure réseau voies navigables
N° 1	Haute	1 ou 2
N° 2	Basse	1 ou 2

Ainsi, le schéma de transport N° 1 correspond à l'emploi de la voie ferroviaire selon les normes tarifaires actuelles, combiné aux hypothèses 1 et 2 d'infrastructure du réseau des voies navigables qui confondent le réseau actuel et celui issu de la mise à grand gabarit de la liaison Rhin-Rhône (branche alsacienne).

Le schéma N° 2 tient compte de la généralisation des trains complets de 3 000 tonnes, combinée aux hypothèses confondues 1 et 2 d'infrastructure du réseau de voies navigables.

Il nous faut préciser que, dans toute cette section, nous désignerons par "sensibilité vis-à-vis des schémas de transport" la manière dont les flux sont affectés en amplitude et en direction par les hypothèses combinées d'infrastructure du réseau de voies navigables et de coût de la tonne-kilométrique ferroviaire.

L'ensemble des coûts rendus par types d'agrégats et par régions regroupant les Z.P.I.U. est retracé dans les tableaux 17 à 22.

Tableau n° 17

Coût de la tonne de granulats rendue dans les principales agglomérations de la région des PAYS DE LA LOIRE en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Nantes	Saint-Nazaire	Angers	Choletais	Le Mans	Autres	
Centre	Sables et graviers de Loire	Camion							7,5	
Basse-Normandie	Concassés éruptifs	Camion							20,0	
Bretagne	Concassés éruptifs	Camion							20,0	
	Sables et graviers de Loire et ses affluents	Camion V.N.		8,5	7,5	6,0	10,5	6,5	7,0	
				9,5	8,5				11,0	
	Concassés calcaires	Camion		8,0	7,5	8,0	9,5		9,0	
	Concassés éruptifs de Mayenne	Camion		21,0	26,0	16,0	22,0		20,0	
			Fer	haute	18,5	19,0	16,5	17,5		17,5
				basse	16,0	16,0	15,0	15,5		15,5
Pays de la Loire	Concassés éruptifs de Vendée	Camion		14,0	20,0	15,0	10,0		22,0	
			Fer	haute	18,0	18,5	16,0		17,5	17,0
				basse	15,5	15,5	14,5		15,5	15,0
	Sables et graviers de mer	V.N.		11,0	10,0	15,0				
	Expansés	Camion		47,0	53,0	47,0	42,5	56,0	51,0	
Fer			haute			52,0		51,5	51,0	
			basse			50,0		50,0	49,5	
Poitou-Charentes	Concassés éruptifs	Camion				14,0			24,0	
			Fer	haute			15,0		18,0	
				basse			14,5		16,5	
Aquitaine	Concassés éruptifs	Camion		37,0					28,0	
			Fer	haute	21,5				19,0	
				basse	18,0				16,5	

A - LE COUT DES MATERIAUX RENDUS DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE

Parvenus à ce stade de l'étude, il nous faut analyser la situation en précisant les caractéristiques relatives à chaque ville. Le tableau N° 17 retrace les coûts rendus des différents types d'agrégats pour l'ensemble des villes de la région.

Nantes

Les sables et graviers de la Loire et de ses affluents, ainsi que les agrégats concassés calcaires locaux parviennent à un coût qui les met à l'abri de la concurrence que pourraient exercer d'autres matériaux. Mais déjà les sables et graviers de mer peuvent intervenir sur le marché, bien qu'ils soient légèrement plus chers, de 1,50 à 2,50 F par tonne.

La voie routière semble avantagée par rapport à la voie navigable, mais en fait, d'un point d'exploitation à un autre, la situation peut varier, par exemple, selon que les convois peuvent être chargés ou non par bandes transporteuses. Dans ces conditions, l'écart de prix enregistré n'est pas très significatif.

