

10

Questions à Jacques Lesourne  
sur les relations entre la technologie,  
la croissance, et l'emploi

## *Les publications de l'Académie des technologies*

L'Académie des technologies publie quatre collections :

- une collection sous couverture bleue, reproduisant des Avis et Rapports de l'Académie, approuvés par l'Assemblée ;
- une collection sous couverture rouge, reproduisant des *Communications à l'Académie*, rédigées par des Académiciens, non soumises au vote de l'Assemblée et publiées sur décision du Conseil académique ;
- une collection sous couverture verte, avec des textes courts rédigés par un ou plusieurs Académiciens et consacrés à *Dix questions* d'actualité sur un sujet de technologie ; les textes sont diffusés sur décision du Conseil académique.
- une collection sous couverture jaune, intitulée « *Grandes aventures technologiques françaises* », de contributions apportées par des Académiciens à l'Histoire industrielle ; les textes sont diffusés sur décision du Conseil académique.

Ceux précédés d'un astérisque (\*), parmi les travaux académiques rappelés *in extenso* ci-après, sont publiés ou en cours de publication. Les autres textes sont mis en ligne sur le site public : <http://www.academie-technologies.fr>

### *Avis et rapports de l'Académie :*

1. *Brevetabilité des inventions mises en œuvre par ordinateurs : Avis au Premier ministre, juin 2001.*
2. *Analyse des cycles de vie, oct. 2002.*
3. *Le Gaz naturel, oct. 2002.*
4. *Les Nanotechnologies : enjeux et conditions de réussite d'un projet national de recherche, déc. 2002.*
5. *Les Progrès technologiques au sein des industries alimentaires - Impact sur la qualité des aliments/1. La filière lait, mai 2004*
6. *Note complémentaire au premier Avis transmis au Premier ministre, juin 2003.*
7. *Quelles méthodologies doit-on mettre en œuvre pour définir les grandes orientations de la recherche française et comment, à partir de cette approche, donner plus de lisibilité à la politique engagée ? déc. 2003.*
8. *Les indicateurs pertinents permettant le suivi des flux de jeunes scientifiques et ingénieurs français vers d'autres pays, notamment les États-Unis, déc. 2003.*
9. *Recenser les paramètres susceptibles de constituer une grille d'analyse commune à toutes les questions concernant l'énergie, déc. 2003.*
10. *Premières remarques de l'Académie des technologies à propos de la réflexion et à la concertation sur l'Avenir de la recherche lancée par le ministère de Recherche, mars 2004.*
11. *\*Métrologie du futur, mai 2004*
12. *Le système français de recherche et d'innovation - Vue d'ensemble du système français de recherche et d'innovation + Annexe 1 : La gouvernance du système de recherche ; Annexe 2 : Causes structurelles du déficit d'innovation technologique. Constat, analyse et proposition, juin 2004.*
13. *\* Interaction Homme-machine, oct. 2004.*
14. *Avis sur l'enseignement des technologies de l'école primaire aux lycées, sept. 2004.*
15. *\*Enquête sur les frontières de la simulation numérique, juin 2005.*

### ***Communications à l'Académie :***

1. Commentaires sur le Livre Blanc sur les Énergies, janv. 2004.
2. \*Prospective sur l'énergie au XXI<sup>e</sup> siècle, synthèse de la Commission Énergie & Environnement, avril 2004, mise à jour déc. 2004.  
Monographies dans le cadre de la Commission E & E :
  - Les filières nucléaires aujourd'hui et demain, nov. 2004 ;
  - Énergies renouvelables, énergie éolienne, énergie hydraulique, 8 juin 2005
3. Pour une politique audacieuse de recherche, développement et d'innovation de la France, juillet 2004.
4. \*Les TIC : un enjeu économique et sociétal pour la France, juillet 2005.

### ***Dix questions :***

1. Les véhicules hybrides - 10 questions proposées par François de Charentenay, déc. 2004.
2. \*Les déchets nucléaires - 10 questions proposées par Robert Guillaumont, déc. 2004.
3. \*L'avenir du charbon – 10 questions proposées par Gilbert Ruelle, janvier 2005.
4. \*L'hydrogène - 10 questions proposées par Jean Dhers, janvier 2005.

### ***Grandes aventures technologiques :***

1. \*Le Rilsan - par Pierre Castillon, oct. 2006.

## *Avertissement*

Le fait que les publications de l'Académie des technologies soient regroupées en 4 collections distinctes découle d'un classement interne des textes par les instances académiques.

En effet, les **Avis et Rapports de l'Académie** engagent celle-ci, dès lors que les textes, préalablement visés par le Comité de la Qualité, ont été soumis à débat et à un vote par l'Assemblée.

Les Avis constituent des réponses de l'Académie à des saisines d'autorités, notamment gouvernementales et ne sont publiées qu'avec l'accord des destinataires.

Les **Communications à l'Académie**, d'une part, font l'objet de présentations à l'Assemblée et de débats, d'autre part, sont visés par le Comité de la Qualité ; elles ne sont pas soumises à un vote et il revient au Conseil académique de décider de l'opportunité d'une publication. Ces textes engagent la seule responsabilité des leurs auteurs.

Les **Annexes des Rapports et des Communications**, visées également par le Comité de la Qualité, sont signées et engagent la seule responsabilité des leurs auteurs (souvent des experts non membres de l'Académie) qui peuvent en disposer. Elles sont réunies, le plus souvent, avec les corps de texte votés afin de constituer des publications complètes et à jour au moment d'être mises sous presse.

