

ANALYSE DES RELATIONS ENTRE ACCESSIBILITE ROUTIERE ET DEVELOPPEMENT SOCIO-ECONOMIQUE DANS LE CONTEXTE TERRITORIAL DESSERVI

G. GATTI & E. CAVUOTI

Département des Routes et Transports. Université Polytechnique de Bari. Italie
g.gatti@poliba.it

RÉSUMÉ

On sait que l'efficacité d'un réseau routier est en relation directe avec ses valeurs d'accessibilité.

La mesure des variations d'accessibilité permet d'évaluer l'effet que peuvent avoir les diverses interventions en termes d'efficacité/coût et de contribuer à une meilleure rentabilité des ressources employées.

La hiérarchisation fonctionnelle des centres urbains desservis par un réseau routier se définit généralement en utilisant des indicateurs de type socio-économique qui correspondent au contexte spécifique et qui ont un rapport avec la finalité des analyses.

On sait, en outre, que le développement socio-économique d'une région est en relation directe avec la présence d'un support infra-structurel et plus particulièrement routier adéquat, mais on sait aussi que cette condition nécessaire est malgré tout insuffisante.

Cette étude a pour but d'apporter une contribution en vue d'une meilleure connaissance de la relation entre développement socio-économique et niveau de développement du réseau routier dans un contexte territorial donné, en portant une attention particulière à l'évaluation des rétroactions entre les sous-systèmes examinés.

Dans ce but, nous avons étudié la bande côtière de la Région des Pouilles, s'étendant entre Foggia et Brindisi, avec au centre Bari, chef-lieu de région.

La Communauté Européenne considère ce territoire comme la charnière des échanges entre l'Europe Occidentale et les nations balkaniques et moyen-orientales, telles que l'Albanie, la Grèce etc. au travers du couloir n° 8.

On a ainsi mesuré certains "indicateurs de développement" et les "accessibilités" correspondant à la période allant de 1971 à 2001.

Les résultats ont fourni des indications sur les tendances évolutives socio-économiques du territoire examiné, d'un intérêt notoire aux fins de la planification.

MOTS CLÉS

RESEAU ROUTIER / ACCESSIBILITE / DEVELOPPEMENT / CONGESTION / PROGRAMMATION

1. LE SYSTEME DE REFERENCE

On sait que le sous-système transports, constitué par le réseau des infrastructures, est en relation directe avec celui socio-économique et celui des flux circulants dans ledit réseau. Ces trois éléments ont une influence les uns sur les autres, c'est-à-dire que les modalités de développement et de changement du sous-système socio-économique déterminent des variations dans les sous-systèmes du transport et des flux et réciproquement.

On sait que pour pouvoir analyser ces influences réciproques, on a besoin d'un système de référence constitué de trois éléments fondamentaux:

- Le sous-système de transport "S", constitué de toutes les infrastructures supportant les divers modes de transport;

- Le sous-système d'activités "A", constitué par l'ensemble des activités socio-économiques;
- L'ensemble des flux "C", constitué par les volumes de trafic se déplaçant depuis leurs différentes origines vers leurs diverses destinations à l'intérieur du réseau des infrastructures de transport "S" (Fig. 1).

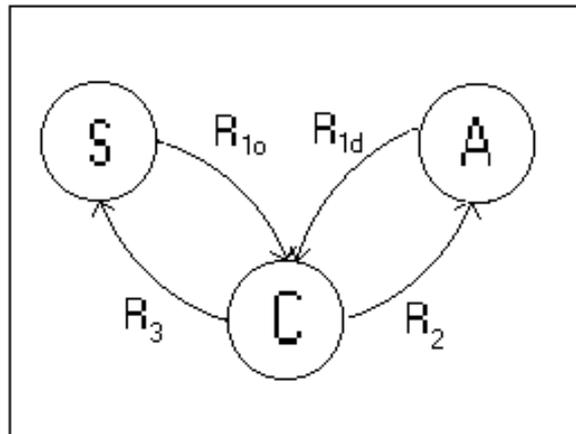


Figure 1 – Le système de référence

Les relations entre les trois éléments sont les suivantes:

1. La relation "R₁"; elle représente l'ensemble des flux, déterminé par l'interaction entre le système de transport et celui des activités. Son évaluation s'effectue en appliquant la théorie de la demande "R_{1d}" et de l'offre "R_{1o}".
2. La relation "R₂"; elle représente la rétroaction de la circulation sur les activités, exprimée par les changements qu'elle génère dans le temps sur le système des activités, au travers des services de transport fournis et des ressources consommées pour ce même service.
3. La relation "R₃"; elle représente la rétroaction de la circulation sur le système de transport, exprimée par les variations qu'elle détermine dans le temps sur la fourniture des services. Par rapport aux flux effectifs ou envisagés, l'Etat et les entreprises doivent développer de nouveaux services de transport ou modifier ceux déjà existants.

A travers ces relations, le système de transport "S" et le contexte territorial "A" interagissent entre eux. L'ensemble des flux "C" fonctionne comme régulateur des influences réciproques, au travers des rétroactions "R₂" et "R₃".

2. L'ANALYSE DES RETROACTIONS DANS LE SYSTÈME

Comme on sait, la tendance évolutive des systèmes à capacité limitée est donc du type représenté en fig. 2. Sur les axes des coordonnées, on reporte respectivement le temps et la fonction d'évolution du système. Le développement initial présente une rétroaction positive, c'est-à-dire que l'évolution accentue les mêmes phénomènes qui déterminent le développement. A partir d'un certain point, représenté par le point d'inflexion, la rétroaction devient négative, car tous les facteurs déterminant le développement s'atténuent progressivement. Une fois le niveau maximum de développement atteint, la rétroaction devient de nouveau positive car se détermine une tendance à la régression qui se régénère et se renforce. Le facteur de contrainte est donc la capacité du système. Pour que le développement puisse se poursuivre, même en termes de rétroaction négative, l'unique possibilité reste de varier la capacité du système en l'augmentant de C_A à C_B. Si la limite de capacité est portée à une valeur très élevée (par exemple C_C à la fig. 2),

l'évolution du système peut continuer avec une rétroaction positive. Dans les deux cas, l'élévation de la limite de capacité comporte le passage d'une variation d'état à une variation de structure. Par conséquent, le développement en termes de systèmes, une fois la capacité atteinte, peut continuer seulement si cette limite est déplacée, en agissant au niveau des variations de structures du système même. Tout autre type d'intervention visant à atteindre les objectifs en question n'aura aucune efficacité.

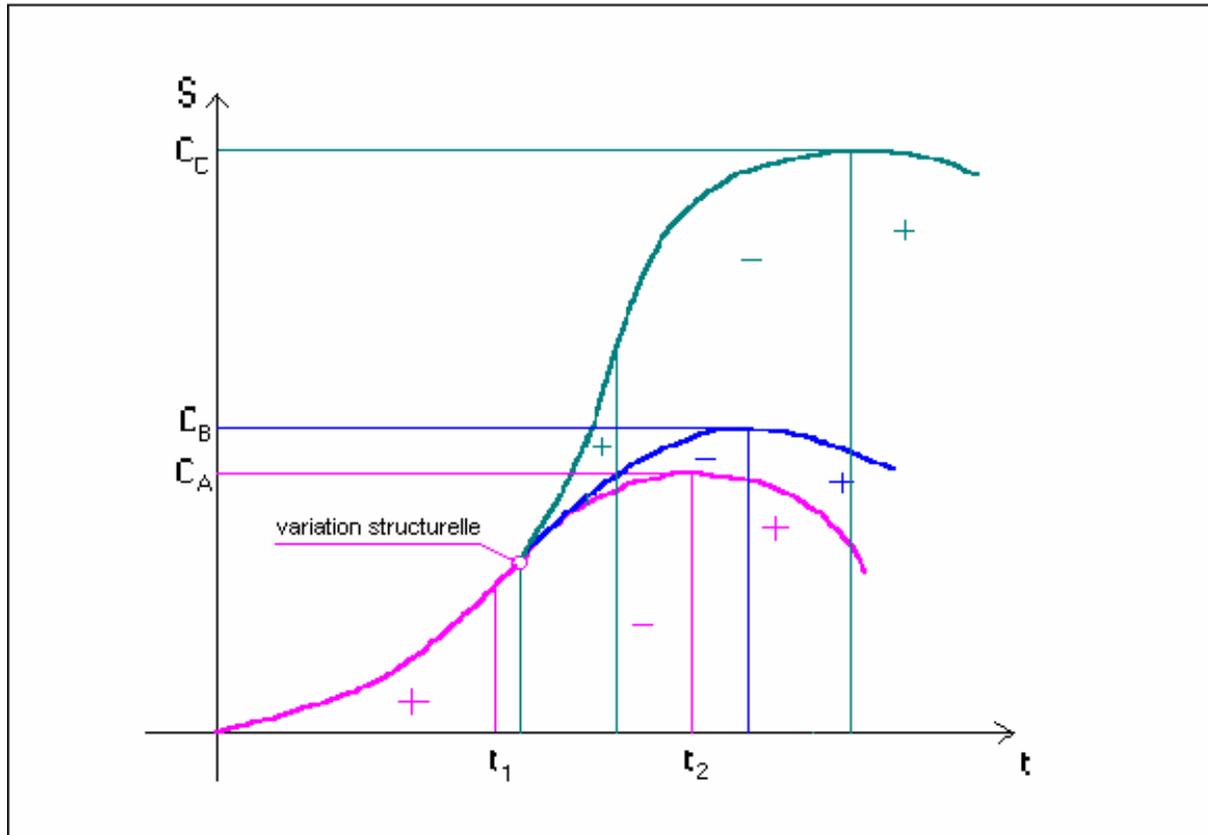


Figure 2 – Tendances évolutives d'un système à capacité limitée

Le système de référence adopté met clairement en évidence de quelle manière le développement socio-économico-territorial est lié à l'amélioration des dotations d'infrastructures et comment les deux facteurs agissent toujours et simultanément avec des rétroactions de type positif ou négatif, favorisant ou freinant, selon le cas, le développement réciproque.