Situés assez loin des zones d'utilisation, les granulats concassés éruptifs sont sensibles aux deux schémas de transport, car si les matériaux éruptifs vendéens livrés par camions sont dans tous les cas de loin les moins chers (14 francs par tonne), l'utilisation de la voie ferrée rapproche les prix des agrégats concassés éruptifs de Mayenne et de Vendée. Que l'emploi des trains complets de 3 000 tonnes se généralise ou non, la différence n'est dans les deux cas que de 0,50 F par tonne.

Saint-Nazaire

On constate que la situation est très peu différente de celle de Nantes. Les sables et graviers de Loire y parviennent à un coût très intéressant, le même écart de 1 franc grevant comme précédemment le transport par voie navigable. Mais les remarques faites à propos de Nantes restent valables, à savoir que l'emploi ou non de bandes transporteuses, à partir des gravières jusqu'aux barges, peut réduire cet écart.

Plus proche du lieu d'extraction des sables et graviers de mer, l'agglomération de Saint-Nazaire recevra ceux-ci à un coût qui se rapproche de celui des agrégats traditionnels.

Un écart sensible est introduit pour les matériaux concassés éruptifs selon que l'on considère la route ou le fer, le second mode de transport étant moins onéreux, surtout pour les matériaux concassés éruptifs de Mayenne qui peuvent alors concurrencer les agrégats concassés éruptifs vendéens. Cette tendance est renforcée par un abaissement éventuel des tarifs ferroviaires (schéma N° 2).

Angers

La distance entre les lieux de production et de consommation ainsi qu'une rupture de charge sont fatales aux sables et graviers de mer. Les sables et graviers de la Maine, de la Loire, arrivent à un coût très bas, inférieur de 2 F par tonne aux granulats concassés calcaires.

Les matériaux concassés éruptifs du Poitou-Charentes empruntant la route conservent un léger avantage, bien que la généralisation éventuelle de trains complets de 3 000 tonnes introduise une égalisation presque complète pour les autres agrégats concassés éruptifs empruntant la voie ferrée, quelle que soit l'origine géographique.

Choletais

Contrairement aux autres Z.P.I.U. de la région, ce sont les agrégats concassés éruptifs de Vendée, ainsi que les agrégats concassés calcaires qui reviennent le moins cher.

Le schéma de transport N° 2 impliquant la généralisation des trains complets de 3 000 tonnes ne permet aux matériaux concassés éruptifs de Mayenne qui sont acheminés par camions, que de réduire l'écart de prix de 12 à 5,50 F par tonne avec les agrégats concurrents cités plus haut.

Le Mans

Sa situation géographique et ses possibilités d'approvisionnement aisées font qu'y arriveront seulement les sables et graviers des ballastières de la Sarthe, de l'Huisne, et les granulats concassés éruptifs de Vendée.

°°

Avant de passer aux agglomérations des autres régions, il nous faut signaler que les matériaux expansés ne sont pratiquement pas sensibles, pour les Z.P.I.U. étudiées du moins, aux schémas de transport. Soit ils sont produits très près du lieu de consommation et empruntent systématiquement le camion, c'est le cas pour Nantes, Angers, le Choletais, soit l'écart est suffisant pour faire prédominer un mode de transport, par exemple le fer pour le Mans. Seule, la ville de Saint-Nazaire est influencée par l'adoption des tarifs ferroviaires faibles ou élevés, quoique les coûts soient très proches les uns des autres, 3 F par tonne étant l'écart maximum entre les différentes hypothèses.

Notons également que nous ne pouvons faire de commentaires relatifs à la catégorie des "autres Z.P.I.U." étant entendu qu'il s'agit d'une urbanisation diffuse, pour laquelle nous avons calculé des valeurs moyennes que l'on retrouve dans tous les tableaux, aussi bien pour les Z.P.I.U. de cette région que pour celles des autres régions.

De plus, il a fallu tenir compte des matériaux produits dans les régions périphériques des Z.P.I.U. et régions concernées, car ils entraînent des flux interrégionaux intéressant les autres agglomérations.

