

## Perspectives sectorielles cohérentes.

Pour que le Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC) puisse disposer de scénarios cohérents dans son étude prospective sur les transports de marchandises à l'horizon 2050, il a été nécessaire de construire un modèle macroéconomique spécifique, dénommé ProCoSt<sup>1</sup>.

Ce modèle présente deux caractéristiques :

- il est sectoriel, ce qui était nécessaire pour pouvoir distinguer différentes catégories de marchandises.
- il ne contient que des égalités de la comptabilité nationale, le but initial étant seulement de s'assurer de la cohérence comptable des scénarios envisagés.

Pour écarter au mieux les phénomènes dus aux variations de prix, l'étude s'est appuyée sur les séries de l'INSEE en francs constants<sup>2</sup>. Toutes les quantités exprimées dans ce qui suit, qu'elles soient constatées ou projetées, sont donc des quantités en volume, exprimées en francs 1995. Les chiffres examinés portent sur les biens et services. Ils s'étalent sur 22 ans, de 1978 à 2000.

Il en résulte nécessairement que ces chiffres utilisés ne sont pas issus directement de la comptabilité nationale, mais ont fait l'objet de traitements par l'INSEE. L'imprécision accrue qui en découle paraît cependant négligeable face à l'intérêt de disposer de chiffres qui permettent de réfléchir hors effets de variations des prix.

o  
o o

### A. Le modèle ProCoSt.

La structure du modèle autorise une grande latitude dans la ventilation sectorielle, qui peut être plus ou moins détaillée. La seule limite est donnée par les séries statistiques existantes.

L'idée de base du modèle est de faire apparaître cinq grandeurs macroéconomiques sectorielles :

- le rapport de la valeur ajoutée  $VA_i$  à l'emploi total  $N_i$  de chaque secteur
- le rapport des importations  $J_i$  à la valeur ajoutée  $VA_i$  de chaque secteur
- la ventilation par secteur  $X_i / X$  des exportations totales  $X$
- le rapport des consommations intermédiaires par branche  $A_i$  à la valeur ajoutée  $VA_i$
- la ventilation par produit  $B_i / B$  des consommations intermédiaires totales  $B$

Ces grandeurs peuvent être considérées comme structurelles, car elles sont de nature très technique<sup>3</sup> et traduisent essentiellement les conditions de la production.

A court terme, elles peuvent être considérées comme fixes. Elles évoluent dans le temps d'une manière relativement lente et prévisible, comme le confirment les constatations passées : ces

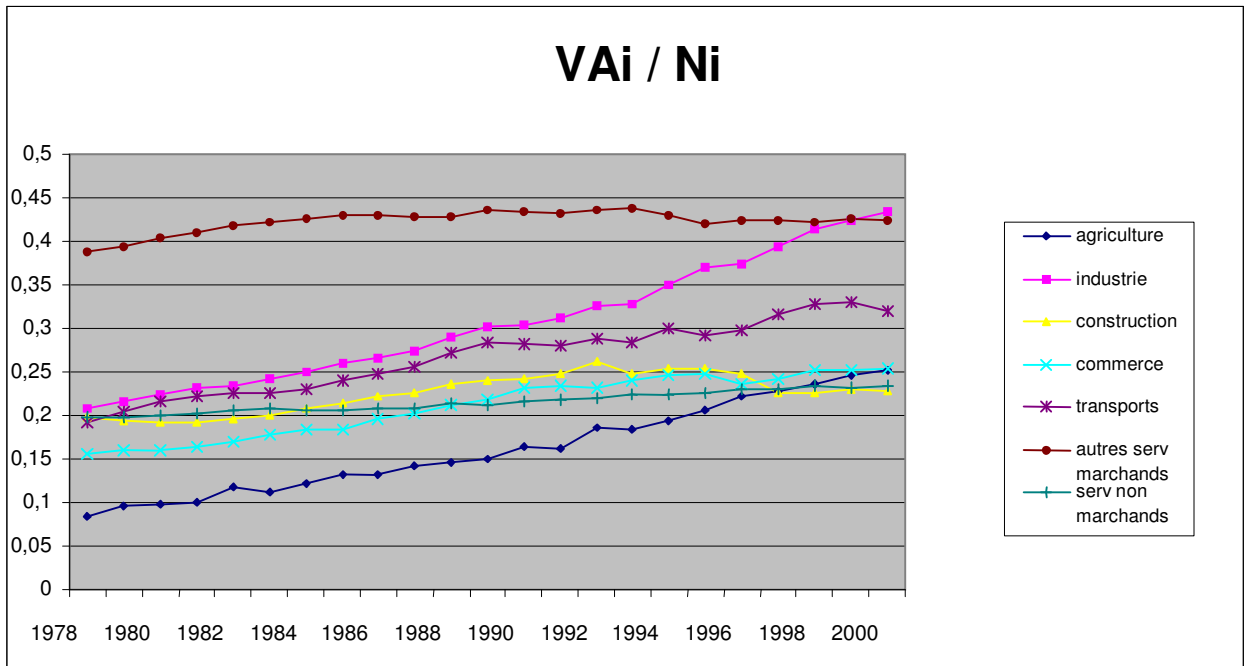
---

<sup>1</sup> Modèle de « Prospective Cohérente Sectorielle »

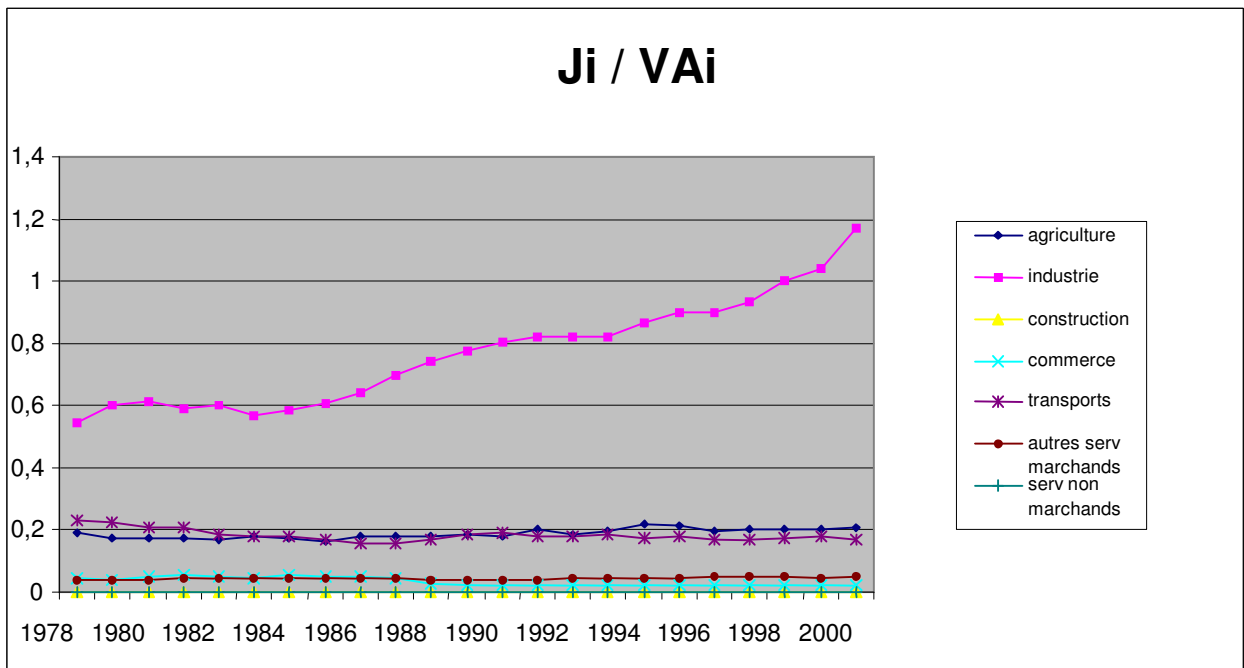
<sup>2</sup> séries chaînées exprimées en francs constants 1995.