La modernisation d'une liaison routière, en augmentant (relation R_{10}) l'offre du service transport, apporte, en termes d'augmentation de l'accessibilité, des bénéfices pour des implantations situées en marge de ce réseau routier. Cette accessibilité, en effet, se mesure généralement d'un point de vue inverse par rapport aux temps de parcours (ou aux coûts de voyage) (voir § 3.2). Les coûts de voyage et de transport diminuant, l'accessibilité aux divers lieux augmente, ces derniers devenant par conséquent beaucoup attractifs pour l'implantation d'entreprises. On favorise ainsi (relation R_2 initialement avec rétroaction positive) la réalisation d'autres implantations marginales et le développement de ceux déjà existants. Donc, la dotation d'infrastructures agit comme un facteur d'entraînement du développement des activités. Par conséquent, la demande de transport augmente.

En suite, à cause de l'augmentation du trafic sur le réseau, effet de la limite de capacité, le degré de congestion sur la route augmente. La dotation infra-structurelle finit d'être un facteur d'entraînement du développement quand s'établit une concurrence de la zone

considérée avec autres zones, devenues plus accessibles, pour la réalisation de nouvelles implantations.

Ainsi débute une période durant laquelle le développement du territoire, qui continue malgré le frein que constitue la congestion (R_2 avec rétroaction négative), la modernisation du réseau d'infrastructures (rétroaction R_3) devient toujours plus source d'avantages et impérative.

3. ANALYSE DE LA RELATION ACCESSIBILITÉ – DEVELOPPEMENT DU TERRITOIRE

On sait que la première approche du problème permet seulement d'examiner la relation accessibilité – développement du territoire.

On trouvera reportée en fig. 3 l'allure dans le temps d'un indicateur générique de développement des activités et du niveau d'accessibilité correspondant.

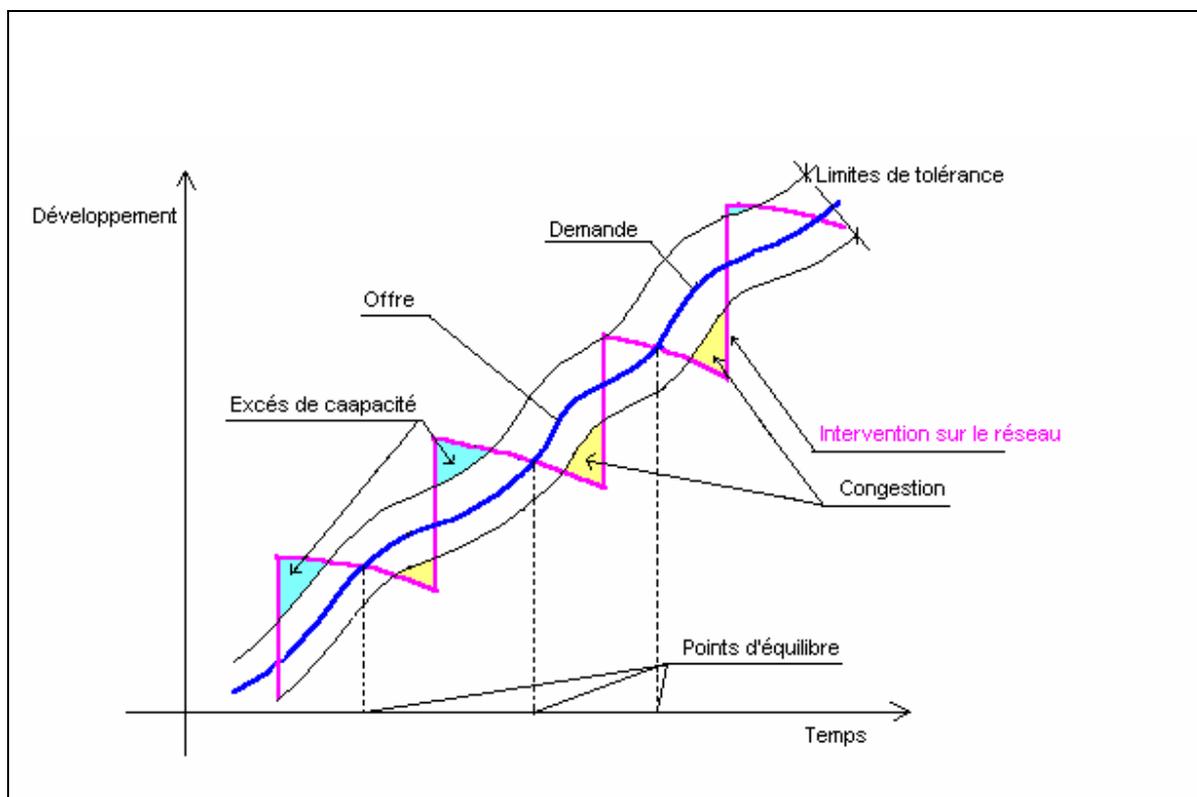


Figure 3 – Evolution de l'indicateur de développement et de l'accessibilité

3.1 Les indicateurs de développement (IS_k) des activités dans le temps

Le choix des indicateurs de développement les plus appropriés pour être mis en relation avec l'accessibilité comporte une analyse préliminaire d'une masse de données relatives à chaque commune du territoire examiné, telles que:

- Population résidente
- Population résidente active
- Nombre d'employés aux unités locales
- Autres.

Dans certains cas, on peut relever une allure décroissante dans le temps de l'indicateur. Par exemple, pour un grand centre, le nombre d'employés du secteur secondaire peut décroître à cause d'une crise du secteur industriel ou à cause de la conversion de nombreuses activités productives vers le secteur des services. Comme peut décroître

aussi la population résidente d'un chef-lieu de région, à cause du transfert d'une partie de la population dans des zones périphériques de l'aire métropolitaine, retombant ainsi dans d'autres communes. Dans ces cas-là, la corrélation entre ces variables et l'accessibilité sera évaluée par l'agrégation de la variable « employés du secondaire » à celle relative aux autres secteurs et de la variable « population résidente » à celle des communes de la périphérie.

A la fig. 4 est reporté à titre d'exemple, le diagramme relatif à la tendance évolutive d'un indicateur générique IS_k dans le temps, correspondant à un des centres territoire examiné.

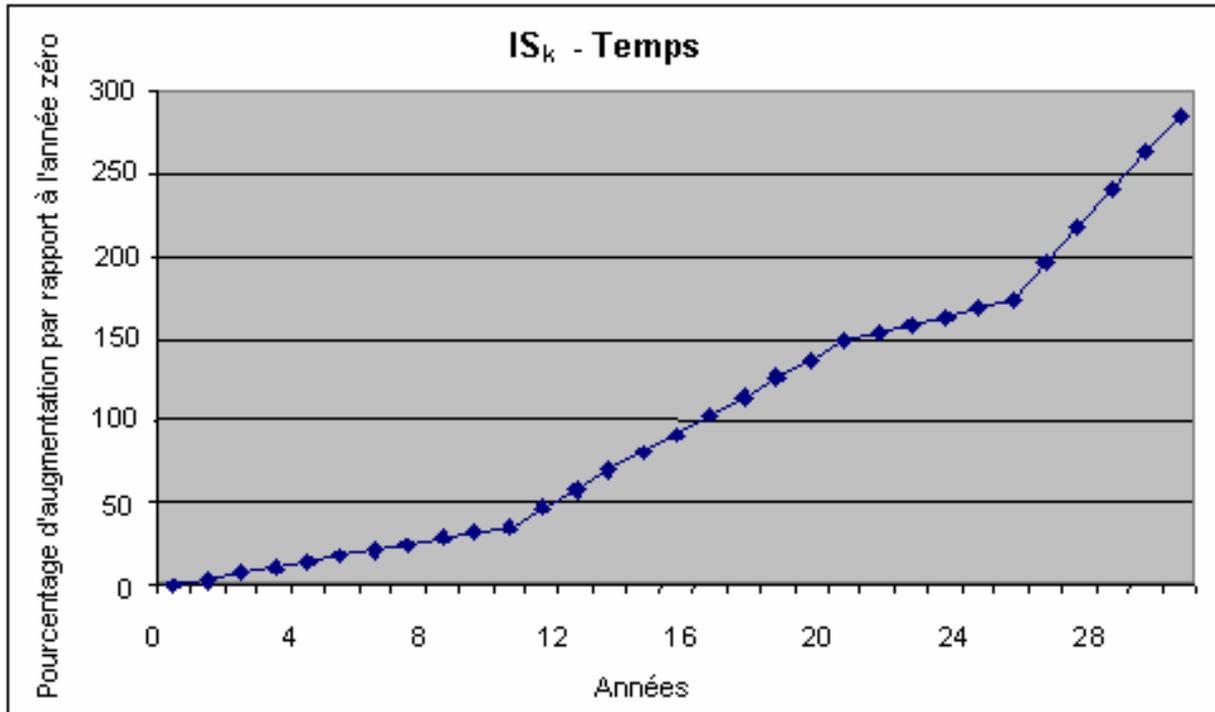


Figure 4 – Evolution de l'indicateur de développement

3.2 Mesures de l'accessibilité (A) dans le temps.

Comme on le sait, dans un réseau routier donné, représenté par un graphe, avec n centres d'origine et de destination, on peut mesurer l'accessibilité du centre i -ème par l'amplitude A_i , ainsi calculée:

$$A_i = \sum_j 1/c_{ij}$$

où c_{ij} représente le coût de voyages pour le déplacement depuis le noeud " i " jusqu'au noeud générique de destination " j ".