A seule fin de conserver le plus de clarté possible aux commentaires qui ont trait à l'objet principal de notre étude, ces éléments n'ont été pris en compte que dans les tableaux en annexes. Il suffira donc de s'y reporter.

Coût de la tonne de granulats rendue dans les principales agglomérations de la région AQUITAINE en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Bordeaux	Bayonne	Pau	Autres	
Poitou-Charentes	Concassés calcaires						9,0	
	Sables et graviers de Garonne	Camion		9,5			9,0	
		V.N.		9,5			9,0	
	Sables et graviers de Dordogne	Camion		8,5			9,0	
		V.N.		9,5			8,5	
Sables et graviers de l'Adour et du Gave de Pau	Camion			7,5	7,5	8,5		
Aquitaine	Concassés calcaires	Camion		9,5	8,5	9,0	9,0	
	Concassés éruptifs des Basses-Pyrénées	Camion	haute basse	26,0	10,0	17,0	20,0	
		Fer		18,0		15,5	16,5	
				16,0		14,5	15,0	
	Concassés éruptifs de Dordogne	Camion	haute basse	23,0	20,5	17,5	18,0	
		Fer.		17,5			18,5	
				15,5			15,5	
	Sables et graviers de mer	V.N.		13,5	10,5			
	Expansés	Camion	haute basse	51,0	49,0	53,0	50,0	
		Fer		51,0			49,5	49,5
		50,5		49,0			49,0	
Sables et graviers des affluents de la Garonne	Camion					10,0		
Midi-Pyrénées	Concassés calcaires	Camion					9,5	
	Concassés éruptifs de Haute-Garonne	Camion	haute basse	36,0	30,0	19,0	27,0	
		Fer		20,0			18,5	17,5
				17,0			15,5	15,5
	Concassés éruptifs du Lot	Camion	haute basse	16,0	14,0	18,0	15,0	
Fer		16,0		14,5			14,5	
		15,5		14,0			14,0	

B - LE COUT DES MATERIAUX RENDUS DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS
DE LA REGION AQUITAINE

Bordeaux, Bayonne et Pau sont les trois centres d'attraction principaux des marchés locaux de granulats. Les coûts que supportent les matériaux rendus dans ces trois agglomérations font l'objet du tableau N° 18.

Bordeaux

Quel que soit le mode de transport utilisé, les sables et graviers de Garonne et de Dordogne sont les agrégats les moins chers (entre 8,50 et 9,50 F la tonne), car ils sont extraits le plus près des lieux de consommation.

La voie navigable, selon l'origine géographique, permet d'amener ces matériaux pratiquement au même coût que la route. Rappelons le recours très faible aux matériaux concassés calcaires malgré un prix de revient compétitif. La richesse en agrégats alluvionnaires et une qualité inférieure pour les matériaux calcaires en sont les principales raisons. Extraits sur des bancs assez éloignés de Bordeaux, les sables et graviers de mer ne parviennent qu'à un coût nettement plus élevé en l'état actuel des conditions d'extraction.

Mais nous verrons ultérieurement que le coût des matériaux, dans certains cas, n'est pas le critère unique pour que l'on envisage ou non sa mise sur le marché.

La distance importante séparant l'agglomération bordelaise des exploitations de granulats concassés éruptifs rend ces matériaux très sensibles à l'emploi de la voie ferroviaire, aux dépens de la route. Cette dernière fait des concassés éruptifs des matériaux coûteux, 23 F la tonne pour ceux de Dordogne, 26 F pour ceux des Basses Pyrénées, mais seulement 16 F pour ceux du Lot, alors que l'hypothèse de bas tarifs ferroviaires (schéma N° 2) n'introduit plus qu'un écart de 0,50 F (respectivement 15,50 et 16 F la tonne).

Toutes les combinaisons possibles à l'égard des matériaux expansés n'introduisent en revanche qu'un très faible écart, 0,50 F, surtout si on le ramène au coût global très élevé.