Le lecteur est toutefois invité à visiter le site Internet de l'Académie <http://www.academie-technologies.fr> où apparaissent non seulement tous les textes votés, les Communications, les « Dix questions » et la série « Grandes aventures technologiques françaises » mais aussi des textes qui ne font pas (ou pas encore) l'objet d'une publication dans l'une ou l'autre des 4 collections.

Les travaux de l'Académie se poursuivant sur certaines thématiques, des versions plus récentes de textes et/ou d'annexes sont régulièrement mises en ligne.

# Préambule

*Alors que notre société souffre du chômage et que beaucoup de nos contemporains aspirent à une accélération de la croissance économique, il est du devoir de l'Académie des technologies de s'interroger sur les liens entre la technologie, l'emploi et la croissance.*

*Pour le grand public, le sujet fait l'objet de propos, sinon contradictoires, du moins variés. Tantôt, on loue la technologie qui, dans le domaine de l'automobile ou de l'aéronautique, permet de créer ou de maintenir des emplois ; tantôt on la rend responsable de la destruction de nombreux emplois, sous l'influence des technologies de l'information et de la communication par exemple. Tantôt, on se réjouit des exportations vers la Chine de biens technologiques ; tantôt on craint les effets de l'assimilation par ce pays des techniques occidentales. Le sujet n'est donc pas simple.*

*C'est dans le but d'éclairer ce débat que l'Académie a demandé à l'un de ses membres, Jacques Lesourne, d'ouvrir son séminaire annuel 2006 par une conférence sur les relations entre technologie, croissance et emploi.*

*Afin de faire partager son exposé plus largement qu'à l'auditoire de notre séminaire, Jacques Lesourne a bien voulu le remodeler sous forme de « Dix questions », regroupées dans le présent document.*



# 10

## Questions à Jacques Lesourne sur les relations entre la technologie, la croissance et l'emploi

### Introduction

Pour analyser le problème complexe des relations entre la technologie, l'emploi et la croissance, il est indispensable de procéder par étapes, en partant de modèles simples et en les enrichissant progressivement pour arriver à des modèles complexes.

C'est selon cette démarche que sont construites les dix questions, associées à trois modèles incrémentaux :

1. le premier modèle considère l'économie d'un pays dans son ensemble mais néglige les échanges entre les économies nationales (un professionnel parlerait d'une approche macroéconomique en économie fermée) ;
2. le second prend en compte la variété des biens et des services produits et échangés dans l'économie d'un pays, tout en négligeant également les échanges extérieurs (approche microéconomique en milieu fermé) ;
3. le troisième modèle traite l'économie d'une nation en considérant aussi bien les échanges internes que ceux avec les autres nations, et selon toute la variété qu'ils recouvrent.

#### Remarque méthodologique

Dans ce texte, on se réfère à des données couramment disponibles dans les annuaires statistiques. Ainsi, le produit intérieur brut (PIB) représente un indicateur de la valeur économique des biens élaborés par une société, même si cet indicateur ne tient pas compte des effets externes de la production (positifs ou négatifs) non pris en compte dans les prix, et même s'il ne donne aucun renseignement sur la distribution entre les membres de la société des revenus tirés de cette production. On rappellera seulement que, dans les comparaisons internationales, les produits intérieurs bruts des différents pays peuvent être calculés en taux de change des monnaies nationales ou en parités de pouvoir d'achat (pour tenir compte des différences de prix). Si l'on prend en compte les parités de pouvoir d'achat, les revenus des pays émergents ou peu développés se sont logiquement améliorés de façon sensible.



# Table des matières

## 10 Questions sur les relations entre la technologie, la croissance et l'emploi

1. Quel est l'effet à long terme de la technologie sur le taux de croissance et le volume d'emploi d'une économie avec peu d'échanges extérieurs ? ..... 11
  - Deux définitions issues de l'application du premier modèle ..... 11
  - Comment se présente le problème de la croissance ? ..... 12
  - Comprendre les notions de main-d'œuvre, équipement et ressource naturelle ..... 12
  - Sur la base de ce premier modèle, quelle réponse donner à la première question ? ..... 13
  - Quel est l'effet de la technologie sur l'emploi ? ..... 13
  
2. De ce point de vue, comment se situe la croissance française des quinze dernières années ? ..... 14
  - Premier constat : le chômage stérilise le principal facteur de production ..... 14
  - Deuxième constat : par rapport aux États-Unis, l'écart de croissance par tête est faible ..... 14
  - Troisième constat : mauvaise performance due au taux d'emploi et au nombre d'heures de travail individuel trop faibles ..... 15
  - Au vu de ces chiffres, qu'est-il raisonnable de conclure ? ..... 15
  
3. Qu'apporte à la compréhension des relations technologie-emploi-croissance la prise en compte des diversités sectorielles ? ..... 16
  - Le chômage de convenance sociale ..... 16
  - Le chômage classique ..... 17
  - Le chômage *keynésien* ..... 17
  
4. Comment interpréter les différences de niveau du chômage en France entre la période d'après-guerre et depuis trente ans ? ..... 19
  
5. Comment intervient le commerce international dans les relations technologie-emploi-croissance ? ..... 20
  - Comment caractériser l'influence de la technologie dans ce contexte ? ..... 21