En conséquence, on définit comme accessibilité totale de réseau l'amplitude:

$$A_T = \sum_i \sum_j 1/c_{ij}$$

La tendance de l'accessibilité de réseau dans le temps est illustrée à la fig. 5.

On sait en effet que les coûts routiers augmentent progressivement avec le conditionnement tout d'abord élastique, puis rigide et qu'ils diminuent brusquement quand surviennent des interventions de modernisation ou quand sont réalisées de nouvelles branches de réseau.

L'évaluation rigoureuse des coûts de voyages selon les courbes réelles prix-volume moyen, $(P-Q)_M$ des diverses branches du réseau, donnerait à l'accessibilité, dans les

intervalles de temps durant lesquels se déroulent ces interventions, l'allure reportée par la ligne continue dans la fig. 5. La difficulté pour de gros réseaux à opérer une telle évaluation a conduit à assumer l'hypothèse simplifiée de coût de voyages indépendant du débit, obtenant ainsi l'allure approximative, en pointillé sur la même fig. 5.

Le diagramme de la fig. 3 peut être réalisé en superposant ceux de la fig. 4 et 5. On y illustre l'allure des amplitudes mesurables, telles que l'accessibilité et un indicateur de développement territorial ; on peut ainsi obtenir des informations sur les périodes de temps de type récurrent durant lesquelles, dans le réseau routier examiné, il existe encore un excès de capacité et le développement socio-économico-territorial peut donc se poursuivre et sur les périodes durant lesquelles se présentent des situations de congestion à cause d'une capacité insuffisante de ce même réseau.

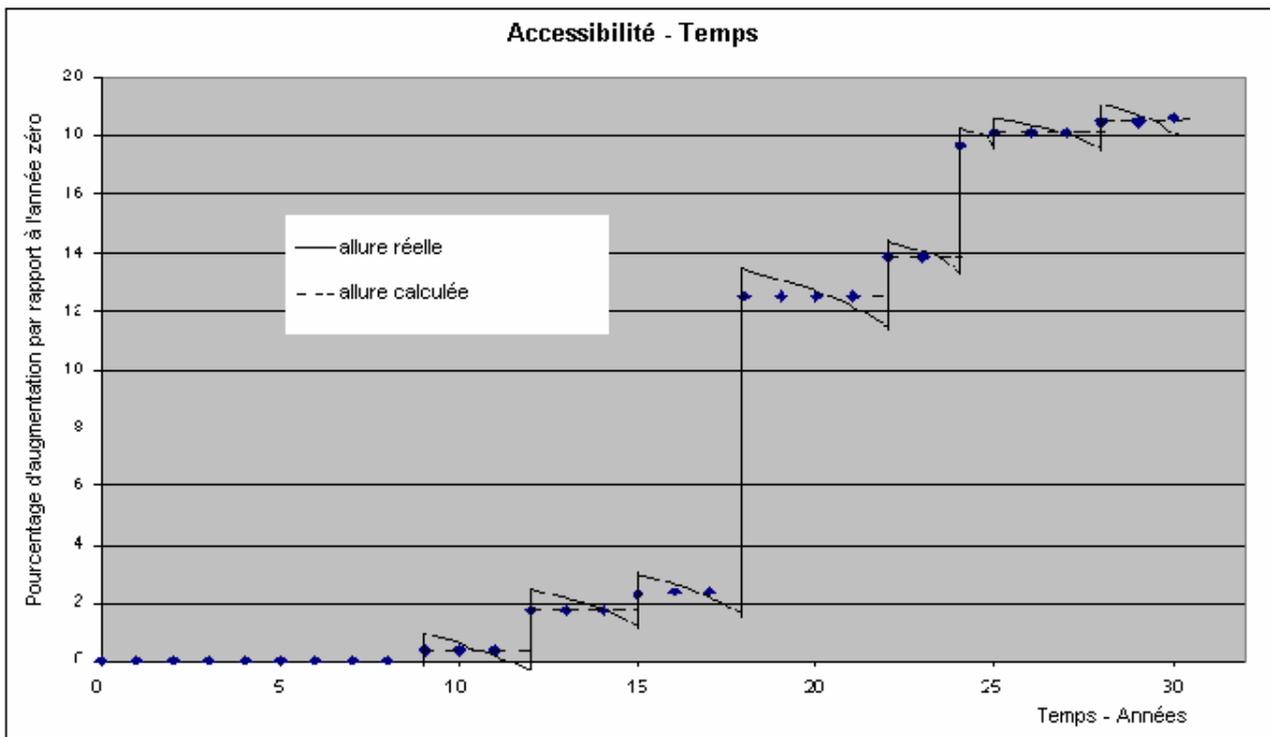


Figure 5 – Evolution de l'accessibilité

3.3 Mesures de corrélation

Une première évaluation de la relation IS_k-A à une date préétablie peut se faire au moyen d'une analyse de corrélation, en associant les valeurs des indicateurs avec celles de l'accessibilité de l'année correspondante et en évaluant les coefficients de corrélation de Pearson "r" comme mesure de degré d'influence réciproque des deux indicateurs.

Le coefficient de corrélation se détermine par le rapport:

$$r = \sqrt{a \cdot b}$$

où a et b sont les coefficients angulaires des deux réseaux de régression relative à la relation $A = f(IS_k)$ et à son inverse $IS_k = g(A)$.

Les graphiques des figures 6 et 7 illustrent la corrélation directe et la corrélation inverse entre accessibilité et indicateur générique IS_k relatif à un même centre. Le résultat obtenu pour la valeur r du coefficient de corrélation est égal à 0,939.