Bayonne

Aussi bien pour les agrégats concassés éruptifs provenant de la région Midi-Pyrénées que pour les matériaux expansés, les deux schémas de transports ferroviaires ne font intervenir qu'un écart insignifiant avec la route. Mais, en ce qui concerne les matériaux éruptifs, la situation géographique privilégiée des agrégats des Basses Pyrénées les met hors de concurrence, par rapport aux autres, pour les prix de revient.

Les sables et graviers de l'Adour parviennent à un prix très compétitif et ne subissent pas de concurrence, quoique les agrégats concassés calcaires ne soient qu'un peu plus coûteux.

Pau

Même situation pour cette ville que précédemment, à cette différence près que les trois sources d'approvisionnement possible en matériaux concassés éruptifs égalisent presque leurs chances d'y parvenir, si le schéma N° 2 se réalise (utilisation de trains complets de 3 000 tonnes) pour les transports ferroviaires. Arriveront donc aussi bien les matériaux aquitains que ceux en provenance de la région Midi-Pyrénées. Si on envisage seulement le premier schéma, à savoir un abaissement limité des tarifs ferroviaires et un transport selon les normes actuelles, cette situation introduit un avantage assez important à l'égard du transport par route : de 1,50 à 2,50 francs par tonne. L'hypothèse basse est plus favorable au chemin de fer, pour les agrégats expansés, que dans le cas des deux autres villes précédentes.

C - LE COUT DES MATERIAUX RENDUS DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS DE LA
REGION MIDI-PYRENEES

Seule Toulouse pouvait être retenue comme grande agglomération. Le tableau N° 19 permet de comparer les coûts rendus des différents matériaux susceptibles d'approvisionner cette Z.P.I.U.

Toulouse

Nous avons insisté, dans la première partie, sur la simplicité de la situation pour cette ville. Les deux schémas ne peuvent donc faire intervenir que la possibilité d'obtenir les mêmes matériaux à un coût inférieur, par l'utilisation des trains complets de 3 000 tonnes. Ainsi est accentué l'avantage que l'on retire de l'utilisation de la voie ferrée par rapport à la route pour faire venir les matériaux concassés éruptifs du Lot, mais celui-ci n'est pas suffisant pour permettre de rejoindre le coût des éruptifs parvenant de Haute-Garonne par camions.

Comme on pouvait le prévoir, d'après la description des conditions d'exploitation, ce sont les matériaux alluvionnaires de la Garonne qui de loin sont les plus compétitifs, car situés très près du lieu d'utilisation.

Tableau n° 19

Coût de la tonne de granulats rendue dans les principales agglomérations
de la région MIDI-PYRENEES en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Toulouse	Autres
Aquitaine	Sables et graviers de Garonne	Camion			9,0
	Sables et graviers de Garonne et ses affl.	Camion		8,0	8,0
	Concassés calcaires	Camion		9,5	9,5
Midi-Pyrénées	Concassés éruptifs du Lot	Camion	haute	22,0	18,0
				Fer	basse
	Concassés éruptifs de Haute-Garonne	Camion			
	Expansés	Camion	haute	43,0	
Fer				basse	
	Languedoc-Roussillon	Sables et graviers des fleuves du Roussillon	Camion		

D - LE COUT DES MATERIAUX RENDUS DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS DE LA REGION RHONE-ALPES

De nombreuses ressources en matériaux et un réseau très dense d'infrastructure de transport entraînent un schéma concurrentiel complexe, que le tableau N° 20 nous permettra d'éclairer.

Lyon

La voie navigable et la route se partagent à peu près à un coût équivalent les transports de sables et graviers de la Saône et du Rhône. Nous avons vu à propos des Z.P.I.U. des Pays de la Loire que dans une telle situation, ce sont les conditions d'exploitation qui commandent l'emploi de l'un ou l'autre mode de transport. La possibilité d'extraire en darses ou bien d'employer des bandes transporteuses jusqu'aux barges renforce par exemple l'avantage que l'on peut retirer du transport par voie navigable. Le tableau N° 20 permet de comparer ces coûts à ceux des sables et graviers de la Plaine d'Alsace et met en évidence les raisons qui nous ont conduits à abandonner l'hypothèse de livraisons de matériaux alsaciens vers les villes de la région Rhône-Alpes.