<sup>3</sup> Cf. annexe 1.

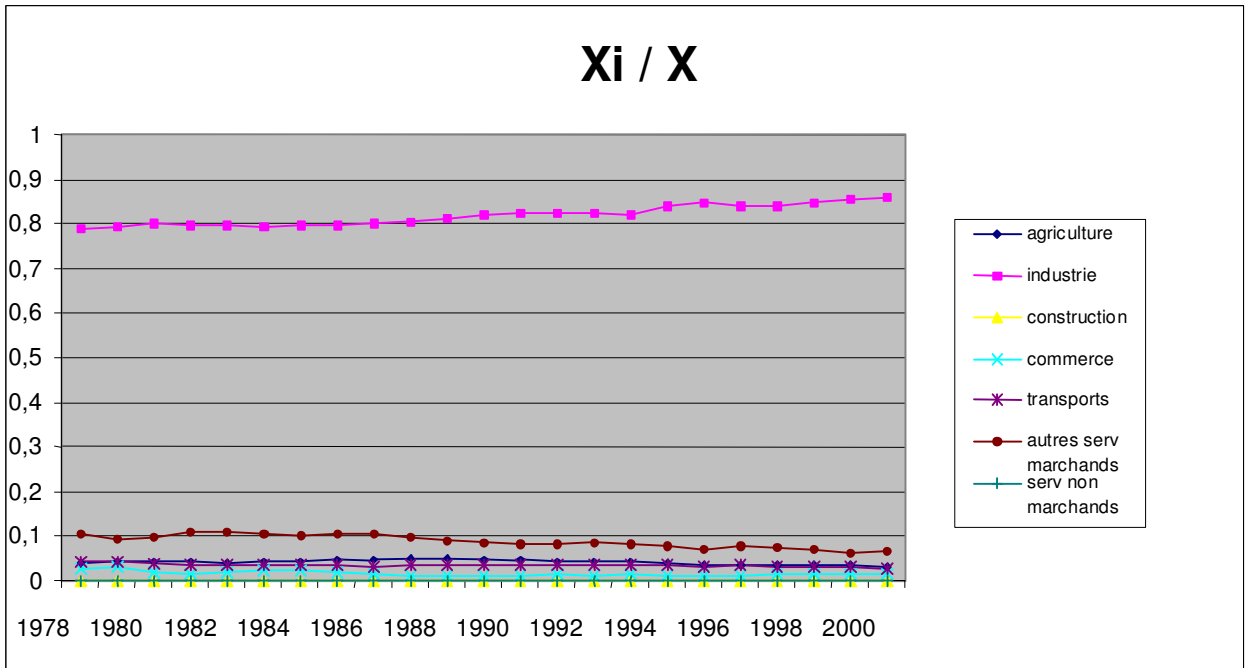
cinq grandeurs ont été calculées pour chaque année entre 1978 et 2000. Les séries obtenues dans une ventilation en 7 catégories sont présentées dans les graphiques 1 à 5 ci-après :