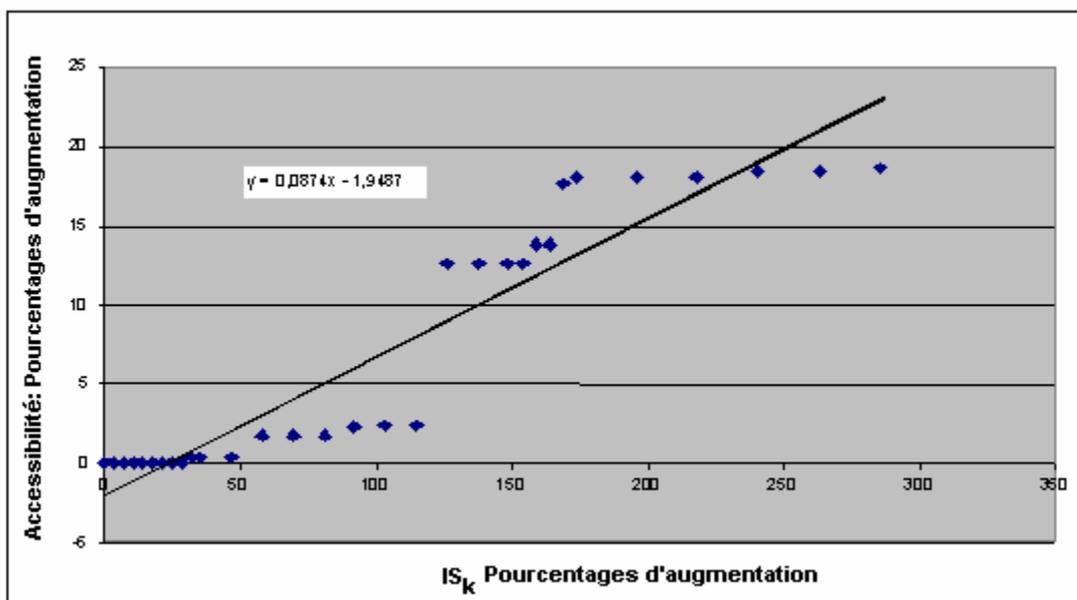


Figure 6 – Droite de régression de la relation $A = f(IS_k)$

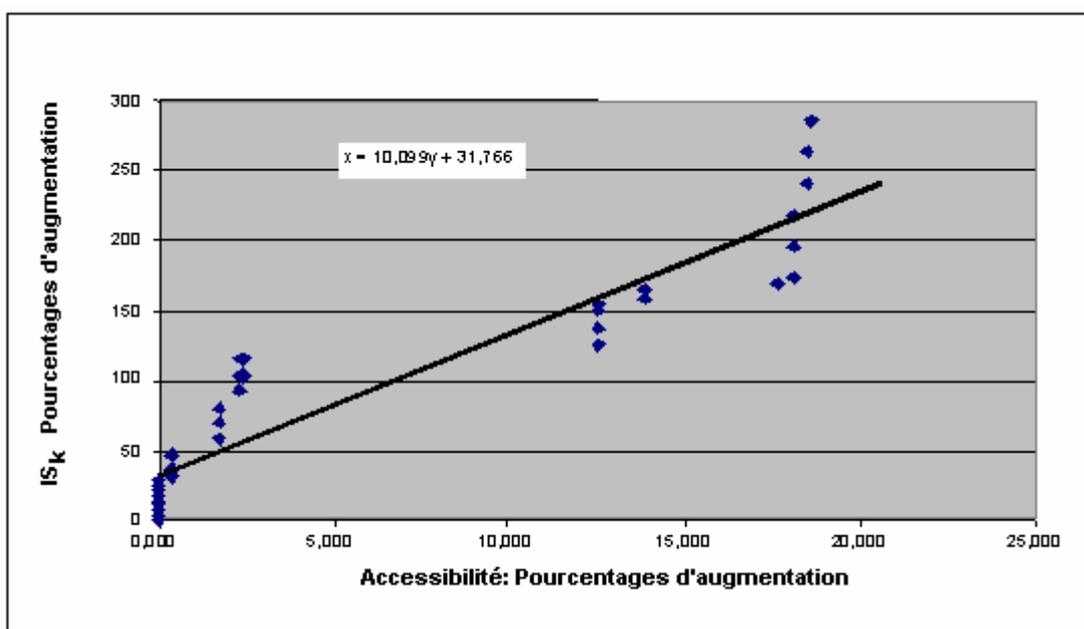


Figure 7 – Droite de régression de la relation $IS_k = g(A)$

4. L'ÉVALUATION DES INTERRELATIONS ENTRE LES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME ADOPTÉ (A,S,C)

En faisant référence au diagramme de la fig. 8, on peut obtenir une autre contribution visant à une connaissance plus ponctuelle et spécifique des interrelations entre les éléments du système adopté. Y sont reportées:

- a) Les courbes prix-volume moyen $(P-Q)_M$ de liaisons routières alternatives et concurrentes, rassemblées en une seule section le long d'une directrice (O-D) préétablie, réalisées à partir d'une certaine année de référence (année zéro) et successivement modernisées ou de construction nouvelle, avec les capacités correspondantes. Dans un tel cas, les débits à considérer sur ces branches ne sont pas seulement ceux de la directrice O-D mais aussi tous les débits entre les diverses origines et destinations qui utilisent ces branches pour leurs parcours d'utilité

maximale. Une situation analogue peut facilement s'étendre à la section de capacité mineure du réseau entier ou à n'importe quelle section préétablie du réseau, composée d'un certain nombre de branches, dont chaque courbe prix – débit moyen est connue. Le débit qui devra être utilisé sur les branches sera déterminé par la somme des débits provenant de tous les couples O-D du réseau qui utilisent ces branches pour leurs parcours d'utilité maximale. On sait que pour déterminer ces faits, on se sert de divers modèles d'assignation du trafic aux réseaux. La "capacité" de la section sera par contre déterminée en mettant ensemble les capacités de chacune des branches composant la section.

- b) La demande de voyages dans le temps, estimée au moyen d'une extrapolation des données de débit relevé aux diverses dates et disponibles par recensements, ou bien évaluée au travers de modèles gravitationnels calibrés.

L'analyse du diagramme précité permet de mettre en évidence la tendance évolutive du système, en distinguant les typologies durant les périodes de temps suivantes:

- I. Les phases durant lesquelles l'intervention visant à améliorer la route (ou le réseau) influence positivement le développement du territoire. Celles-ci sont appelées *phase de type 1*. Elles commencent au moment de l'intervention même. Le degré d'influence est mesuré par la différence entre la capacité et la demande de voyages à travers la section considérée. Ces phases coïncident avec la rétroaction positive de la dotation infra-structurelle sur les activités.
- II. Les phases, appelées *phases de type 2*, durant lesquelles l'influence est réciproque. Ces périodes débutent quand le débit, par effet de la congestion, limite le développement de la demande de voyages. Le degré d'influence de l'offre routière sur le développement du territoire continue à être exprimé par la différence entre capacité et demande. L'influence du développement du territoire sur la demande d'infrastructures est mesuré par la différence entre demande de voyages et débit relevé. Ces phases coïncident avec la rétroaction négative du sous-système circulation "C" sur les activités, quand commende le conditionnement réciproque des véhicules, par effet des limites de capacité. Ce conditionnement, défini comme élastique, fait fonction de frein au développement des activités, avec une intensité croissante.
- III. Les phases, appelées *phases de type 3*, durant lesquelles le développement du territoire influence la demande de dotation d'infrastructures. Ces périodes commencent quand la demande atteint la limite de capacité et terminent à la suite de la successive intervention de modernisation. Le degré d'influence continue à être exprimé par la différence entre demande de voyages et débit relevé. Ces phases coïncident avec une période de recul du développement avec rétroaction positive. En effet, quand la demande de voyages dépasse la limite de capacité, s'enclenche un phénomène de conditionnement rigide, ou de "flux interrompu", qui génère une diminution des débits de trafic et par conséquent, une possible délocalisation des activités. Evidemment, la régression des activités survient toujours avec un certain retard par rapport à la manifestation des phénomènes de trafic à flux interrompu. Le fait de négliger ce retard rentre dans les limites d'approximation du modèle adopté.

Il est possible qu'après l'intervention de modernisation, la phase de développement de type 1 ne se vérifie pas (rétroaction positive). Ceci correspond au cas illustré à la fig. 2, c'est-à-dire de l'élévation de la capacité à une valeur C_B insuffisante afin d'éviter le conditionnement élastique et la rétroaction négative correspondante.

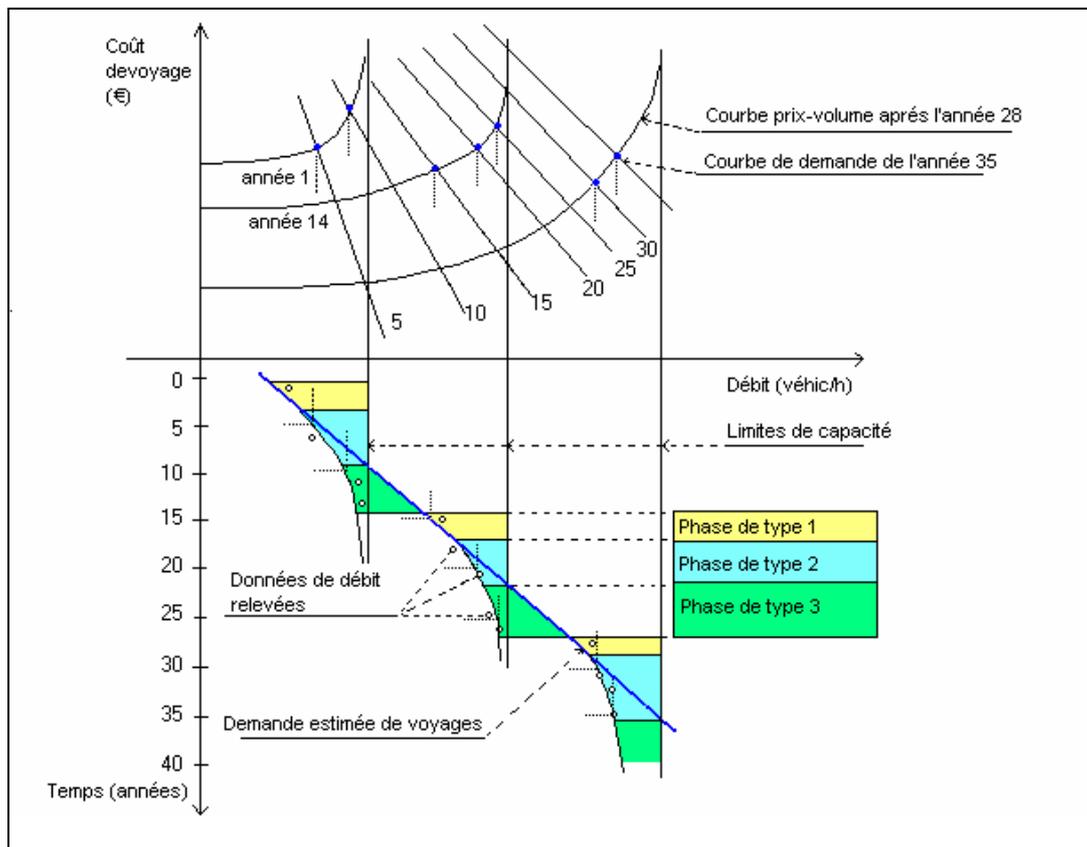


Figure 8 – Tendances évolutives d'un système territorial

5. EXEMPLE D'APPLICATION: LA BANDE CÔTIÈRE DES POUILLES

La méthode proposée ici a été appliquée au réseau routier de la bande côtière des Pouilles, entre les centres de Foggia et de Brindisi (Fig. 9). Le territoire desservi comprend 43 communes. Parmi celles-ci, on a considéré les données des variables suivantes, relatives aux recensements effectués de 1971 à 2001.