En effet, les matériaux alluvionnaires alsaciens parvenant à Lyon supportent des coûts de transport prohibitifs, respectivement de :

14,40 F par tonne avec l'hypothèse d'une liaison à petit gabarit,
7,20 F par tonne avec l'hypothèse d'une liaison à grand gabarit.

En ajoutant les autres composantes du coût rendu, il est apparu que nous devons définitivement rejeter cette possibilité, car l'écart avec le coût rendu des autres matériaux était vraiment trop considérable.

En ce qui concerne les agrégats concassés éruptifs, l'alternative offerte par les schémas de transport introduit des variations de coûts intéressantes, notamment si on les compare à ceux des granulats concassés calcaires. Rappelons toutefois, nous l'avons vu dans la première partie, que les matériaux concassés calcaires seront très peu utilisés, sauf à Chambéry.

L'emploi exclusif de la route donne un léger avantage aux agrégats concassés calcaires par rapport aux matériaux concassés éruptifs. Mais la voie ferrée est plus avantageuse, avantage qui est bien entendu accru lorsque l'on envisage l'utilisation de trains complets de 3 000 t. Dans ces conditions, l'écart est de 4 F par tonne au profit des granulats concassés éruptifs.

Tableau n° 20

Coût de la tonne de granulats rendue dans les principales agglomérations de la région RHONE-ALPES en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Lyon	Saint-Etienne	Grenoble	Chambéry	Annecy	Valence	Autres	
Bourgogne	Concassés éruptifs	Camion								15,0	
Auvergne	Concassés éruptifs	Camion								14,5	
	Sables et graviers du Rhône	Camion V.N.	1	7,5	8,5				6,5	7,5	
			2	8,5						6,5	
	Sables et graviers de Saône	Camion V.N.	1	9,0	16,0						
			2	9,0							
	Sables et graviers de l'Isère et du Drac	Camion				7,0					
	Sables et graviers du Fier	Camion						8,5			
Rhône-Alpes	Autres sables et graviers locaux	Camion								7,5	
	Sables et graviers de Loire	Camion			9,0					10,0	
	Concassés calcaires	Camion		19,5	18,0	19,0	9,0			17,5	
	Concassés éruptifs	Camion		22,0	21,0	22,0	26,0	31,0	12,0	24,0	
			Fer	haute	17,5	17,5	17,0	18,5	19,0		17,5
				basse	15,5	15,0	15,0	15,5	16,0		15,0

(Suite)

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Lyon	Saint-Etienne	Grenoble	Chambéry	Annecy	Valence	Autres
Rhône-Alpes	Expansés	Camion Fer	haute basse	43,0	43,0	51,0	54,0	57,0	51,0	52,0
						51,0	50,5	51,5	50,5	50,0
Languedoc-Roussillon	Sables et graviers du Rhône et du Gard	Camion								7,5
Provence-Côte d'Azur	Sables et graviers de Durance	Camion								8,0
	Concassés calcaires	Camion								9,5
Alsace	Sables et graviers du Rhin	V.N.	1 2	18,5						
				13,0						

St-Etienne

Les sables et graviers de la Loire et du Rhône ne parviennent que par la route à un coût presque équivalent (respectivement 9 et 8,50 F la tonne).

En ce qui concerne le coût rendu des autres matériaux, concassés éruptifs et concassés calcaires, l'écart de 3 F par tonne au profit des matériaux calcaires transportés par camions est supprimé si les agrégats éruptifs de l'Ardèche empruntent la voie ferrée (17,50 F la tonne aux conditions actuelles des tarifs, et 15 F la tonne si les trains complets de 3 000 tonnes se généralisent).