6. Que se passe-t-il lorsqu'au commerce international on superpose les mouvements de capitaux ? .....	22
7. Qu'ajoute à ce phénomène l'internationalisation des firmes ? .....	23
Comment se situe la technologie par rapport à l'emploi et à la croissance ? .....	23
Quatre acteurs : petites et grandes entreprises, États et scientifiques .....	23
Relations complexes entre petites et grandes entreprises, États et scientifiques .....	24
Effets multiples en matière d'emploi .....	25
8. Comment et où naît la technologie ? .....	26
9. Quelles conclusions générales tirer de l'analyse ? .....	28
10. Que signifient ces conclusions pour l'Union Européenne et pour la France ? .....	29
L'Union Européenne exploite mal les possibilités de croissance permises par la qualité de ses chercheurs et de ses ingénieurs .....	29
En France, impact de l'évolution démographique, du faible nombre d'heures travaillées par actif et du marché du travail .....	30

## 1. Quel est l'effet à long terme de la technologie sur le taux de croissance et le volume d'emploi d'une économie avec peu d'échanges extérieurs ?

### Deux définitions issues de l'application du premier modèle

Le premier modèle permet d'aborder commodément cette première question.

Dans une économie fermée, le PIB ( $P$ ) est généralement considéré comme obtenu à partir de trois facteurs de production : la main-d'œuvre ( $M$ ), l'équipement ( $E$ ), les ressources naturelles ( $R$ ), mais le niveau de production obtenu dépend de l'efficacité avec laquelle ces facteurs sont utilisés et combinés.

Dans un état donné de connaissances, on conçoit qu'il existe une limite  $\bar{P}$  à la production disponible pour les valeurs de  $M$ ,  $E$  et  $R$ . L'écart entre  $\bar{P}$  et la production obtenue  $P$  peut provenir de trois sources au moins :

1. la société stérilise une partie de  $M$ ,  $E$  ou  $R$ , (il y a du chômage, des terres en jachère, etc.) ;
2. la diffusion des connaissances disponibles est imparfaite (les entreprises ignorent certaines des technologies disponibles) ;
3. les processus économiques régulant la combinaison des facteurs de production sont inefficaces (une usine a trop de main-d'œuvre et pas assez d'équipement).

Aussi primitif que soit ce modèle, il met néanmoins en évidence deux caractéristiques essentielles, qu'il ne faut jamais oublier, et que nous rappelons ci-après.

1. Pour un état donné de connaissances, le mode de combinaison optimal des facteurs dépend des quantités relatives de  $M$ ,  $E$  et  $R$ <sup>1</sup>. On citera à titre d'exemple les opérations qui, à partir de bauxite, permettent d'obtenir de l'aluminium, ou qui permettent de faire pousser du maïs sur un hectare de terre.
2. Procédés techniques et modes de régulation socio-économiques sont indissociables dans l'obtention de la production à partir des facteurs de production. Ce constat débouche sur **deux définitions possibles de la technologie**, selon qu'on la limite aux procédés techniques utilisés ou qu'on y inclut les régulations économiques et sociales, notamment le mode de formation des prix. Cette dernière définition, la plus générale, porte sur l'ensemble des procédés qui permettent d'obtenir la production globale de l'économie à partir des facteurs de production dont on dispose. Elle qualifie de progrès technologique tout ce qui permet d'accroître la production  $P$  pour des facteurs donnés ou, à niveau fixé de  $P$ , de réduire les quantités de facteurs nécessaires.

<sup>1</sup> Ainsi, dans un pays en développement à faible équipement et abondante main-d'œuvre, est-il recommandé d'économiser l'équipement et d'accepter d'utiliser davantage de main-d'œuvre ; la sagesse ne consiste pas toujours à utiliser les procédés de production les plus modernes ayant recours à des équipements coûteux et à peu de main-d'œuvre.

## Comment se présente le problème de la croissance ?

Sur le volume P disponible, une partie (C) est consommée au cours de la période, le solde constituant ce qu'on appelle l'investissement (I). A quoi peut servir cet investissement ?

- ✓ à l'éducation pour améliorer les capacités de la main-d'œuvre ;
- ✓ à la construction d'équipements ;
- ✓ à la recherche et à la mise en valeur de ressources naturelles ;
- ✓ à la recherche et à l'innovation en vue d'améliorer le stock de connaissances, d'accroître sa diffusion, de mettre au point des procédés techniques, de réduire l'inefficacité des processus économiques de combinaison des facteurs.

*A contrario*, la croissance augmente le niveau de vie de la population et incite celle-ci à répartir autrement son temps entre travail et loisir. Nous savons tous combien la durée du travail par jour, par semaine, par an ou dans le cycle de la vie, a baissé en Europe depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle.

Le modèle précédent ne doit pas cacher non plus que la croissance de l'économie change non seulement le contenu de la consommation, mais ce qu'on entend par main-d'œuvre, équipement et ressource naturelle.

## Comprendre les notions de main-d'œuvre, équipement et ressource naturelle

Nous ne sommes plus à l'époque où la main-d'œuvre disponible pouvait être estimée en heures de travail de manœuvre non spécialisé. Aujourd'hui, la compétence est un combiné de savoir, de savoir-faire et de comportement.

Deux remarques au sujet de l'équipement :

1. Pendant longtemps, les économistes considéraient que l'équipement consistait en machines, engins de transport, bâtiments, voies de chemin de fer, etc. Depuis l'explosion des TIC et la multiplication des logiciels, des banques de données, et autres systèmes de durée de vie très variable, on introduit une nouvelle catégorie d'équipement, « l'équipement immatériel ».
2. Aussi, n'attache-t-on plus la même importance à une notion très utilisée par les économistes dans les années d'après-guerre, le multiplicateur d'investissement qui permettait de passer du supplément d'investissement au supplément de production. Actuellement, la croissance est perçue comme un phénomène social global.