- Population résidente
- Population résidente active
- Population résidente active secteur secondaire (industrie et constructions)
- Population résidente active secteur commercial
- Population résidente active secteur tertiaire commerce exclus
- Nombre d'employés aux unités locales
- Employés aux unités locales secteur secondaire (industrie et constructions)
- Employés aux unités locales secteur commercial
- Employés aux unités locales secteur tertiaire commerce exclus
- Inscrits dans les collèges et lycées dépendant de la Commune
- Inscrits dans les Universités dépendant de la Commune.

On a calculé par inter-population les valeurs des variables pour les différentes années de recensement, obtenant pour chaque centre et pour chaque variable le graphique des allures, sur le modèle de celui illustré à la fig. 4.

En outre, on a calculé pour chaque centre, l'accessibilité selon la formulation reportée au § 3.2, obtenant ainsi pour chaque centre un graphique semblable à celui de la fig. 5.

Ont été ainsi individualisées, parmi toutes les variables considérées, celles étant le plus liées au développement du réseau.

Dans le tableau 1 sont reportées en pourcentage, pour chaque indicateur, les variations, en augmentation ou en diminution, relatives à l'année 2001 par rapport à l'année 1971.

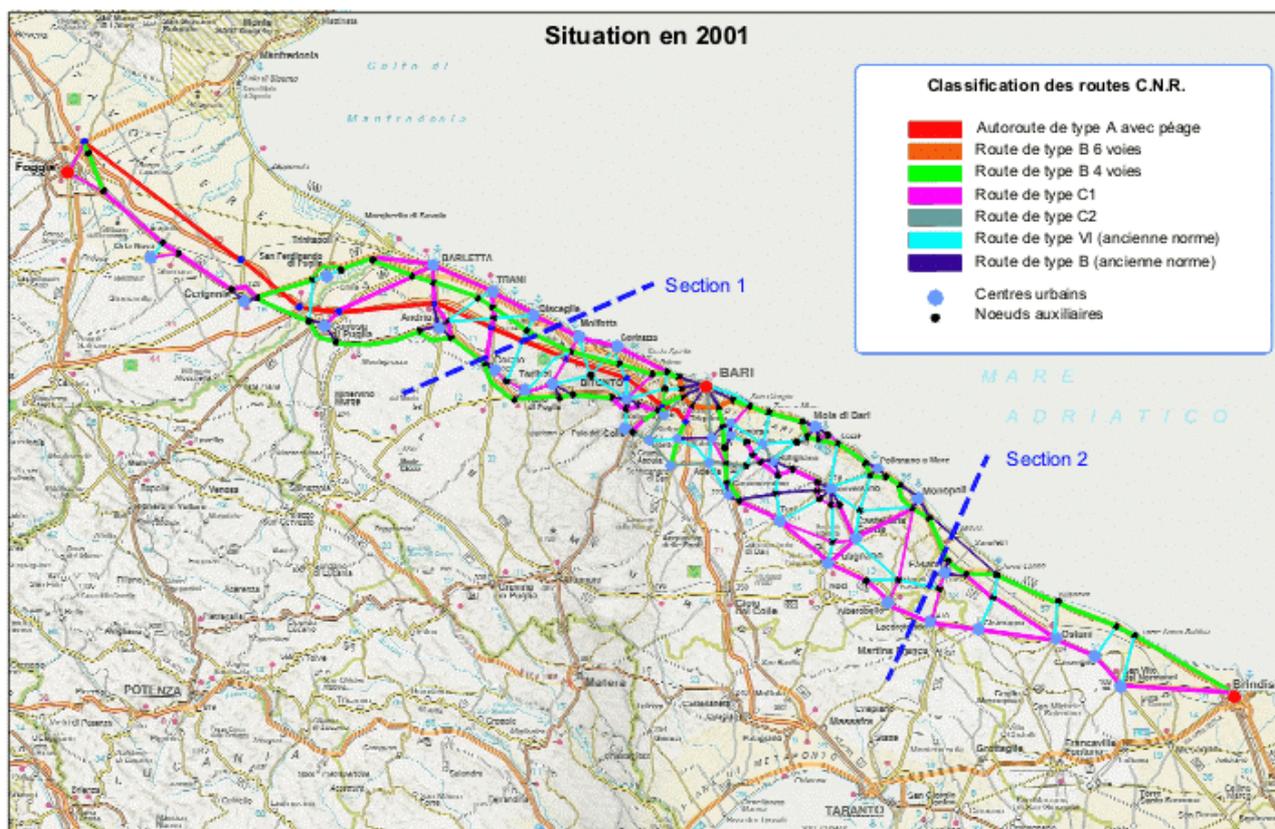


Figure 9 – Territoire examiné

Dans ce tableau, sont mises en évidence pour chaque centre, les variables ayant subi une diminution. Celle-ci n'indique pas toujours un recul du développement. Examinons, par exemple, la diminution de la population résidente dans les centres de Bari, Foggia et Brindisi. Ces grands centres s'alignent sur le taux de natalité en baisse des pays les plus développés, avec une tendance des familles à transférer leur résidence dans des centres périphériques de l'aire métropolitaine. Pour ces communes, établir une corrélation entre la variable « population » et le développement de la dotation infra-structurelle n'a aucun sens, à part si on rassemble, comme on l'a fait pour Bari, la population résidente avec celle des communes environnantes.

La diminution des employés aux unités durant la période 1971- 2001 pour les centres de Foggia, Cerignola, Molfetta, Giovinazzo et Mola est liée à d'autres motifs. Pour ce qui concerne les deux premières villes, la diminution est une conséquence de la crise qui a investi la zone industrielle située à cheval sur les deux centres. C'est seulement maintenant qu'on s'occupe de transformer la Route Nationale 16, qui relie les deux centres et dessert la zone industrielle, en route à quatre voies.

Pour Molfetta et Giovinazzo, on assiste, jusqu'en 1990, à une allure fortement décroissante du nombre d'employés aux unités locales pour les trois secteurs. Après cette même année, l'allure devient croissante. Un tel phénomène peut être mis en relation justement avec la réalisation de la RN 16 bis dont l'ouverture coïncide avec ces années. Le même phénomène a été relevé pour Mola di Bari, où le point culminant de la crise survient autour de l'année 1992, durant laquelle est achevée la modernisation de la RN 16 sur le segment desservant ce centre.

Tableau 1. Pourcentage de variation en 2001 par rapport a 1971

		Popul. résidente	Résidents actifs	Employés unités loc.	Employés u.l. sec.	Employés sec. res.	Employés u.l. com.	Employés com. res.	Employés u.l. serv.	Employés serv. res.	Etudiants inscrits
1	FOGGIA	3,000	120,991	-3,364	-9,709	32,219	-47,324	11,093	643,741	192,219	108,251
2	ORTANOVA	19,000	394,754	103,071	209,845	42,204	54,561	14,725	2545,833	220,130	0,000
3	CERIGNOLA	22,555	238,976	-17,104	-35,688	-11,166	-27,396	-22,049	234,234	46,617	108,176
4	S. FERDINANDO	10,000	269,217	66,369	13,283	1,102	201,829	-20,652	814,035	91,093	100,000
5	CANOSA DI PUGLIA	2,000	11,536	54,022	61,792	63,131	55,990	30,064	369,801	68,632	11,128
6	BARLETTA	20,000	77,586	54,286	85,551	99,965	39,730	12,065	285,154	46,100	5,262
7	ANDRIA	19,000	49,207	82,604	89,840	71,100	97,137	151,406	482,880	87,237	57,241
8	TRANI	29,000	93,172	4,306	5,731	25,371	19,466	59,865	259,534	128,147	39,691
9	CORATO	15,000	67,673	50,606	91,750	58,747	92,060	77,048	285,106	79,895	84,107
10	BISCE GLIE	13,000	73,706	22,596	73,812	78,288	90,272	24,726	301,503	56,129	88,767
11	RUVO DI PUGLIA	10,000	39,628	59,753	125,484	55,857	16,981	33,131	325,207	114,234	248,368
12	TERLIZZI	20,000	57,474	17,084	-24,784	61,557	57,813	60,894	547,810	127,216	13,360
13	MOLFETTA	-2,000	40,116	-16,061	-58,462	21,462	-5,938	12,610	230,769	51,466	38,759
14	GIOVINAZZO	12,000	53,241	-16,806	-55,099	-40,290	27,214	25,000	187,029	90,865	-6,250
15	BITONTO	32,000	85,867	58,693	85,662	31,329	78,866	89,983	688,043	180,806	114,488
16	PALO DEL COLLE	53,000	104,064	86,578	133,894	75,450	87,048	128,571	531,579	329,539	0,000
17	BITETTO	51,000	71,849	31,247	57,205	38,484	72,727	206,667	475,862	104,678	1577,551
18	MODUGNO	76,000	168,068	135,732	144,787	43,432	212,387	218,942	811,864	272,019	2605,714
19	BARI	-13,000	29,183	22,955	-29,753	-35,536	-5,922	-29,270	173,734	31,167	39,545
20	BITRITTO	120,000	208,620	187,094	197,633	142,956	159,070	288,360	1043,860	529,936	0,000
21	SANNICANDRO	30,000	25,375	29,505	151,969	69,346	11,640	90,361	212,766	129,119	0,000
22	ADELFA	62,000	117,802	56,199	-7,022	134,759	62,416	113,761	736,264	279,023	0,000
23	VALENZANO	120,000	263,126	123,461	53,830	64,027	103,093	358,687	1275,806	650,391	100,000
24	TRIGGIANO	51,000	118,010	21,256	-33,197	13,766	109,253	75,824	590,503	248,185	9486,207
25	CAPURSO	100,000	172,884	197,766	294,909	62,679	339,035	173,067	814,925	521,296	0,000
26	NOICATTARO	61,000	137,600	193,597	254,497	89,711	369,444	325,146	761,818	283,568	0,000
27	CASAMASSIMA	53,000	46,553	229,319	429,940	50,761	867,577	204,800	499,275	225,526	0,000
28	RUTIGLIANO	31,000	45,640	83,558	36,770	43,268	220,042	88,832	718,447	148,380	8488,710
29	MOLA DI BARI	8,000	23,953	10,297	-28,413	32,228	59,116	-1,360	409,728	22,001	147,241
30	TURI	7,000	-7,742	79,638	140,702	-32,119	43,771	11,765	458,427	77,348	1675,510
31	CONVERSANO	29,000	45,787	72,102	145,638	48,242	190,888	223,733	583,333	142,401	17,530
32	POLIGNANO A M.	19,000	19,356	93,272	0,704	25,307	225,872	169,755	420,000	215,402	0,000
33	PUTIGNANO	24,000	47,208	50,301	-11,969	17,325	74,013	110,735	669,608	136,117	108,207
34	CASTELLANA GR.	23,000	35,841	36,946	48,758	26,573	101,043	93,487	505,641	308,779	26,082
35	MONOPOLI	21,000	52,433	45,105	40,163	29,098	108,229	102,902	331,350	125,053	167,345
36	ALBEROBELLO	16,000	14,458	92,949	124,104	19,781	150,629	33,427	450,303	133,333	0,000
37	FASANO	16,000	82,936	45,566	39,720	15,012	16,843	45,400	662,687	189,967	240,705
38	LOCOROTONDO	19,000	20,366	154,903	218,165	60,907	262,939	138,730	667,619	156,736	325,532
39	COSTERNINO	13,000	127,079	65,872	125,000	65,015	27,500	25,259	669,159	153,010	143,542
40	OSTINI	4,000	64,448	43,528	63,846	-20,699	-3,148	18,152	725,751	50,037	267,468
41	CAROVIGNO	21,396	81,787	49,792	-14,925	-0,471	50,704	19,819	1114,063	190,244	0,000
42	S. VITO DEI NORM.	7,000	27,369	58,523	15,079	-43,327	9,968	-8,039	636,641	132,717	728,571
43	BRINDISI	12,000	111,107	6,023	-12,834	91,605	-42,176	-8,916	1372,500	212,092	-10,267