Grenoble - Chambéry - Annecy - Valence

Ces Z.P.I.U. ont été regroupées en raison de l'identité de structure du point de vue des schémas de coûts rendus qui les caractérisent. Les calculs ayant évidemment été opérés distinctement, il semble logique de rechercher les causes de ces similitudes. Sauf dans le cas de Chambéry qui ne dispose pratiquement pas de sables et graviers d'alluvions, les autres villes sont approvisionnées par des agrégats alluvionnaires locaux aux prix les plus intéressants eu égard aux autres matériaux.

Valence, située très près du lieu d'exploitation des agrégats concassés éruptifs de la région, ne les fait acheminer que par la route, tandis que pour les autres agglomérations, ce mode de transport est fortement concurrencé par le fer, la différence de coût étant pratiquement du simple au double pour Annecy, dans le cas du deuxième schéma.

Quant aux agrégats expansés, ils parviennent à des coûts presque identiques, quel que soit le schéma ou le mode de transport, avec toutefois un avantage plus marqué pour Chambéry et Annecy à l'égard de la voie ferrée.

Les raisons essentielles de ces structures très voisines sont liées au contexte régional et géographique. Ce sont des villes un peu excentrées par rapport à l'axe rhodanien, en dehors de Valence, mais qui disposent quand même d'une source d'alluvionnaires proche (sauf Chambéry), alors que pour les autres matériaux elles ont une position géographique identique, qui les place loin du lieu d'exploitation.

E - LE COUT DES MATERIAUX RENDUS DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS DE LA
REGION LANGUEDOC-ROUSSILLON

Ces coûts rendus seront repris pour Nîmes, Montpellier et Perpignan dans le tableau N° 21 (cf. page suivante).

Nîmes

Les sables et graviers du Gard bénéficient de leur proximité géographique, en comparaison de ceux du Rhône, mais arrivent au même coût que les agrégats concassés calcaires locaux.

Les granulats concassés éruptifs et expansés de la région n'ont pas à soutenir la concurrence d'autres matériaux de même type, mais ils bénéficieraient de l'utilisation des trains complets de 3 000 tonnes, bien que l'hypothèse de tarifs ferroviaires plus élevés, hypothèse haute, les avantage déjà sensiblement à l'égard de la route.

Montpellier

Les matériaux concassés calcaires sont nettement moins onéreux que les sables et graviers alluvionnaires, mais ces derniers offrent un coût encore inférieur aux agrégats marins qui n'en seront qu'à leur début d'exploitation.

Une sensibilité très faible se manifeste à l'égard des deux schémas de transport en ce qui concerne le coût rendu des matériaux expansés.

Perpignan

On retrouve une situation sensiblement voisine de celle de Nîmes, à ceci près que les sables et graviers des fleuves du Roussillon conservent encore un coût inférieur aux agrégats concassés calcaires locaux. Les sables et graviers marins auraient eu une possibilité de s'implanter sur ce marché, principalement en fonction d'impératifs de granulométries, mais cette hypothèse n'a pu être retenue pour des motifs liés au volume de la demande qui reste insuffisant pour justifier une exploitation industrielle.

Les matériaux concassés éruptifs de Nîmes ont la même structure de prix, en raison des distances. En revanche, les agrégats expansés trouvent avantage à n'utiliser que la route, alors qu'à Nîmes c'est le transport ferroviaire qui domine pour ce type d'agrégats.

Tableau n° 21

Coût de la tonne de granulats rendue dans les principales agglomérations
de la région LANGUEDOC-ROUSSILLON en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Nîmes	Mont-pellier	Perpi-gnan	Autres	
Midi-Pyrénées	Sables et graviers de Garonne	Camion					8,0	
	Concassés calcaires	Camion					9,5	
Rhône-Alpes	Sables et graviers du Rhône	Camion					7-9	
	Sables et graviers du Rhône	Camion		9,0	9,0		10,0	
	Sables et graviers du Gard	Camion		7,0			8,0	
Languedoc-Roussillon	Sables et graviers de l'Hérault	Camion			9,5		8,5	
	Sables et graviers des fleuves du Roussillon	Camion				7,5	7,5	
	Concassés calcaires	Camion		7,0	7,5	8,5	10,5	
	Concassés éruptifs	Fer	haute	Camion	18,0	12,0	18,0	14,0
				basse	15,5		15,5	15,0
					14,5		14,5	14,5
	Sables et graviers de mer	V.N.			13,0	11,0	11,0	
	Expansés	Fer	haute	Camion	56,0	51,0	47,0	51,0
basse				51,5	50,0		50,0	
				50,0	49,0		49,0	
Provence-Côte d'Azur	Sables et graviers de Durance	Camion					10,0	