Quant à la définition de ce qu'est une **ressource naturelle**, elle dépend évidemment de la technologie disponible. Le minerai d'uranium ne présentait guère d'intérêt avant la connaissance de la fission nucléaire.

## Sur la base de ce premier modèle, quelle réponse donner à la première question ?

Prise dans sa deuxième définition, la technologie contribue de manière essentielle à la croissance en élargissant les possibilités de production d'une économie.

Mais la croissance ne résulte pas que du progrès technologique : elle a recours aussi à des processus d'accumulation d'équipement et de connaissance où la technologie joue aussi son rôle. Elle dépend aussi de la variation du volume de la population humaine.

## Quel est l'effet de la technologie sur l'emploi ?

L'histoire économique montre qu'*à long terme il est neutre*. Le plein emploi des trente glorieuses en France ou le quasi-plein emploi de l'économie américaine d'après-guerre étaient observés dans des économies à technologie élevée, mais l'absence de chômage dans l'Inde de 1950 allait de pair avec un très faible niveau technologique. En revanche, la technologie facilite la réduction de la durée du travail.

A court ou moyen terme, les relations chômage-technologie sont plus subtiles, comme nous le verrons plus loin.

## 2. De ce point de vue, comment se situe la croissance française des quinze dernières années ?

### Premier constat : le chômage stérilise le principal facteur de production

Le premier constat que chacun peut faire est que l'économie française, avec un taux de chômage de l'ordre de 9 % de la population active, stérilise l'un des facteurs de production essentiels, la main-d'œuvre.

### Deuxième constat : par rapport aux États-Unis, l'écart de croissance par tête est faible

Pour évaluer le taux de croissance lui-même, nous emprunterons quelques chiffres d'un article paru dans *Futuribles* dont un confrère, Michel Godet, est l'un des auteurs.<sup>2</sup>

Au niveau du Produit intérieur brut, la comparaison des taux de croissance globaux et par habitant des USA, de l'UE à 15 et de la France, conduit à une conclusion dont le grand public n'est pas véritablement conscient : par rapport aux États-Unis, l'écart de croissance par tête est faible, la différence de croissance totale provenant essentiellement de l'écart de croissance démographique. Mais naturellement, pour les entreprises, la faible croissance globale restreint les débouchés.

### Produits intérieurs bruts comparés, entre 1990 et 2003

	PIB		PIB/hab.	
	90/2000	2000/03	90/2000	2000/03
États-Unis	3,3	1,9	2,0	0,9
UE à 15	2,2	1,2	1,8	1,0
France		1,2	1,5	0,7

(Les chiffres sont en taux de croissance annuel moyen)

<sup>2</sup> Ph. Durance, M. Godet et M. Martinez, *Démocratie, Activité, croissance, comment expliquer les écarts de croissance entre les États-Unis et les pays européens*, *Futuribles* n° 307, février 2006.

### Troisième constat : mauvaise performance due au taux d'emploi et au nombre d'heures de travail individuel trop faibles

Quand on considère au contraire le nombre total d'heures travaillées par an par habitant ou par actif occupé, on constate que la France se situe très en deçà des États-Unis et même de l'Europe des 15.

La mauvaise performance de la France en termes de PIB/hab. relatif provient d'un taux d'emploi faible et d'un faible nombre d'heures de travail par actif, même si la productivité de ces actifs est excellente.

On montre même qu'à notre niveau de productivité horaire du travail, si nous travaillions par habitant autant que les États-Unis de 1980 (c'est-à-dire moins que les Américains d'aujourd'hui) nous aurions en 2003 un PIB par habitant de 33 000 dollars environ, équivalent à celui des États-Unis et 37 % plus élevé que son niveau actuel.

#### Nombres d'heures travaillées comparés entre Europe, France et États-Unis

	Nombre d'heures travaillées par habitant par an	Nombre d'heures travaillées par actif occupé par an
États-Unis	872	1 792
Europe (15)	698	1 588
France	597	1431

#### Au vu de ces chiffres, qu'est-il raisonnable de conclure ?

Par rapport aux États-Unis, la croissance française est amoindrie par trois causes :

- ✓ une croissance démographique faible ;
- ✓ un faible nombre d'heures travaillées par actif, ce qui peut être considéré comme un choix de société ;
- ✓ une organisation sociale qui contribue à la stérilisation des ressources en main-d'œuvre.

En revanche, la production par heure travaillée est satisfaisante.

Il semble donc que la technologie au sens étroit du terme n'est pas en cause, mais que la technologie au sens large (qui inclut la combinaison des facteurs de production) porte une part de responsabilité.

C'est ce que le second modèle va permettre d'analyser.

### 3. Qu'apporte à la compréhension des relations technologie-emploi-croissance la prise en compte des diversités sectorielles ?

Au niveau microéconomique, les consommateurs et les entrepreneurs se différencient, la main-d'œuvre n'est pas homogène, les équipements se diversifient, les ressources naturelles doivent être distinguées.

Une économie comme l'économie française se caractérise alors par l'existence d'une multitude de biens et de services (de services du travail notamment), et, pour chacun d'eux, par un marché sur lequel se confrontent l'offre et la demande, ce qui définit un prix tel que la demande s'exprimant à ce prix est égale à l'offre proposée à ce prix.