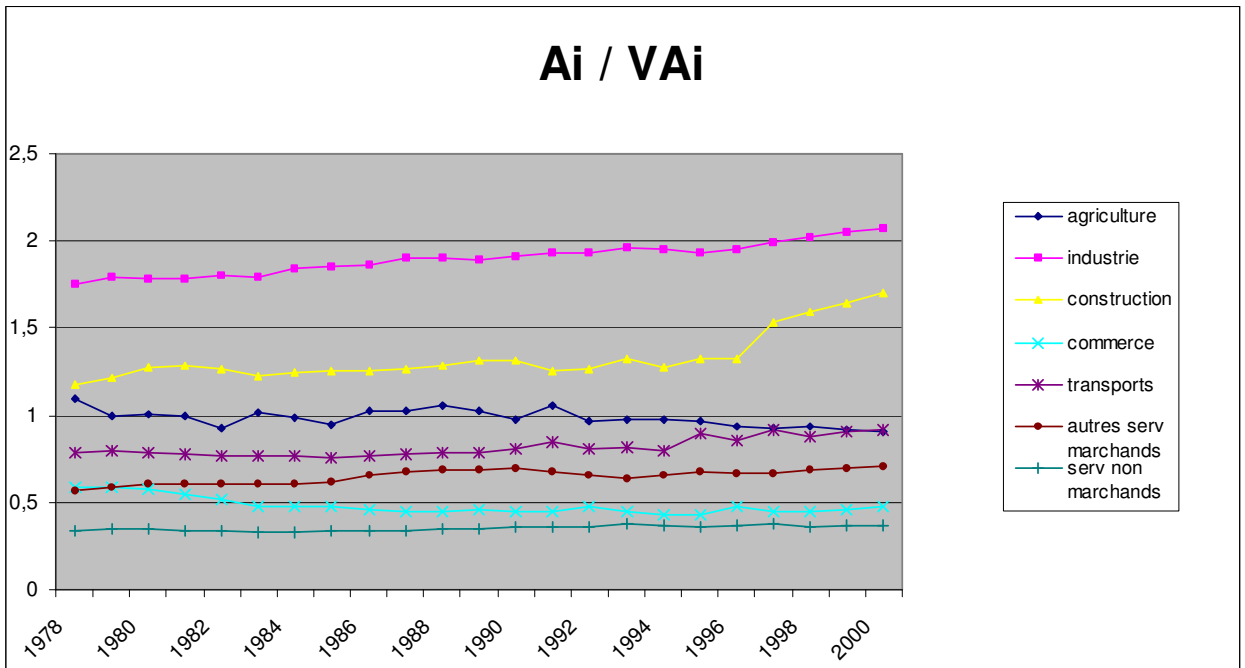
Graphique 1



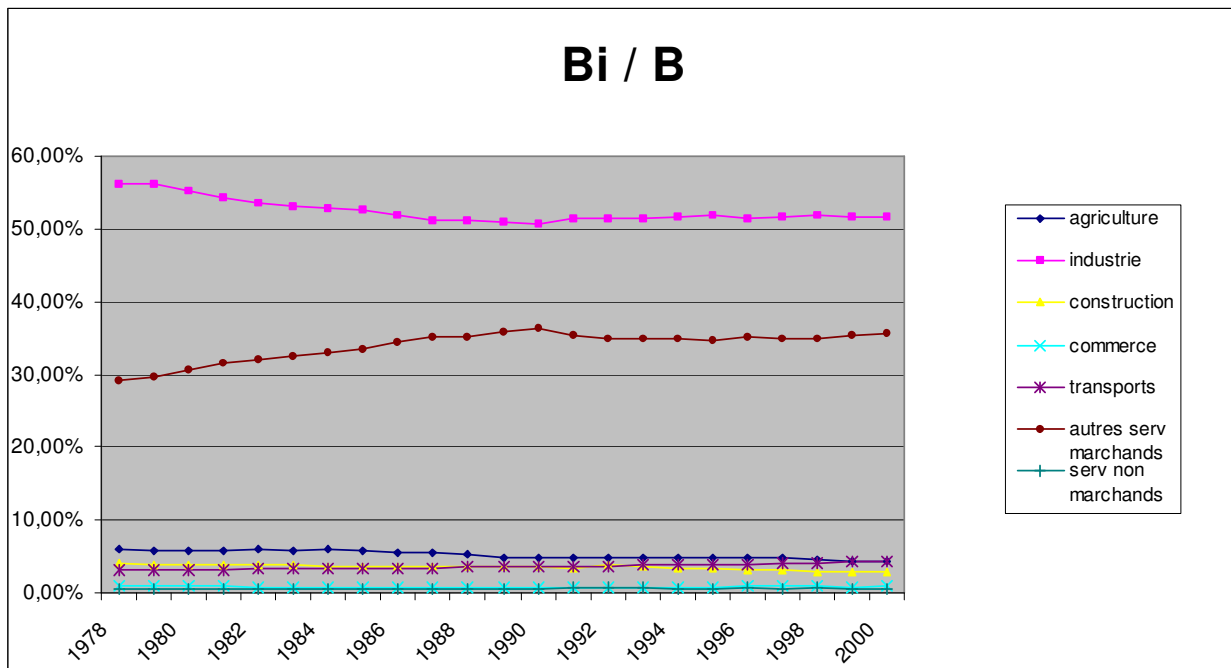
Graphique 2



**Graphique 3**



**Graphique 4**



**Graphique 5**

Ces graphiques mettent en évidence la régularité avec laquelle, comme prévu, tous ces paramètres ont évolué dans le passé.

o  
o o

### **Le fonctionnement du modèle ProCoSt.**

1/ On commence par définir l'année à laquelle on se place. Puis on détermine les valeurs des cinq grandeurs sectorielles précitées que l'on retient pour cette date.

Dès que la ventilation de la valeur ajoutée est connue, sous la forme des ratios, on sait calculer la structure de la population active – les ratios  $N_i / N$  – par l'intermédiaire des productivités apparentes du travail par secteur.

On sait aussi calculer la structure des importations – les ratios  $J_i / J$  – et celle des consommations intermédiaires de branches – les ratios  $A_i / A$ . Enfin, on dispose directement de la structure des exportations – les ratios  $X_i / X$  et des consommations intermédiaires par produits – les ratios  $B_i / B$ .

Ainsi, la seule connaissance de la structure de la valeur ajoutée fournit la structure des principaux agrégats macroéconomiques. Cela permet d'analyser les phénomènes liés aux évolutions structurelles de l'économie indépendamment des conséquences des évolutions démographiques.

En outre, il suffit de fixer la valeur absolue d'un seul de ces agrégats – par exemple le PIB – pour obtenir la valeur absolue de tous les autres.

2/ Dans un premier temps, on a défini la structure à terme de la valeur ajoutée – les ratios  $VA_i / VA$  - par extrapolation directe des valeurs du passé. Cela a permis de définir un « scénario tendanciel », et de faire un certain nombre d'observations intéressantes qui sont indiquées au paragraphe suivant.

Par la suite, il a été jugé utile de prendre comme variable exogène les composantes  $D_i$  de la demande intérieure finale  $D^d$ . Au prix de quelques complications dans les calculs, le modèle prend alors une forme classique dans laquelle la demande finale explique la totalité des agrégats macroéconomiques.

Cette variante s'est révélée très utile compte tenu des perspectives démographiques françaises à l'horizon 2050. Le vieillissement annoncé de la population peut entraîner un changement important dans le rapport population active / population totale, qui impose de tenir compte de l'incidence des revenus par habitant sur la structure de la consommation.

Cette démarche impose cependant de s'intéresser à une 6<sup>ème</sup> catégorie de grandeurs sectorielles, les  $M_i$ , définis par les égalités comptables d'équilibre ressources - emplois:

$$J_i + VA_i + A_i + M_i = X_i + D_i + B_i.$$

Les  $M_i$ , dénommés ci-après les marges, regroupent pour l'essentiel les marges commerciales, les marges sur transports, les impôts et taxes sur consommation et les variations de stocks. N'apparaissant pas dans les données de l'INSEE, elles ont été calculées par sommation algébrique des autres grandeurs des égalités ci-dessus.

On observe sur les valeurs du passé que les ratios  $M_i / D_i$  ont eu par le passé une évolution stable.<sup>5</sup> Il était dès lors possible d'utiliser leurs extrapolations aux horizons 2025 et 2050.

◦  
◦ ◦

## **B. L'utilisation prospective du modèle.**

La méthode suivie pour extrapoler les cinq grandeurs structurelles précitées est décrite en annexe 2. Les valeurs obtenues pour 2025 et 2050 sont données en annexe 3.

Un « scénario tendanciel » de l'économie a alors été défini en extrapolant la part des valeurs ajoutées de chaque catégorie  $VA_i$  dans la valeur ajoutée totale  $VA$ . Les séries calculées de 1978 à 2000 et les valeurs obtenues par extrapolations sont présentées en annexe 4.