F - LE COUT DES MATERIAUX RENDUS DANS LES PRINCIPALES AGGLOMERATIONS DE LA REGION PROVENCE-COTE D'AZUR

L'ensemble des coûts rendus des agrégats pouvant approvisionner les principales agglomérations de la région sont consignés dans le tableau N° 22 (cf. page 178).

Avignon

Il est logique que les sables et graviers du Rhône et du Gard, que la même distance sépare du lieu de production au lieu de consommation, parviennent au même coût. Etant également les plus proches, ils sont les moins coûteux par rapport aux autres types d'agrégats. Les agrégats concassés calcaires exploités dans les environs d'Avignon, bien qu'ils ne soient que très légèrement plus coûteux que les granulats alluvionnaires, n'interviendront que faiblement sur le marché pour des raisons liées à la qualité.

Les sables et graviers de Durance ainsi que de la plaine de la Crau parviendront également à un coût supérieur aux matériaux alluvionnaires du Rhône ou du Gard.

Les matériaux concassés éruptifs de la région Rhône-Alpes, avantagés par le transport routier, voient leur compétitivité battue en brèche, par rapport aux matériaux éruptifs du Languedoc-Roussillon, par l'utilisation de la voie ferrée aux tarifs actuels. Avec l'hypothèse d'un important abaissement des tarifs ferroviaires, les deux agrégats arrivent au même coût.

Aix

La situation de la ville permet aux sables et graviers de la Durance d'y parvenir à un coût nettement moins onéreux que les autres matériaux. En fait, les matériaux les moins coûteux sont les agrégats concassés calcaires locaux, mais ils ne sont pas d'une qualité suffisante pour certains emplois.

Transporter les matériaux concassés éruptifs par fer revient à avantager nettement ceux du Rhône-Alpes et du Languedoc-Roussillon,

surtout si l'on considère l'hypothèse de trains complets de 3 000 t, aux dépens de ceux de Provence-Côte d'Azur. Dans cette région, ce mode de transport n'est pas concevable au regard des distances pour les granulats expansés d'origine minérale.

Berre

Les sables et graviers du Rhône parviennent à un coût très bas et constitueront vraisemblablement la plus grande partie de l'approvisionnement en granulats. Viendront ensuite les sables du Val d'Aran, pour des raisons de granulométries.

Les matériaux concassés éruptifs des régions Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon sont les plus avantageés en termes de coût rendu, surtout s'ils sont transportés par fer, selon le schéma N° 2.

Marseille

Actuellement, les matériaux concassés calcaires y parviennent aux coûts les plus bas. Les sables et graviers alluvionnaires supportent des coûts très élevés par rapport aux agrégats concassés calcaires. Si on les emploie à Marseille, ce ne pourra être que pour des raisons spécifiques, liées à certains types de travaux.

Par la route, les agrégats concassés éruptifs locaux sont susceptibles d'être livrés à des coûts très compétitifs. Il en va différemment dans le cas du transport par fer, spécialement avec l'hypothèse d'utilisation de trains complets de 3 000 tonnes, où les matériaux éruptifs du Rhône-Alpes et du Languedoc-Roussillon deviennent compétitifs.

Toulon

On assistera à de forts arrivages de sables et graviers du Val d'Aran ainsi que de matériaux concassés calcaires locaux.