On trouverait probablement une meilleure corrélation entre l'accessibilité et la variable « employés aux unités locales » si on tenait compte des effets de la congestion routière sur l'accessibilité, ou bien si on ne négligeait pas les diminutions périodiques d'une telle amplitude, comme illustrées à la fig. 5. Ces effets ont été pris en compte dans l'analyse des interrelations systémiques.

5.1 L'analyse de la corrélation entre accessibilité et indicateurs de développement

Les résultats obtenus avec l'analyse de corrélation sont reportés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Coefficients de corrélation entre accessibilité et variables de développement

	Popul. résidente	Résidents actifs	Employés unités loc.	Employés u.l. sec.	Employés sec. res.	Employés u.l. com.	Employés com. res.	Employés u.l. serv.	Employés serv. res.	Etudiants inscrits	
1	FOGGIA	ns	0,936	ns	ns	0,653	ns	0,626	0,795	0,873	0,913
2	ORTANOVA	0,957	0,927	0,858	0,845	0,929	0,602	0,885	0,796	0,929	0,780
3	CERIGNOLA	0,928	0,930	ns	ns	ns	ns	Ns	0,747	0,928	0,857
4	S. FERDINANDO	0,956	0,855	0,478	ns	0,905	0,446	0,551	0,690	0,905	ns
5	CANOSA DI PUGLIA	0,922	0,868	0,607	0,883	0,911	0,497	0,218	0,915	0,827	0,734
6	BARLETTA	0,840	0,914	0,811	0,674	0,958	ns	0,844	0,939	0,914	0,543
7	ANDRIA	0,947	0,938	0,456	0,814	0,918	0,463	0,846	0,804	0,805	0,921
8	TRANI	0,915	0,925	ns	ns	0,917	ns	Ns	0,960	0,922	0,664
9	CORATO	0,927	0,948	0,676	0,889	0,948	0,856	0,225	0,947	0,818	0,880
10	BISCEGLIE	0,812	0,878	ns	0,879	0,911	0,233	0,698	0,891	0,782	0,836
11	RUVO DI PUGLIA	0,896	0,921	0,369	0,829	0,929	ns	0,689	0,906	0,795	0,901
12	TERLIZZI	0,953	0,934	ns	ns	0,912	0,336	0,735	0,645	0,830	ns
13	MOLFETTA	ns	0,956	ns	ns	0,879	ns	Ns	0,938	0,802	0,813
14	GIOVINAZZO	0,783	0,938	ns	ns	ns	ns	Ns	0,952	0,924	0,626
15	BITONTO	0,943	0,950	0,735	0,776	0,230	0,283	Ns	0,947	0,950	0,960
16	PALO DEL COLLE	0,961	0,955	0,455	0,307	0,937	0,624	Ns	0,913	0,932	ns
17	BITETTO	0,911	0,957	0,614	0,845	0,938	0,632	Ns	0,948	0,926	0,899
18	MODUGNO	0,763	0,927	0,855	0,825	0,656	0,721	Ns	0,950	0,967	0,780
19	BARI	ns	0,806	0,758	ns	ns	ns	Ns	0,950	0,732	0,883
20	BITRITTO	0,969	0,963	0,690	0,604	0,961	0,813	0,421	0,778	0,955	ns
21	SANNICANDRO	0,929	0,907	ns	0,839	0,916	0,250	0,868	0,858	0,864	ns
22	ADELFA	0,945	0,917	0,866	0,638	0,909	0,558	0,890	0,845	0,897	ns
23	VALENZANO	0,958	0,964	0,941	ns	0,959	0,859	Ns	0,973	0,962	ns
24	TRIGGIANO	0,946	0,943	ns	ns	0,922	0,860	Ns	0,917	0,917	0,891
25	CAPURSO	0,976	0,934	0,969	2,881	0,942	0,966	0,654	0,908	0,884	ns
26	NOICATTARO	0,955	0,968	0,871	0,917	0,944	0,777	0,404	0,922	0,906	ns
27	CASAMASSIMA	0,883	0,888	0,817	0,747	0,894	0,893	0,147	0,904	0,875	ns
28	RUTIGLIANO	0,974	0,965	0,876	0,715	0,903	0,705	0,273	0,886	0,836	0,846
29	MOLA DI BARI	ns	0,805	ns	ns	0,930	ns	Ns	0,952	0,930	0,519
30	TURI	0,754	ns	0,606	0,845	ns	0,553	Ns	0,798	0,684	0,919
31	CONVERSANO	0,957	0,943	0,780	0,876	0,905	0,894	Ns	0,899	0,776	0,669
32	POLIGNANO A M.	0,677	0,683	0,653	ns	0,682	0,524	Ns	0,802	0,885	ns
33	PUTIGNANO	0,933	0,934	ns	ns	0,819	0,541	Ns	0,756	0,787	0,900
34	CASTELLANA GR.	0,946	0,936	0,362	0,849	0,855	0,625	Ns	0,908	0,900	0,801
35	MONOPOLI	0,752	0,821	0,935	0,667	0,864	0,563	Ns	0,804	0,897	0,684
36	ALBEROBELLO	0,963	0,829	0,795	0,956	0,823	0,812	Ns	0,899	0,835	0,037
37	FASANO	0,800	0,930	0,901	0,324	0,930	0,910	0,225	0,932	0,929	0,635
38	LOCOROTONDO	0,951	0,968	0,969	0,889	0,974	0,882	0,373	0,984	0,943	0,824
39	CISTERNINO	0,574	0,869	0,863	0,471	0,869	0,746	0,909	0,859	0,869	0,719
40	OSTUNI	0,498	0,874	0,871	0,850	ns	ns	Ns	0,933	0,874	0,799
41	CAROVIGNO	0,848	0,878	0,626	ns	ns	0,311	Ns	0,912	0,878	0,546
42	S. VITO DEI NORM.	0,457	0,879	0,641	ns	ns	ns	Ns	0,916	0,879	0,756
43	BRINDISI	0,526	0,900	ns	ns	0,882	ns	0,853	0,862	0,931	ns

ns = non significatif

En examinant chaque variable, on peut relever que les variables les plus aptes à exprimer le degré de développement d'un centre sont la population résidente, la population résidente active, les employés résidents actifs du même secteur.

Par conséquent, ces variables sont aptes à être mises en relation avec les augmentations dont bénéficie chaque centre habité à la suite d'améliorations apportées au réseau.