Au cours du temps, les variations dans l'état des connaissances, dans les préférences des consommateurs, les caractéristiques des travailleurs, l'état des équipements, les disponibilités des ressources naturelles vont constamment modifier les offres et les demandes et donc les prix, mais **si ces prix sont flexibles, et si les ajustements sont instantanés les facteurs de production resteront pleinement employés.**

Le progrès technique (c'est-à-dire la technologie au sens étroit) joue évidemment un rôle dans ces variations de prix. Ainsi, au début de l'informatique, les informaticiens étaient rares et leurs salaires sont montés en flèche par rapport à ceux d'autres spécialistes. A contrario, le salaire de dessinateurs incapables de se servir d'outils informatiques n'a pu que baisser. Rappelons-nous aussi, le bouleversement des prix à la suite de l'apparition du chemin de fer au XIX<sup>e</sup> siècle.

Mais les prix ne sont pas parfaitement flexibles et les ajustements sont loin d'être instantanés, ce qui nous conduit à aborder les raisons pour lesquelles une économie n'emploie pas pleinement ses facteurs de production. On se concentrera ici sur le chômage. Ce phénomène peut provenir (en dehors du chômage de transition dû au passage d'un poste à un autre, même dans un marché flexible) de trois enchaînements que j'examinerai l'un après l'autre.

#### Le chômage de convenance sociale

*Le premier enchaînement* est la simplicité même. Tout individu au chômage fait un calcul et compare les avantages et les inconvénients du chômage et du travail auquel il a accès. Il peut conclure que, compte-tenu des allocations et des possibilités de rémunération « au noir », la rémunération nette du travail (déduction faite des « inconvénients » éventuels du poste) ne justifie pas le retour à un travail salarié.

Appelons ce chômage un chômage de convenance sociale. Il concerne relativement peu le sujet de cette présentation.

## Le chômage classique

Plus central pour notre propos est *le second enchaînement*. Pour le ramener à l'essentiel, trois remarques introductives quoique banales sont nécessaires :

- ✓ Ce que chacun offre sur le marché du travail est une compétence qui est un mélange de savoir, de savoir-faire et de comportement. Les qualifications définies par des diplômes ou reconnues par des conventions collectives sont souvent jugées par les employeurs d'assez mauvais indicateurs de compétences.
- ✓ Le coût du travail pour un employeur est très sensiblement supérieur au revenu net pour l'employé. Il comprend en effet en plus du salaire les charges sociales et le coût éventuel d'une rupture du contrat de travail.
- ✓ Dans ses calculs, l'employeur compare la rentabilité relative des différents types de recrutement par rapport à l'utilisation d'équipements économiseurs de main-d'œuvre.

Supposons dans ces conditions une économie où le coût du travail est rigide et où la pression sociale pousse (pour des raisons bien compréhensibles) à l'augmentation du salaire des travailleurs de faible compétence. Certains employeurs vont juger qu'à ces niveaux de coût le supplément de recettes qu'ils peuvent espérer d'un recrutement est inférieur au coût de ce recrutement. Du chômage apparaîtra pour certaines compétences et aucun mécanisme spontané ne le fera disparaître.

Dans une telle situation, les employeurs auront tendance à réduire les postes de faible compétence en leur substituant de l'équipement, ce qui contribuera à augmenter la productivité du travail.

Pour des raisons liées à l'histoire de la science économique, ce chômage est désigné sous le nom de *chômage classique*.

Comment intervient la technologie (au sens étroit) dans cet enchaînement ? Elle modifie les volumes et les niveaux de salaire que sont prêts à proposer les employeurs pour les différentes compétences. Elle contribue donc simultanément à la création et à la destruction d'emplois. Le solde dépend naturellement des valeurs relatives de tous les éléments en cause. On y reviendra plus loin.

## Le chômage keynésien

Le troisième enchaînement est lié au taux de croissance, à son niveau moyen, à ses variations conjoncturelles. Si le taux de croissance est faible, certains secteurs peuvent satisfaire la demande en réduisant leurs effectifs, en utilisant les possibilités offertes par le progrès technique. De leur côté, les variations conjoncturelles résultent de changements d'anticipations des agents quant à l'évolution future de l'économie. Ces changements peuvent se traduire par une tendance de la part des consommateurs à réduire leurs achats (désir de se protéger en augmentant l'épargne) ou de la part des entreprises à ralentir leurs investissements (inquiétude sur la rentabilité de ces investissements) :

confrontées à une stagnation ou à une chute de la demande, dans une situation de coûts salariaux fixes, les entreprises cessent de recruter ou réduisent leur personnel faute de débouchés.

Le chômage qui en résulte est souvent qualifié de *keynésien*, car l'économiste britannique Keynes a jadis insisté sur la nécessité de stimuler la demande dans de telles situations. Lorsque les progrès de la technique permettent d'économiser de la main-d'œuvre, la technologie contribue à accentuer le chômage keynésien.<sup>3</sup>

Ces analyses ne contredisent nullement le constat fait dans la première partie sur le rôle central de la technologie (sous les diverses formes qui ont été distinguées) dans la croissance à long terme, mais elles montrent que la technologie socio-économique de combinaison des facteurs joue un rôle essentiel et plus complexe dans les évolutions de court et moyen terme.

---

<sup>3</sup> *La pression des agents boursiers sur les résultats des entreprises les conduit naturellement à faire un plus grand effort sur la réduction des coûts.*

#### 4. Comment interpréter les différences de niveau du chômage en France entre la période d'après-guerre et depuis trente ans ?