Les agrégats concassés éruptifs de Provence-Côte d'Azur sont hors de portée, comparés aux agrégats éruptifs des autres régions, s'ils ne font appel qu'au transport par la route, mais la marge n'est plus que très faible lorsque les agrégats concassés éruptifs du Rhône-Alpes et du Languedoc-Roussillon empruntent la voie ferrée, plus particulièrement dans le cadre de l'hypothèse de bas tarifs.

Nice

Les sables et graviers du Var font apparaître un coût assez élevé par rapport aux agrégats concassés calcaires locaux.

L'écart considérable entre les matériaux concassés éruptifs locaux et ceux des autres régions (le coût rendu des premiers est inférieur de moitié aux seconds) est ramené à 2,50 F par tonne, dans le cas d'un transport ferroviaire, quand on applique les tarifs de l'hypothèse qui prévoit la généralisation des trains complets de 3 000 t.

De même, pour les granulats expansés d'origine minérale, un gain supérieur à 15 % est acquis pour le schéma N° 2, aux dépens de la route.

°°

Toutes ces considérations relatives aux coûts ne permettent, en réalité, qu'une comparaison "théorique". En effet, la simple lecture des tableaux et le recours au principe selon lequel ce sont les matériaux les moins onéreux en termes de coûts qui parviennent sur les lieux de consommation, constitueraient une méthode par trop simpliste d'appréhension des phénomènes économiques.

Or, nous avons vu dans la première partie que de nombreux facteurs sont à prendre en considération, qui viennent modifier le schéma théorique auquel nous venons de faire allusion. Ils sont relatifs aux ressources potentielles des gisements, aux possibilités d'emploi et aux différentes contraintes qui pèsent sur une application strictement concurrentielle des possibilités d'approvisionnement. Nous reprendrons ces contraintes d'une façon systématique au niveau de chaque Z.P.I.U. pour déterminer le sens et l'amplitude des transports de granulats à destination de chacune d'elles, à l'horizon 1985.

Tableau n° 22

Coût de la tonne de granulats rendue dans les principales agglomérations de la région PROVENCE-CÔTE D'AZUR en 1985

en francs 1970

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Avignon	Aix	Berre	Marseille	Toulon	Nice	Autres	
Rhône-Alpes	Sables et graviers du Rhône	Camion		7,0						7,5	
	Concassés éruptifs	Fer	haute	Camion	16,0	23,0	24,0	25,0	31,0	43,0	32,0
				basse	15,5	17,0	17,5	18,0	19,5	23,0	19,5
					14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	19,5	16,5
Languedoc-Roussillon	Sables et graviers du Gard	Camion		7,0						7,5	
	Concassés éruptifs	Fer	haute	Camion	22,0	27,0	22,0	27,0	32,0	47,0	35,0
				basse	16,5	18,5	17,0	18,0	19,5	23,0	13,5
					14,5	15,5	15,0	16,0	16,5	19,5	15,5
Provence-Côte d'Azur	Sables et graviers du Rhône	Camion		9,0	12,0	7,0	12,0			7,5	
	Sables et graviers de Durance	Camion		9,5	9,5		12,5	16,5		10,0	
	Sables et graviers du Val d'Aran	Camion			11,0	15,0	10,0	7,0	20,0	9,0	

(Suite)

Région d'origine	Type de matériaux	Mode de transport	Hypothèse	Avignon	Aix	Berre	Marseille	Toulon	Nice	Autres	
Provence-Côte d'Azur	Sables et graviers du Var	Camion							11,0	12,5	
	Concassés calcaires	Camion		7,5	7,5		7,5	7,5-8,5	7,5-8,5	7,5-8,5	
	Concassés éruptifs	Camion			20,5	24,5	20,5	15,5	18,5	19,5	
		Fer	haute		19,0	18,0	19,5	19,0		17,5	18,0
	basse			17,5	17,0	17,5	17,5		17,0	17,0	
	Expansés	Camion			51,0	44,5	46,0	43,0	47,0	61,0	55,0
		Fer	haute		50,5					53,0	51,5
basse			49,5					51,0	50,0		