D'autres variables parmi celles considérées, sont, dans certaines circonstances, moins propices à exprimer le degré de développement d'un centre, et ce, pour les raisons suivantes:

- Le centre s'agrandit et se dote de meilleures infrastructures. Ceci le conduit à s'étendre et à réaliser des structures productives ou résidentielles dans les territoires administrés par d'autres communes. Pour cette raison, certaines variables, comme par exemple le nombre d'employés aux unités locales du secteur productif secondaire, peuvent résulter en diminution, même si on est en présence d'un développement réel.
- On assiste, particulièrement dans les grands centres, à la conversion d'activités d'un secteur à celles d'un autre. On sait que dans les pays les plus développés, le nombre de personnes ayant un emploi dans le secteur industriel est en diminution, alors que le nombre de ceux travaillant dans le secteur des services est en augmentation. Dans ces cas, donc, la diminution des employés du secteur secondaire peut ne pas être un indice de recul.
- En améliorant le service de déplacement vers les autres centres, la diminution des variables indices, en particulier dans les petites communes ne bénéficiant pas de tous les services, peuvent seulement exprimer une plus grande liberté de choix des résidents. Dans le cas, par exemple, d'un centre qui ne serait pas doté de toutes les spécialisations scolaires, on peut voir le nombre des étudiants inscrits se réduire, en fonction de la possibilité ou non d'une plus grande diversification des choix.

Dans d'autres cas, même si les variables choisies expriment complètement le degré de développement (ou de recul) du centre, l'analyse de corrélation avec l'accessibilité routière ne fournit pas de résultats satisfaisants. La raison principale dans de nombreux cas, comme dans les exemples déjà cités de Foggia, Cerignola, Molfetta, Giovinazzo et Mola, dérive du fait que l'on a négligé les effets de la congestion routière sur l'accessibilité, c'est-à-dire les diminutions périodiques d'une telle amplitude, illustrées à la fig. 5.

En outre, comme on sait, le procédé qui porte à déterminer le coefficient de corrélation, fournit seulement des informations sur les liens de différent type, comme par exemple, les coïncidences temporelles. Comme on l'a dit précédemment, les deux facteurs liés au territoire et au réseau infra-structurel agissent toujours et en même temps, de manière à ce qu'il y ait un équilibre dans le développement réciproque. Ce procédé ne permet pas généralement de déterminer les relations d'équilibre et le degré des influences réciproques. Tout au plus, il peut individualiser facilement des périodes durant lesquelles un facteur est, de manière prépondérante, la cause probable de développement de l'autre. Cette limite a été dépassée grâce à l'analyse des interrelations systémiques.

5.2 L'évaluation des interrelations systémiques.

Le territoire analysé représente la partie terminale terrestre de la grande liaison pluri-modale européenne, connue comme couloir 8, dont le parcours se poursuit vers l'est, en direction de l'Albanie et des Balkans.

Sur ce territoire, ont été localisées deux sections, une au nord, comprise entre les centres de Bisceglie-Andria / Molfetta-Corato (section 1) et l'autre au sud, comprise entre les centres de Monopoli-Alberobello / Locorotondo-Fasano (section 2). Les graphiques du type de celui reporté à la fig. 8 et se référant aux deux sections, sont reportés aux fig. 10 et 11. Le demi-plan prix-débit (P-Q) dans la partie supérieure, reporte les courbes $(P-Q)_M$, rassemblées, de certaines branches relevées dans la section examinée.

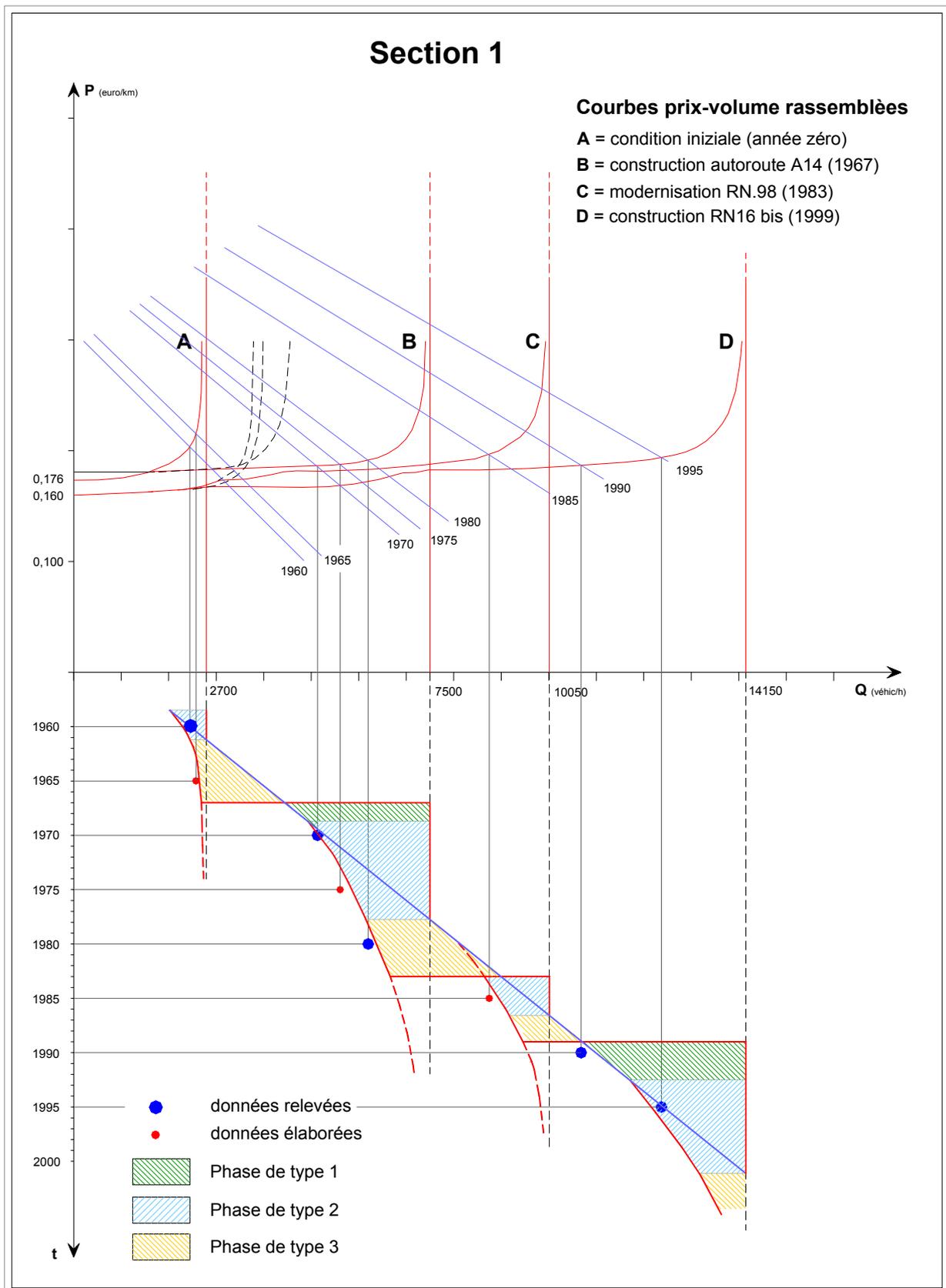


Figure 10 – Tendances évolutives du système dans la section 1

Les débits sur les branches correspondantes ont été évalués au travers d'un modèle gravitationnel, calibré avec les données du trafic relevées dans les recensements disponibles. On a calculé les débits horaires moyens aux heures de pointe pour chaque

branche et par agrégation de la section, ainsi que les fonctions approximatives de demande de voyages avec hypothèse d'allure stationnaire.

Le demi-plan inférieur, avec les coordonnées temps-débit (t-Q), reporte l'allure dans le temps des débits de trafic relevés et calculés.

Le graphique reporté à la fig. 10, relatif à la section 1, obtenu en rassemblant les liaisons routières de la RN 16, de la RN 16 bis, de l'Autoroute A14 et de la RN 98, met en évidence aux diverses dates, les phases d'interrelations entre système d'infrastructures routières, conditions de circulation sur ce réseau et tendance évolutive des activités.

On y reporte les interventions infra-structurelles survenues durant diverses périodes de temps et la tendance évolutive de la demande de voyages et du débit.

Le système, à la date de commencement des observations (année zéro = 1960) est en phase de type 2. Les conditions de circulation agissent comme un frein au développement des activités.

S'ensuit une période durant laquelle le système est une phase indiquée comme type 3, dans laquelle un déficit de capacité du système infra-structurel est évident par rapport à la demande de voyages, avec de possibles situations d'interruption du trafic et des niveaux de service très bas. Dans de telles conditions, on peut aussi vérifier des délocalisations des activités, à cause des difficultés d'expansion du système.

Dans le tableau 3, on reporte la synthèse des résultats pour toute la période d'observation considérée. En particulier, les colonnes 4-5 du tableau reportent pour chacune des phases, les différences maximales entre capacité-débit (C-Q) et demande de voyages-débit (D-Q), toutes deux exprimées en véhicule/heure.

Leur signification est en corrélation directe avec le type de phase dans laquelle se trouve le système.

L'évolution du système durant toute la période est caractérisée par une série d'alternances entre les diverses phases définies précédemment, lesquelles mettent principalement en évidence, tantôt un déficit de capacité du système, tantôt un excédent, avec des périodes intermédiaires assez longues durant lesquelles prévaut le développement du système avec rétroaction négative.