La méthode utilisée fournit des résultats qui sont indépendants des évolutions démographiques prévues aux horizons étudiés. Les conséquences démographiques peuvent

---

<sup>4</sup> Il n'était pas nécessaire pour les travaux du CGPC de distinguer les investissements et la consommation.

<sup>5</sup> Cf. annexe 7

être étudiées dans un second temps, ce qui permet de départer les influences respectives des phénomènes démographiques et des phénomènes économiques.

Quelques résultats obtenus nous paraissent mériter d'être présentés ici. On rappelle que les chiffres fournis<sup>6</sup> sont tous en francs constants de 1995.

◦  
◦ ◦

### La baisse structurelle de la croissance.

Le premier résultat obtenu est une baisse sensible de la croissance de la valeur ajoutée par actif occupé. Cette croissance, qui a été de 1,84% par an en moyenne de 1978 à 2000, descendrait en dessous de 1% par an entre 2000 et 2025 et tomberait à 0,63% entre 2025 et 2050 dans le scénario tendanciel:

	1978	2000	2025	2050
VA / N	217,761	324,923	414,154	483,924
Croissance annuelle		1,84%	0,98%	0,62%

Tableau 7

L'explication essentielle réside dans des considérations de nature méthodologique. Il est de tradition de mesurer les évolutions économiques avec des taux de croissance annuels exprimés en pourcentage. Cela suppose implicitement des croissances réelles de forme exponentielle, dès lors en particulier que l'on retient une fixité de ces taux dans le temps.

Mais lorsqu'on veut mesurer de manière exponentielle la croissance d'un phénomène qui croît en réalité d'une manière linéaire, les taux trouvés sur une durée constante décroissent continûment dans le temps. Ce dernier phénomène provient d'un fait d'évidence<sup>7</sup> : une même augmentation annuelle en valeur absolue devient plus faible en valeur relative année après année.

Or les productivités apparentes du travail en France ont connu des croissances plutôt linéaires comme le montrent le graphique 1 précédent. Elles ont été extrapolées en conséquence.

Il en résulte une contraction mécanique des taux de croissance exponentiels dans le temps. Il ne s'agit pas d'un phénomène véritablement économique, tout au plus de la fin d'une illusion entretenue par une mauvaise méthode de mesure. On peut en constater l'ampleur sur le tableau suivant, qui donne les taux exponentiels de croissances annuelles moyennes sur les trois périodes considérées<sup>8</sup> des  $V_{Ai} / N_i$  du tableau 1 page 15:

<sup>6</sup> Toutes les valeurs données dans ce document sont exprimées en milliards de francs 1995 pour les agrégats, en millions de personnes pour les populations et en milliers de francs 1995 pour les agrégats par personne.

<sup>7</sup> Que confirme si nécessaire l'analyse de la fonction  $\tau = \left(1 + \frac{b\delta}{a + bt_0}\right)^{\frac{1}{\delta}} - 1$ , qui donne le taux de croissance

annuel  $\tau$  d'une grandeur linéaire  $a + bt$  en fonction de la durée  $\delta$  et du début de période  $t_0$ .

<sup>8</sup> Les anomalies par rapport à la règle générale énoncée qui apparaissent dans ce tableau sont dues exclusivement au fait que les extrapolations linéaires modifient implicitement les valeurs d'origine et de fin de la période 1978-2000 quand elles s'éloignent des droites de régression calculées, alors que les taux exponentiels présentés ont été calculés directement sur les dites valeurs.

	1978-2000	2000-2025	2025-2050
agriculture	5,10%	2,20%	1,46%
industrie	3,38%	1,78%	1,30%
construction	0,65%	1,28%	0,72%
commerce	2,24%	1,74%	1,12%
transports	2,38%	1,64%	1,09%
autres services marchands	0,39%	0,35%	0,23%
services non marchands	0,75%	0,69%	0,58%

Tableau 8

o  
o o

### L'évolution de la ventilation des activités.

A cette première cause de baisse de la croissance par actif occupé s'ajoute l'effet de la contraction des parts prises par l'agriculture et par l'industrie dans la valeur ajoutée totale, que les extrapolations du tableau 6 page 17 confirment pour le scénario tendanciel.

Naturellement, le même phénomène se traduit dans la répartition de la population active occupée, où il apparaît amplifié :

	1978	2000	2025	2050
<b>Ni / N</b>				
agriculture	9,40%	4,28%	2,55%	1,66%
industrie	25,27%	16,57%	11,30%	8,14%
construction	8,69%	6,17%	3,21%	1,64%
commerce	13,26%	13,76%	13,53%	13,49%
transports	3,99%	4,61%	4,81%	5,25%
autres services marchands	17,55%	26,69%	33,25%	38,48%
services non marchands	21,84%	27,94%	31,36%	31,33%

Tableau 9

Or, les deux secteurs dont la part dans l'emploi total diminue sensiblement (agriculture et industrie) sont ceux qui ont la plus forte croissance de productivité. Ils laissent la place à d'autres, qui certes connaissent eux aussi une croissance de productivité, mais plus faible, comme le montre le tableau 1 page 15. Cela contribue à accélérer la contraction de la productivité globale.

Cependant, l'incidence du premier phénomène – la mesure d'une croissance linéaire par des taux exponentiels - est de loin la plus grande. Pour le montrer, on donne ci-après les chiffres du tableau 7 page 6 recalculés en supposant une structure de population active inchangée de 2000 jusqu'en 2050 :

	1978	2000	2025	2050
VA / N	217,761	324,923	418,578	493,991
Croissance annuelle		1,84%	1,02%	0,66%

Tableau 10

On constate que les taux de croissance annuelle sont à peine plus forts. L'effet du second phénomène, pour sa part véritablement économique, sans être négligeable, n'est pas très conséquent : un écart de + 1,07% en 2025 et de 2,08% en 2050 sur la valeur ajoutée par personne occupée. Cela est dû à deux causes :

- la première apparaît dans le tableau 6 page 17: les parts prises par les différents secteurs ne varient pas considérablement
- la seconde s'analyse dans le tableau 1 page 15: la productivité par personne employée n'est plus très différente d'un secteur à l'autre et paraît même avoir tendance à converger.

Cela permet d'éclairer les développements sur la fin des « trente glorieuses ». Les mécanismes qui ont impulsé ces années fastes n'ont pas disparu. Mais les personnes qui restent dans les activités qui les ont permises, notamment industrielles et agricoles, sont devenues trop peu nombreuses en proportion pour qu'elles puissent avoir la même influence sur l'évolution de la société tout entière.