On peut caricaturer, mais cette caricature comprend l'essentiel, à savoir les deux régimes qu'a connus l'économie française depuis la seconde guerre mondiale :

- ✓ **De 1946 à 1970 environ**, la hausse très rapide de la productivité du travail dans l'agriculture (rendue possible par le retard de l'agriculture française avant la guerre) libère du personnel qui est ensuite absorbé par l'industrie. La croissance forte de l'industrie due à la technologie et à l'équipement crée des besoins de recrutement, les secteurs les moins dynamiques n'ayant pas de problèmes graves de réductions d'effectifs car leur croissance reste sensible. La continuité de la croissance élimine le chômage keynésien tandis que les dispositions sociales n'ont pas encore rigidifié le marché du travail, d'où la quasi-absence de chômage classique et de chômage de convenance sociale.
- ✓ **De 1970 à la période actuelle**, le progrès technique est aussi soutenu, mais dans le cadre d'une économie où les adaptations se font mal, ce qui engendre un mélange des trois formes de chômage que j'ai décrites dans un contexte où d'autres facteurs contribuent aussi au ralentissement de la croissance.

L'analyse microéconomique met ainsi en évidence la possibilité de trois situations :

- ✓ Une économie sans progrès technique et sans investissement peut être dans une situation de plein emploi mais les revenus par tête y stagneront.
- ✓ Une économie à fort progrès technique et investissement soutenu peut être en situation de plein emploi avec forte croissance des revenus par tête.
- ✓ Une économie à fort progrès technique et investissement soutenu peut, si les substitutions s'y font mal et si le marché du travail est rigide, connaître diverses formes de chômage et une croissance ralentie.

Tous les développements précédents concernent une économie fermée (ou faiblement ouverte). A l'intérieur d'une telle économie peuvent naturellement apparaître des inégalités de développement entre des régions, plus ou moins atténuées par des activités de l'État. Nous ne les analyserons pas ici, par souci de brièveté, et aussi parce que des problèmes apparaissent encore plus à l'échelle internationale. L'introduction des échanges extérieurs va le montrer.

## 5. Comment intervient le commerce international dans les relations technologie-emploi-croissance ?

Négligeons dans un premier temps les mouvements de capitaux, c'est-à-dire limitons-nous aux exportations de biens et de services. Dans ce cas, le taux de change se fixe sur le marché à un niveau tel que les valeurs des importations et des exportations s'équilibrent.

Cette propriété a quelques conséquences évidentes et souvent méconnues :

- ✓ Il ne faut pas confondre compétitivité d'une firme et compétitivité d'un pays. Une firme non compétitive perd ses marchés, enregistre des pertes financières et fait faillite. Un pays peu compétitif ne fait pas faillite, mais sa production a peu de valeur au taux de change pour des importateurs étrangers et il dispose donc de peu de devises pour acquérir à prix élevé des produits extérieurs. Son manque de compétitivité engendre un faible niveau de vie.
- ✓ S'il n'y avait pour simplifier que deux pays, que je baptiserai la France et la Chine, le premier doté en équipements et ingénieurs, le second en main-d'œuvre non spécialisée, et que le premier exporte des machines et le second des textiles, éliminant de ce fait cette production en France (ce que l'on observe), on ne peut en déduire qu'au fur et à mesure que la Chine progressera dans la maîtrise des techniques, elle éliminera progressivement toutes les activités de la France. Comment celle-ci pourrait-elle payer les produits chinois si elle ne peut exporter des produits français ? En fait, au fur et à mesure du développement de la Chine, les salaires chinois augmenteront et le yuan s'accroîtra par rapport à l'euro. C'est d'ores et déjà un problème entre le yuan et le dollar.

La thèse, souvent soutenue en France par des chefs d'entreprise et des syndicalistes, selon laquelle un pays comme la Chine pourrait, en assimilant progressivement les technologies, contraindre les divers secteurs industriels à fermer les uns après les autres, n'est donc pas logiquement cohérente tant qu'on raisonne en termes d'échanges commerciaux.

- ✓ Mais, par l'intermédiaire des échanges, chacun des deux pays influence le système de prix intérieurs de l'autre. Ainsi, s'il y a en France beaucoup d'ingénieurs et peu de main-d'œuvre non spécialisée alors que c'est le contraire en Chine, le salaire relatif d'un ingénieur par rapport à un manœuvre sera plus faible en France qu'en Chine, mais la France en exportant des machines apporte indirectement du travail d'ingénieurs à la Chine tandis que celle-ci par son textile fournit à la France du travail de main-d'œuvre. Indirectement, *l'écart des rémunérations s'en trouve augmenté en France et réduit en Chine*. En d'autres termes, le commerce avec la Chine pèse sur la rémunération des non-qualifiés en France.

## Comment caractériser l'influence de la technologie dans ce contexte ?

Un pays qui dispose dans un secteur donné de technologies spécifiques offre sur le marché mondial des produits pour lesquels la demande est forte. Cette situation pousse à l'augmentation de son taux de change par rapport à d'autres devises. Il peut donc acquérir à des prix favorables les produits qu'il importe.

L'effet de la possession de la technologie est favorable en termes de revenu (c'est-à-dire de croissance). En matière d'emploi, le recrutement est favorisé dans le secteur exportateur mais l'effet est inverse dans le secteur d'importation.