Tab. 3. Section 1 – Description de l'évolution du système

Année de début cycle	Année de début période	Phase type	(C-Q) véhic/h	(D-Q) véhic/h
indéterminée	1958	Phase 2	700	300
	1961	Phase 3	■■■	1400
1967	1967	Phase 1	3200	■■■
	1969	Phase 2	2700	1400
	1978	Phase 3	■■■	2500
1983	1983	Phase 2	1100	900
	1987	Phase 3	■■■	1300
1989	1989	Phase 1	3600	■■■
	1993	Phase 2	2500	1000
	2001	Phase 3	■■■	indéterminée

Le graphique relatif à la section 2, obtenu en rassemblant les liaisons constituées par les routes nationales RN 16, RN 379 et RN 172, (fig. 11), reporte de manière analogue l'évolution du "système" représentatif de la réalité territoriale durant la période de temps considérée.

Sont reportées toutes les interventions infra-structurelles réalisées sur la RN 16 "Adriatique" et aussi l'évolution de la demande de voyages et du débit pour la même période.

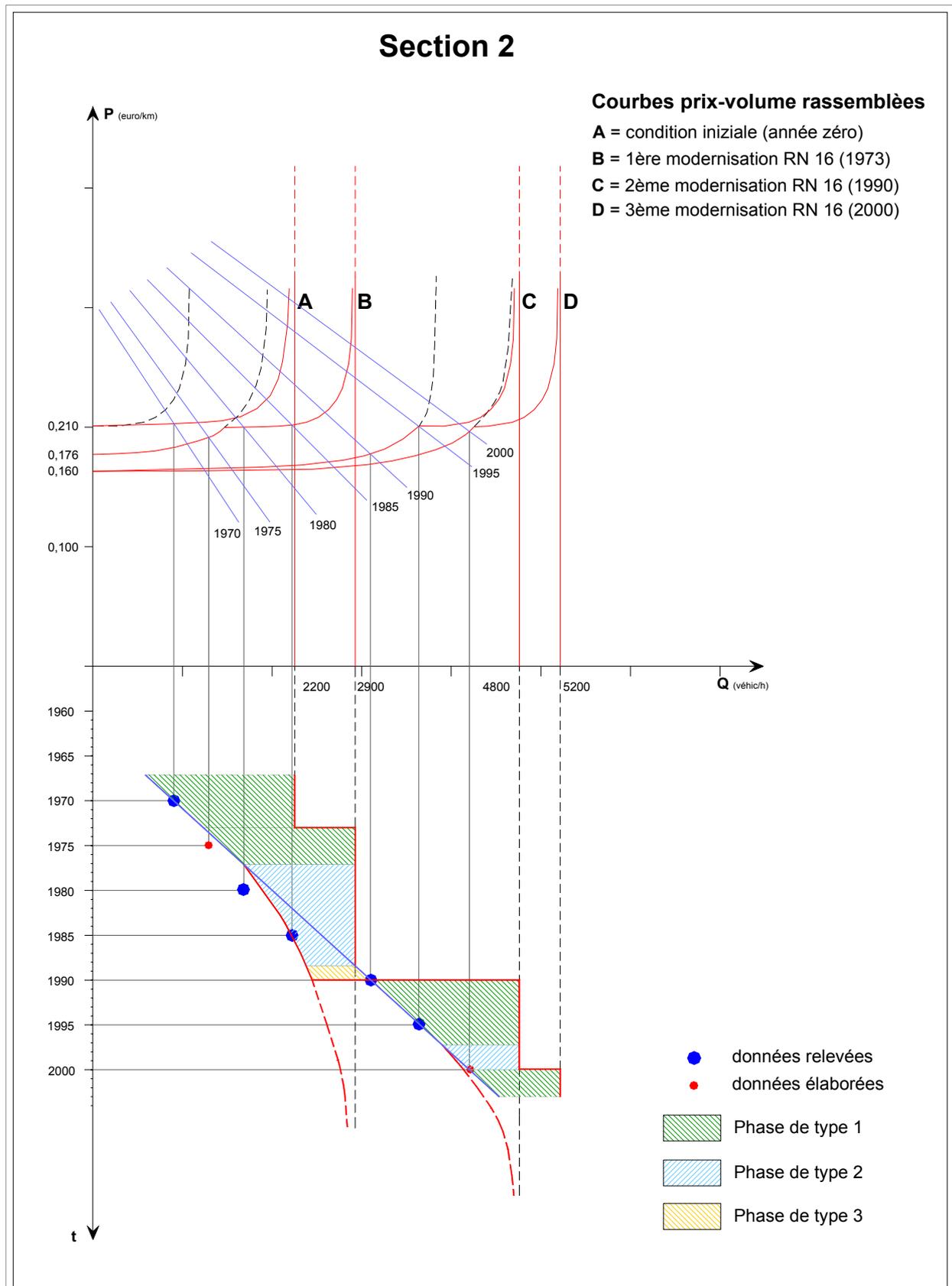


Figure 11 – Tendances évolutives du système dans la section 2

La synthèse des résultats est reportée dans le tableau 4, avec une signification analogue étant donné que le tableau 3 l'a déjà explicitée.

L'allure totale du système dans cette section est, en substance, différente de la précédente. Les phases 1 et 2 sont celles qui prévalent durant les diverses périodes et celle de type 3 est présente une fois seulement pendant une brève période. Ceci tend à signifier que généralement, les interventions de type infra-structurel ont été effectuées en avance par rapport aux exigences réelles exprimées par la demande de voyages.

Tab. 4. Section 2 – Description de l'évolution du système

Année de début cycle	Année de début période	Phase type	(C-Q) véhic/h	(D-Q) véhic/h
indéterminée	indéterminée	Phase 1	■■■	indéterminée
1973	1973	Phase 1	1450	■■■
	1977	Phase 2	1250	500
	1989	Phase 3	■■■	600
1990	1990	Phase 1	1700	■■■
	1997	Phase 2	550	100
2000	2000	Phase 1	1000	■■■

CONCLUSIONS

Les résultats obtenus mettent en évidence, d'un côté l'efficacité et l'aptitude du modèle utilisé pour expliquer suffisamment la réalité territoriale en termes systémiques, considérant non seulement les influences directes entre les éléments composant le système, mais aussi les rétroactions correspondantes; d'un autre côté, la capacité d'opération de la méthode proposée pour évaluer les tendances évolutives du système en vue d'une programmation, aussi bien des diverses activités que des interventions infra-structurelles sur le réseau routier.

RÉFÉRENCES

- Barnes, G. - Davis, G. (2001). Land Use and Travel Choices in the Twin Cities, 1958-1990. Report n.6 in the Series: Transportation and Regional Growth Study. University of Minnesota.
- Button, K. - Nijkamp, P. - Priemus, H. (1998) Transport Networks in Europe. Concepts, Analysis and Policies. Edward Elgar.
- Castellano, L. (1983) Manuale di Ingegneria Civile. Costruzioni stradali e aeroportuali Cap. IX. Problemi economici. Ed. Cremonese Italia
- Cavuoti, E. - Gatti, G. - Liuzzi, R. - Mele, A. (2001) La relazione rete viaria - contesto socio-economico. Convegno Internazionale "INPUT 2001". Isole Tremiti. Italia.
- de Dios Ortuzar, J. - Willumsen, L. G. (1995) Modelling Transport. Second Edition. John Wiley & Sons.
- Gatti, G. (1982) Per lo sviluppo equilibrato del Tavoliere e delle Murge. Rivista "Autostrade". n. 7/8.
- Gatti, G. - Cavuoti, E. (1988) L'impiego dei modelli tassonomici per l'analisi funzionale di reti stradali: la gerarchizzazione. Rivista "Autostrade" n. 4.
- Gatti, G. - Cavuoti, E. (1989) Modelli tassonomici per l'analisi funzionale di reti stradali: l'accessibilità. Rivista "Autostrade" n.2.

- Gatti, G. - Cavuoti, E. (1990) Contributo per la soluzione del problema dell'equilibrio di una rete stradale. XXI Convegno Nazionale Stradale. A.I.P.C.R. - Trieste, giugno 1990.
- Gatti, G. - Cavuoti, E. (1992) L'utilizzo dell'algoritmo "Out of Kilter" (OKA) per la determinazione dell'equilibrio delle reti stradali. Riv. "Autostrade" n.3.
- Gatti, G. (1994) Valutazione e scelta di alternative progettuali. Giornate di studio. Dipartimento di Vie e Trasporti. Politecnico di Bari. Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani.
- Gatti, G. - Cavuoti, E. - Dell'Olio L. (2002) Modelos taxonomicos para el estudio de las relaciones entre condiciones de red y desarrollo del territorio. V Congreso de Ingeniería de Transporte. Santander. Cantabria. Espana.
- Hensher, D. A. - Button, K. J. (2000) Handbook of Transport Modelling. Pergamon.
- Smith, L. J. - Adams, J. S. - Cidell, J. L. - Van Drasek, B. (2002) Highway Improvements and Land Development in the Greater Twin Cities Area, 1970-1997: Measuring the Connections. Report n.8 in the Series: Transportation and Regional Growth Study. University of Minnesota.
- Stover, V. G. - Koepke, F. J. (2002) Transportation and Land Development. 2nd Edition. Institute of Transportation Engineers.