On notera que les deux phénomènes explicatifs présentés ici se retrouvent dans toutes les économies occidentales. De ce fait, elles connaîtront certainement, toutes choses égales par ailleurs, et notamment à population active occupée stable, une croissance mesurée de manière exponentielle de plus en plus réduite dans les années à venir.

o  
o o

### La productivité des services.

Les extrapolations effectuées ne conduisent pas à prévoir une amélioration appréciable de la productivité des services, comme le montre le tableau 1 page 15. Sont concernés les « services non marchands », et pire les « autres services marchands » - dont ont été extraits le secteur des transports et celui du commerce - qui occupent dans les projections la dernière place selon ce critère.

La conséquence en apparaît clairement dans le tableau précité : les autres secteurs rattrapent, et parfois dépassent, les « autres services marchands » en termes de niveau de productivité de la main d'œuvre, alors qu'ils étaient en 1978 en avance sur tous les autres selon ce critère.

On observera que les extrapolations retiennent une croissance de la productivité de ce secteur. Mais elle procède des évolutions constatées sur la totalité de la période de 22 ans examinée. On aurait obtenu une décroissance si on n'avait retenu que les dix dernières années. En effet, la courbe du graphique 1 concernant les « autres services marchands » fait apparaître une décroissance de leur productivité depuis le début des années 90.

Cette inversion de tendance récente, partagée avec le seul secteur du bâtiment, n'est probablement pas une anomalie. Elle pourrait bien être la conséquence de diverses mesures



prises pour parvenir augmenter le nombre d'emplois dans ces secteurs par abaissement des coûts salariaux.

Naturellement, les extrapolations ne sont pas des prédictions. Il faut cependant rappeler que les « autres services marchands » de notre classification ne constituent pas une activité naissante – elles occupaient déjà en 1978 la première place dans la valeur ajoutée globale (cf. tableau 6 page 17). De plus, les espoirs souvent placés en elles pour prendre dans la croissance globale le relais d'une industrie et d'une agriculture considérées comme condamnées remontent à une vingtaine d'années. Et diverses mesures ont été prises depuis pour essayer de transformer ces espoirs en réalité.

C'est pourquoi l'absence d'évolution clairement positive des chiffres de ce secteur constitue un signe inquiétant pour la légitimité de ces espoirs.

o  
o o

### Les importations.

La troisième constatation importante est la forte hausse de la part des importations totales dans la valeur ajoutée. Il n'y a là rien de surprenant : l'économie française est de plus en plus ouverte et les extrapolations ne font que projeter cette ouverture croissante que l'on a constatée sur le dernier quart du 20<sup>ème</sup> siècle.

Le tableau ci-après donne le rapport des importations totales à la valeur ajoutée totale :

	1978	2000	2025	2050
<b>Importations dans VA globale</b>	16,43%	29,30%	33,85%	39,21%

Tableau 11

La balance commerciale, mesurée par les exportations ou par les importations, passerait ainsi de 16% de la valeur ajoutée en 1978 et 29% en 2000 à 34% en 2025 et 39% en 2050. En soi, ces chiffres globaux ne sont pas véritablement surprenants. Il est vrai que, les extrapolations réalisées sur les importations étant linéaires, les projections ne font apparaître aucune accélération du phénomène.

Pourtant, en se poursuivant pendant cinquante ans, il atteint un niveau élevé qui fait apparaître un sérieux problème, comme le montre le tableau ci-après qui présente le rapport par secteur des exportations sur la valeur ajoutée<sup>9</sup> :

<b>Xi / VAi</b>				
agriculture	17,54%	27,42%	33,45%	34,40%
industrie	53,51%	113,70%	166,75%	235,53%
construction	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
commerce	4,65%	4,47%	1,72%	0,93%
transports	19,63%	18,23%	14,51%	10,20%
autres services marchands	5,44%	5,53%	3,39%	2,00%

<sup>9</sup> On a supposé pour calculer ces ratios que la balance commerciale était équilibrée. L'hypothèse d'un excédent de la balance des invisibles permettrait de réduire un peu leurs valeurs.

services non marchands	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
------------------------	-------	-------	-------	-------

Tableau 12

L'industrie, seul secteur<sup>10</sup> jusqu'ici vraiment capable de fournir les exportations nécessaires pour couvrir les importations, doit exporter plus de deux fois sa propre valeur ajoutée. Dans l'hypothèse la plus favorable, celle dans laquelle notre industrie ne travaille que pour l'exportation ou presque – ce qui est cohérent avec une division internationale du travail de plus en plus développée – il reste que sur les quelques produits vendus dans le monde entier sur lesquels notre industrie serait concentrée, la part importée dépassera les 70%<sup>11</sup>.

Cela nous paraît irréaliste, d'autant plus d'ailleurs qu'il s'agit d'une valeur moyenne. La valeur ajoutée nationale est trop faible pour que l'industrie concernée puisse conserver longtemps le contrôle de son propre produit.

Il nous apparaît ainsi clairement que les importations ne peuvent pas croître indéfiniment plus vite que la valeur ajoutée. Cette limite entraîne l'arrêt d'un des moteurs de la croissance de la productivité qui a été largement mis à contribution sur les vingt cinq dernières années : l'importation de produits finis ou intermédiaires étrangers moins chers que les fabrications locales.

o  
o o

### C. La contrainte extérieure, la croissance et l'emploi.

Dans l'utilisation du modèle décrite plus haut, il suffit de fixer la valeur absolue d'un seul des agrégats cités pour obtenir celles de la totalité des autres, exprimés en francs 1995, dès que l'on se donne une ventilation de la valeur ajoutée totale ou de la demande intérieure.

La logique du modèle conduit à retenir les exportations totales  $X$  comme agrégat jouant ce rôle. En effet, la contrainte extérieure est celle qui est la moins maîtrisable. Elle doit de ce fait être considérée comme exogène.

Le modèle sait ensuite calculer la valeur ajoutée totale  $VA$  - donc le PIB - et la population active occupée  $N$  - donc le niveau d'emploi en fonction des exportations totales  $X$ . Ainsi, fondamentalement, le niveau de l'activité et le niveau de l'emploi sont largement déterminés par les capacités exportatrices à la date considérée. Cela découle directement du fait que le taux de couverture des importations par les exportations est préfixé et que les importations sectorielles sont liées aux valeurs ajoutées des secteurs.

Apparaît là une liaison directe et simple entre ce qu'il est convenu d'appeler la « mondialisation » et le chômage.

La France appartenant à la zone monétaire de l'euro, l'ajustement par les parités monétaires est impossible. La contrainte des exportations peut être desserrée de plusieurs manières :

- augmenter les recettes en devises hors balance des biens et services. Le modèle sait prendre en compte cette voie.

<sup>10</sup> cf. tableau 3. En particulier, la part des services dans l'exportation ne croît pas mais décroît. Comme elle est actuellement très faible, elle devient quasi nulle en 2050.