## 6. Que se passe-t-il lorsqu'au commerce international on superpose les mouvements de capitaux ?

Introduisons maintenant les mouvements de capitaux. Ils peuvent prendre deux formes (pour simplifier) :

- ✓ Si le pays *Chine* a une faible épargne et de forts besoins d'équipements, il acceptera des capitaux français avec lesquels il acquerra des biens d'équipement français. Les exportations françaises vers la Chine seront donc plus fortes en valeur que les importations françaises provenant de la Chine.

C'est ainsi que la Grande-Bretagne a financé le développement industriel des États-Unis au XIX<sup>e</sup> siècle.

Naturellement, avec le temps, le phénomène peut s'équilibrer, des échanges de capitaux sectoriels se produisant dans les deux sens.

Mais il est aussi possible qu'un pays freine l'augmentation de son taux de change et préfère exporter des capitaux, ce qui facilite ses exportations. C'est actuellement le cas de la Chine vis-à-vis des États-Unis. Ses exportations dépassent ses importations et le taux de change du yuan par rapport au dollar devrait augmenter. Mais le gouvernement chinois préfère placer ses excédents aux États-Unis et freiner la hausse du yuan pour faciliter ses exportations.

- ✓ Plus généralement, les épargnants d'un pays peuvent continuer à exporter des capitaux dans un pays dont la monnaie est surévaluée, car ce pays offre à leurs yeux des garanties politiques et réglementaires. C'est le cas aujourd'hui des États-Unis, dont les importations dépassent les exportations : si les épargnants étrangers corrigeaient leurs anticipations, les États-Unis connaîtraient une forte chute de leur monnaie et de leur revenu par tête.

Le fonctionnement du marché des changes (avec le rôle qu'y jouent des anticipations potentiellement très volatiles) brouille donc quelque peu les effets du commerce international sur les relations technologie-emploi-croissance.

## 7. Qu'ajoute à ce phénomène l'internationalisation des firmes ?

La réponse aux six premières questions ne suffit pas, en ce cas, à rendre compte de l'économie mondiale d'aujourd'hui. Plusieurs « toiles » se superposent aux relations inter-étatiques et font intervenir la technologie :

- ✓ celle des entreprises multinationales industrielles, qui s'efforcent de détenir des parts significatives du marché de leur secteur dans tous les pays, et qui font partager leur technologie à toutes les sociétés de leur groupe ;
- ✓ celle des sous-traitants d'un grand ensemble, répartis dans le monde entier, chacun de ces sous-traitants disposant de techniques spécifiques ;
- ✓ celle des laboratoires scientifiques, qui à la fois collaborent et se font concurrence dans leur spécialité, et établissent des connections avec les centres de recherche et développement industriels.

### Comment se situe la technologie par rapport à l'emploi et à la croissance ?

Si la mondialisation était complète, on pourrait s'en tenir aux deux premiers modèles et étendre leurs conclusions à l'économie mondiale (qui par nature est fermée). Et il est bien exact que la technologie est l'un des facteurs qui contribuent à la croissance. Sans le progrès technique en agriculture, les six milliards d'humains ne pourraient être nourris et la majorité de l'humanité ne pourrait disposer des biens les plus usuels et les plus courants.

Mais la mondialisation ne fait pas disparaître l'existence d'États et de sociétés nationales. Pour eux, il n'est pas indifférent que la croissance et l'emploi se situent sur leur territoire ou ailleurs dans le monde.

De ce point de vue, il faut remarquer que, partout, le support de la technologie est mixte : il peut être localisé aussi bien dans des organisations publiques, comme des universités ou des centres de recherche publics, que dans des entreprises, grandes ou petites.

### Quatre acteurs : petites et grandes entreprises, États et scientifiques

#### a) Les petites entreprises sous-traitantes porteuses d'une technologie spécifique

Ces petites entreprises sont localisées uniquement dans un pays mais exportent dans le monde (par exemple, une firme de trains d'atterrissage d'avions). L'analyse du commerce international appelée en réponse à la cinquième question s'applique à leur cas.

#### b) Les grandes firmes industrielles multinationales détenant dans un grand nombre de pays une part significative du marché national

Initialement, les centres de recherche des grandes entreprises étaient concentrés dans leur zone

de naissance, tandis qu'elles faisaient bénéficier l'ensemble de leurs filiales de leurs technologies. Désormais, les grandes entreprises n'excluent pas de disperser géographiquement leur recherche et développement, soit pour adapter leurs produits à la demande locale, soit pour bénéficier des possibilités offertes par des zones où sont concentrés des centres de recherche. Le principal objectif de ces firmes est d'accroître la valeur de leurs actions.

### c) Les États

L'objectif des États est le bien-être de leurs résidents. On peut classer les nations selon quatre catégories, en fonction de leur taille :

1. si les équilibres macroéconomiques sont maîtrisés, les petites nations peuvent se contenter d'une bonne formation de leurs ingénieurs (au sens large), sachant que les multinationales assureront la diffusion des technologies et la croissance ; les petits pays peuvent aussi se concentrer sur une technologie si dans ce domaine, ils constituent la base d'une grande multinationale<sup>4</sup> ;
2. les très grands pays peuvent développer la panoplie des technologies (actuellement seuls les États-Unis sont dans ce cas) ;
3. les pays moyens ont, de fait, consciemment ou non, des politiques mixtes dépendant des forces et faiblesses sectorielles de leurs entreprises, ainsi que de leurs choix en matière de politiques publiques ;
4. l'Union européenne est un ensemble semi-intégré, mêlant une politique commerciale extérieure du seul ressort de la Commission, un marché intérieur partiellement unifié, des financements communautaires en matière de R & D, des politiques spécifiques au niveau des États.