<sup>11</sup>  $235,53 / 335,53 = 70,2\%$

- réduire la dépendance aux produits importés – réduction des ratios  $J_i / VA_i$  - mais on a vu qu'ils étaient très stables et que leur tendance d'évolution à terme était l'augmentation
- espérer un développement plus rapide des secteurs d'activités ayant des besoins en importations relativement plus faibles.

Pour examiner ce que l'on peut attendre de ce dernier point, on peut recourir à un processus itératif faisant intervenir les données démographiques:

- le scénario de référence, obtenu par extrapolation de la ventilation de la valeur ajoutée et présentée à l'annexe 4, peut servir de point de départ<sup>12</sup>. Il fournit une valeur ajoutée totale et un premier lot de valeurs des composantes  $D_i$  de la demande finale.
- après avoir été rapportées au nombre d'habitants pour une meilleure lisibilité, ces valeurs sont ensuite modifiées pour les amener à des niveaux qui semblent plus cohérents avec les autres données.
- il en résulte un nouveau montant de la valeur ajoutée totale, dans un processus qui converge très vite et qui fournit à chaque étape un niveau d'emploi.

Il est ensuite possible – et souhaitable – de faire un bouclage complémentaire sur la valeur retenue pour les exportations  $X$ , avec des éléments de référence autres que les seules valeurs extrapolées, que l'on donne ci-après :

	<b>1978</b>	<b>2000</b>	<b>2025</b>	<b>2050</b>
<b>Exportations globales</b>	745	2 354	3 620	5 248

Tableau 13

En particulier, avec une estimation de la population totale  $P$ , on peut évaluer le montant des prélèvements obligatoires qui pèsent sur la compétitivité internationale.

Daniel Fédou  
4 mars 2006

---

<sup>12</sup> Evidemment, compte tenu de la méthode utilisée, ce point de départ n'a pas d'incidence sur les résultats.

## Annexe 1

### Les grandeurs extrapolées.

Les ratios  $VA_i / N_i$ , autrement dit les productivités apparentes du travail par catégorie, constituent la base des extrapolations de la croissance globale. Compte tenu de l'imprécision des données de l'INSEE sur les heures travaillées dans les différentes catégories d'activités, on n'a pas retenu les productivités par équivalents temps plein ou les productivités horaires. Les séries retenues sur l'emploi total, a priori plus fiables, présentent en contrepartie l'inconvénient d'intégrer les évolutions des horaires (développement du travail à temps partiel, réduction de la durée annuelle du travail pour les salariés). Il convient de ne pas l'oublier dans l'interprétation des chiffres extrapolés.

Les ratios  $J_i / VA_i$  constituent selon nous des données structurelles de l'économie. Etroitement liés au développement des échanges internationaux, ils traduisent la dépendance à l'égard des produits étrangers, phénomène essentiel dans les économies modernes. Les importations  $J_i$  sont ici toutes considérées comme des consommations intermédiaires, ce qui est sans doute sans grande conséquence compte tenu de la rareté des importations aboutissant directement dans la demande finale. Une seconde hypothèse en revanche est certainement plus gênante : les produits importés de la catégorie  $i$  sont supposés être absorbés en totalité par la branche  $i$ . Cette hypothèse, que l'on a dû faire faute d'informations statistiques permettant de cerner la ventilation des importations, a conduit en particulier à limiter le nombre de catégories retenues.

L'extrapolation des ratios  $X_i / X$  constitue un artifice simple pour fournir une évaluation de ce qui est à coup sûr le paramètre le moins extrapolable : les capacités de l'économie nationale à répondre à terme à la demande mondiale. Toutefois, ici encore, la limitation aux quelques catégories de biens et services retenues et l'extrapolation des seules valeurs relatives réduisent les conséquences de la méthode.

Les ratios  $A_i / VA_i$ , qui expriment la part externalisée de la production, sont des données largement reconnues comme structurelles. Ils dérivent en effet directement des coefficients de la matrice de Léontief, que l'on a transformée, dans le but de simplifier les calculs ultérieurs, en une matrice variante qui permet de passer des valeurs ajoutées – au lieu des productions – aux consommations intermédiaires. Si l'on appelle  $\pi_i^j$  les coefficients de Léontief et  $\phi_i^j$  ceux de la matrice variante, on a :

$$\pi_i^j P_j = \phi_i^j VA_j \quad \text{et donc} \quad \phi_i^j = \frac{\pi_i^j}{1 - \sum_k \pi_k^j} \quad \text{ou réciproquement} \quad \pi_i^j = \frac{\phi_i^j}{1 + \sum_k \phi_k^j}.$$

Il en résulte que si les coefficients de Léontief sont fixes, ceux de la matrice variante le seront aussi. A contrario, les termes  $A_i / VA_i$  étant les sommes en colonnes des coefficients de la matrice variante, leur évolution dans le temps montrée par le graphique 5 implique que les coefficients de Léontief ont évolué eux-aussi. Plutôt que d'extrapoler tous les coefficients de Léontief, avec les risques liés aux problèmes de ventilation que cela comporte – ils sont ici au nombre de 49 -, l'extrapolation des ratios  $A_i / VA_i$  a permis de limiter les projections aux

seules fonctions de ces coefficients dont on a eu besoin, en l'espèce les 7 quantités  $\frac{\sum_i \pi_i^j}{1 - \sum_i \pi_i^j}$ .

On observera que les risques de ventilation sont ainsi fortement réduits puisque toutes les consommations intermédiaires sont sommées sans distinction de leur nature.

Les ratios  $B_i / B$  ne se raccrochent pas aussi aisément au modèle de Léontief. En effet, ils ne découlent pas directement des coefficients de la matrice variante décrite plus haut, car la structure de la valeur ajoutée intervient également dans leur calcul<sup>13</sup>. Pour autant, ils ne sont pas étroitement liés à la structure de la valeur ajoutée, dès lors que les coefficients de Léontief ne sont pas, comme on l'a vu, fixes dans le temps.

Les ratios  $B_i / B$  ont été retenus à ce stade parce que ce sont ceux qui ont connu entre 1978 et 2000 l'évolution la plus stable, donc la plus extrapolable, parmi les différentes autres possibilités examinées, les ratios  $B_i / VA_i$  et  $B_i / (VA - VA_i)$ . Par ailleurs, leur signification économique est claire, puisqu'ils traduisent la part prise par les différentes branches dans les consommations intermédiaires totales<sup>14</sup>.

Pour améliorer les justifications du modèle, on peut envisager soit de donner un support théorique à la stabilité constatée des ratios  $B_i / B$ , soit de réaliser l'extrapolation de chacun des coefficients de la matrice de Léontief ou de sa variante, avec les risques précités et en espérant que leur évolution passée a été aussi stable que celle des ratios utilisés.

L'extrapolation des ratios  $VA_i / VA$  a été faite pour définir un scénario tendanciel central. L'examen ultérieur des scénarios du CGPC, dans lesquels on a essayé de calculer différentes ventilations de la valeur ajoutée cohérentes avec les hypothèses contrastées retenues, a montré que les conclusions que l'on peut tirer de ce scénario tendanciel sont en fait largement indépendantes de cette ventilation extrapolée initiale.

---

<sup>13</sup> Chaque coefficient est en effet le produit scalaire de la ligne concernée de la matrice variante avec le vecteur colonne des valeurs ajoutées. Si la valeur ajoutée totale est sans influence sur les ratios extrapolés, la ventilation de cette valeur ajoutée joue tout autant que les coefficients de la matrice variante.

<sup>14</sup> Leur examen a par ailleurs été digne d'intérêt. Il a mis en évidence la part importante prise par les services dans les consommations intermédiaires dans les années 80. Le phénomène, dû selon toute vraisemblance au recours massif aux sociétés de travail intérimaire, est une évolution majeure.

## Annexe 2

### Les extrapolations

On a retenu la régression linéaire pour les quantités non bornées et la régression exponentielle pour les quantités bornées. Pour ce second cas, une méthode plus satisfaisante d'un point de vue théorique est en cours d'étude. Elle ne devrait pas donner des résultats très différents de ceux obtenus, compte tenu de la forme des graphiques représentant les séries temporelles.

D'une manière générale, les extrapolations des paramètres  $\frac{VA_i}{N_i}$ ,  $\frac{J_i}{VA_i}$  et  $\frac{A_i}{VA_i}$  ont été réalisées par régressions linéaires, comme l'invite à le faire la forme des courbes des graphiques 1, 2 et 4. La méthode utilisée est celle des moindres carrés ordinaires.

L'extrapolation des exportations totales  $X$  a été faite avec cette même méthode

La régression exponentielle a été utilisée sur les quelques séries en décroissance.

Les extrapolations des parts  $\frac{X_i}{X}$  et  $\frac{B_i}{B}$  ont été faites par régressions exponentielles, puis reformatages proportionnels des résultats obtenus, pour retenir une méthode simple qui permette de rester dans l'enveloppe des 100%.

L'extrapolation des  $\frac{VA_i}{VA}$  pour définir le scénario tendanciel a été faite de la même manière.

On a toujours utilisé les séries temporelles en entier, donc de 1978 à 2000, à l'exception des  $\frac{B_i}{B}$  pour lesquels on n'a conservé que les dix dernières années, de 1991 à 2000.

Enfin, une seule série a été retouchée : celle concernant les  $A_i$  de la construction, dont le saut brutal entre 1996 et 1997, et inexplicable par nos interlocuteurs de l'INSEE, a été lissé.

**Annexe 3**  
Les valeurs extrapolées

	<b>1978</b>	<b>2000</b>	<b>2025</b>	<b>2050</b>
<b>V<sub>Ai</sub> / N<sub>i</sub></b>				
agriculture	84,565	252,421	434,964	624,931
industrie	208,709	433,909	674,069	929,873
construction	198,049	228,479	313,985	375,518
commerce	155,855	253,836	390,782	515,716
transports	191,367	320,899	482,508	632,418
autres services marchands	388,325	423,469	461,669	488,563
services non marchands	198,738	234,206	278,279	321,926

Tableau 1

<b>J<sub>i</sub> / V<sub>Ai</sub></b>				
agriculture	19,14%	20,93%	24,99%	29,26%
industrie	54,64%	116,92%	164,82%	225,99%
construction	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
commerce	4,59%	2,03%	0,50%	0,14%
transports	23,21%	17,14%	13,23%	10,60%
autres services marchands	4,00%	5,00%	5,58%	6,35%
services non marchands	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tableau 2

<b>X<sub>i</sub> / X</b>				
agriculture	3,90%	3,11%	2,65%	1,89%
industrie	78,87%	85,86%	90,58%	94,01%
construction	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
commerce	2,69%	1,64%	0,65%	0,34%
transports	4,19%	2,83%	2,40%	1,78%
autres services marchands	10,36%	6,56%	3,71%	1,98%
services non marchands	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tableau 3

<b>A<sub>i</sub> / V<sub>Ai</sub></b>				
agriculture	109,23%	90,95%	84,35%	75,84%
industrie	175,10%	206,71%	236,13%	268,24%
construction	117,45%	170,60%	208,70%	255,47%
commerce	58,53%	47,41%	32,94%	25,41%
transports	78,52%	91,82%	104,85%	121,05%
autres services marchands	56,55%	70,28%	82,29%	94,29%
services non marchands	33,88%	37,15%	41,80%	46,39%

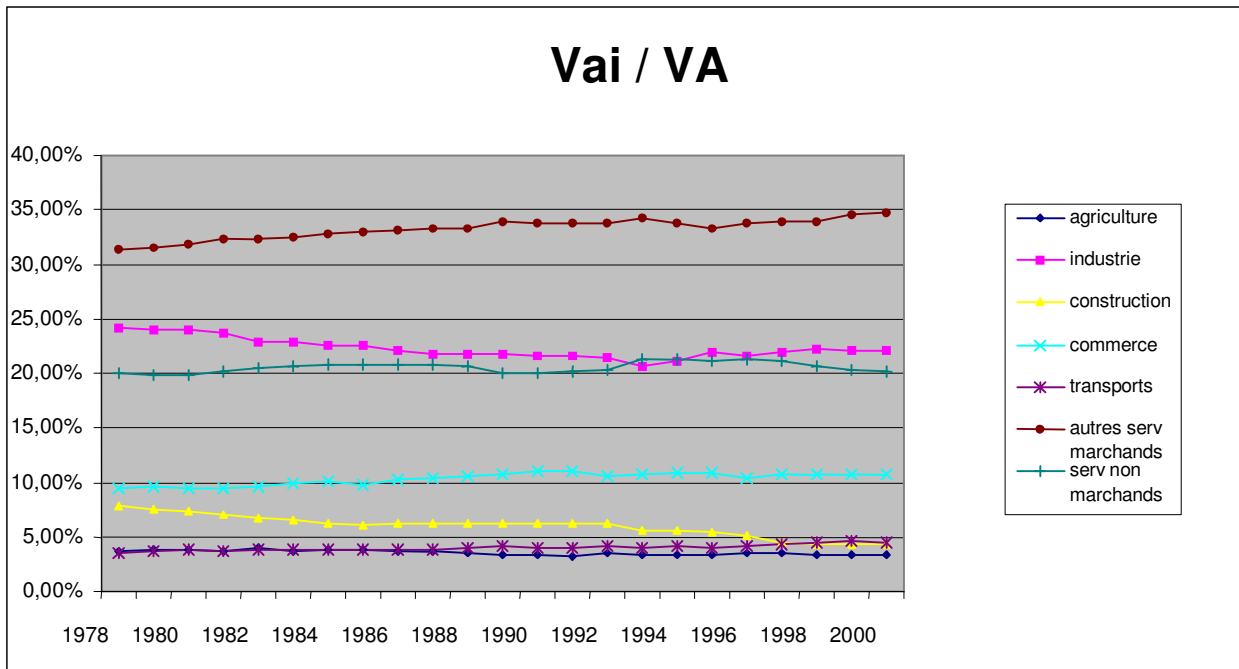
Tableau 4

	<b>1978</b>	<b>2000</b>	<b>2025</b>	<b>2050</b>
<b>Bi / B</b>				
agriculture	6,02%	4,24%	3,07%	2,09%
industrie	56,17%	51,58%	51,50%	49,99%
construction	3,96%	2,92%	1,50%	0,76%
commerce	0,92%	0,85%	1,20%	1,62%
transports	3,11%	4,21%	6,66%	10,14%
autres services marchands	29,26%	35,62%	35,57%	34,99%
services non marchands	0,57%	0,59%	0,49%	0,41%

Tableau 5



**Annexe 4**  
Evolutions tendancielles.



**Graphique 6**

Les valeurs extrapolées à 2025 et 2050 sont les suivantes :

	<b>1978</b>	<b>2000</b>	<b>2025</b>	<b>2050</b>
<b>Vai / VA</b>				
Agriculture	3,65%	3,32%	2,68%	2,15%
Industrie	24,22%	22,12%	18,39%	15,65%
construction	7,91%	4,34%	2,43%	1,27%
Commerce	9,49%	10,75%	12,77%	14,38%
Transports	3,51%	4,56%	5,60%	6,86%
autres services marchands	31,30%	34,78%	37,06%	38,85%
services non marchands	19,93%	20,14%	21,07%	20,84%

Tableau 6

## Annexe 5

### Indication du taux de chômage.

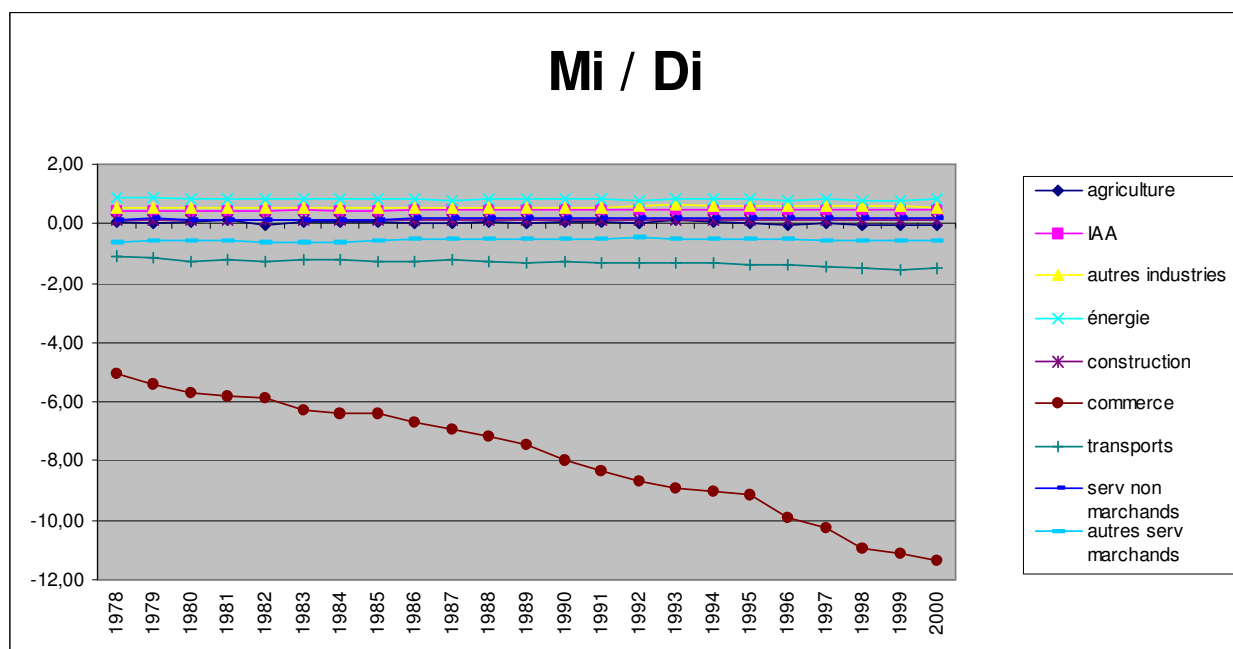
On suppose que la population active (caractérisée par un taux d'activité  $k$  du total de la tranche d'âge concernée) est une fonction décroissante, que l'on suppose linéaire, du taux de chômage  $c$ . Soit  $d = 1 - c$ . On a  $k = ad + b$ .

On a calé les chiffres à partir de deux circonstances dans lesquelles on peut estimer le produit  $kd$  et  $c$  :

- la France en 2000 :  $c = 9\%$   $kd = 61,1\%$
- le RU et les USA en 2003 :  $c = 3,1\%$   $kd = 72,5\%$

On en déduit  $a$  et  $b$  par résolution du système linéaire. On a retenu  $a = 1,3$  et  $b = 51,15\%$ . Ensuite,  $kd$  étant donné, on tire  $d$  donc  $c$  par résolution de l'équation du second degré  $ad^2 + bd - kd = 0$ .

**Annexe 6**  
Extrapolation des  $m_i$ .



**Graphique 7**

Les valeurs extrapolées retenues ont été obtenues par régressions linéaires et sont présentées dans le tableau ci-après :

	1978	2000	2025	2050
<b>Mi / Di</b>				
agriculture	0,054308	- 0,017054	- 0,074500	- 0,149913
IAA	0,403258	0,495270	0,614511	0,717744
autres industries	0,523747	0,534788	0,620283	0,676926
énergie	0,875469	0,809351	0,746928	0,696215
construction	0,134657	0,133919	0,122776	0,117039
commerce	- 5,079169	- 11,614312	- 18,190543	- 25,355020
transports	- 1,053523	- 1,458396	- 1,848467	- 2,240694
autres services marchands	0,146742	0,169945	0,201728	0,235246
services non marchands	- 0,054225	- 0,059513	- 0,063133	- 0,070110