### d) Les scientifiques

Bien que salariés des États et des collectivités publiques, les scientifiques ont l'objectif propre de développer les connaissances, de les diffuser mondialement et d'être reconnus internationalement par leurs pairs.

## Relations complexes entre petites et grandes entreprises, États et scientifiques

Paradoxalement, seules les petites firmes technologiques et les États ont des objectifs parallèles. D'un côté, les grandes firmes mettent en concurrence les offres des États et localisent de plus en plus leurs centres de recherche et développement dans les zones les plus rentables ; de l'autre, les États veulent à la fois attirer les grandes firmes et les soumettre à leurs objectifs nationaux. Quant aux scientifiques, ils sont à la recherche de financement pour développer leurs recherches.

Dans cet environnement complexe, l'influence des relations extérieures sur le niveau de vie dans un

<sup>4</sup> La Suède avec Ericsson et la Finlande avec Nokia.

État dépend de l'aptitude des acteurs économiques liés à cet État à s'assurer sur le territoire national d'avantages comparatifs par rapport à d'autres acteurs économiques. De ce point de vue, leur aptitude collective en matière technologique contribue, toutes choses égales par ailleurs, à assurer au revenu national par tête une croissance différentielle. Aussi, la technologie apparaît-elle comme une ressource qu'un État doit protéger et développer, en transformant certaines zones géographiques de façon qu'elles attirent les chercheurs et les « créateurs » de technologie.

## Effets multiples en matière d'emploi

Dans les secteurs où la technologie crée des avantages comparatifs, elle stimule la croissance de l'emploi, par une augmentation du personnel compétent. En revanche, par suite des différences de prix et de coûts entre les pays, les échanges extérieurs induisent des transformations de structures productives, voire, si le marché du travail n'est pas flexible, du chômage classique. Ces phénomènes interfèrent naturellement avec les enchaînements intérieurs décrits dans la deuxième approche.

Pour simplifier, je n'ai pas introduit les problèmes relatifs aux ressources naturelles, qui peuvent être disponibles sur le sol national ou importées. Le lecteur pourra facilement compléter les analyses précédentes pour tenir compte de cet aspect. L'exemple de la construction du parc de centrales nucléaires en France est à cet égard significatif.

Les pages précédentes résument l'apport de la réflexion économique au problème que nous nous sommes posé. Cependant, avant de conclure, il faut rappeler comment et où naissent les technologies nouvelles.

## 8. Comment et où naît la technologie ?

Une technologie nouvelle (au sens étroit du terme) est toujours une innovation concernant un produit, un service, un procédé, une méthode permettant de mieux répondre à la société dans les conditions économiques du moment.

Cette innovation peut être ou non liée à d'autres activités de la société, à l'instar de la recherche fondamentale, qui s'efforce d'accroître le volume des connaissances, de la recherche finalisée, qui tente de résoudre des problèmes précis rencontrés à propos de la conception ou de la production de biens et de services, ou du développement, qui prend en charge le passage des résultats expérimentaux aux réalisations industrielles.

On a cru parfois que l'innovation était le résultat d'une chaîne passant obligatoirement de la recherche fondamentale à la recherche finalisée, puis au développement, et finalement à l'innovation. Il n'en est rien : tous les éléments de cette chaîne réagissent les uns aux autres, tantôt dans un sens tantôt dans l'autre.

Naturellement, les grandes percées scientifiques ont à long terme une influence considérable sur les possibilités technologiques d'une société, mais il arrive fréquemment qu'un problème rencontré dans une recherche appliquée (en médecine ou en électronique) donne naissance à des interrogations scientifiques fondamentales importantes.

Les statisticiens ont cherché à mesurer les dépenses que des différents pays consacrent à l'investissement en recherche fondamentale, en recherche finalisée et en développement (l'innovation proprement dite ne pouvant être suivie que par les réponses d'entreprises à des questionnaires). Ils ont élaboré le concept de *dépense nationale de recherche et de développement* (DNRD).

En France, la DNRD représente actuellement 2,22 % du PIB, soit 34 milliards € environ en euros constants de 2000. Sur ce total, la partie publique est de 15,9 milliards € et la partie privée de 18,1 milliards €.

La partie privée provient pour moitié de 13 grands groupes industriels. Au total, 5 000 entreprises déclarent effectuer de la recherche. La part des dépenses de recherche dans le chiffre d'affaires varie nettement d'un secteur à l'autre, mais reste relativement stable entre groupes français et étrangers dans un secteur donné.

En matière d'innovation, 41 % des entreprises industrielles ayant participé à une enquête en 1994 ont déclaré avoir introduit des innovations de produits ou de procédés.

En comparaison internationale, ces chiffres situent la France dans une situation moyenne, plutôt basse compte tenu de l'ampleur des objectifs annoncés par le pays. Les lecteurs souhaitant approfondir le sujet pourront consulter les deux livres de Futuris (*Avenir de la recherche et de l'innovation en France*, La documentation française, 2004 et *Futuris 2006*, Odile Jacob, 2006.)

De multiples réformes ont été introduites en 2005 et 2006 dans le fonctionnement du système français de recherche et d'innovation. Ce n'est pas l'objet de ce texte de les décrire : le lecteur intéressé en trouvera l'analyse dans le livre *Futuris 2006* qui vient d'être cité.

Mais il faut garder à l'esprit que dans les sociétés contemporaines, la technologie, finalement mise en œuvre dans des entreprises ou des administrations publiques, prend naissance dans de nombreux lieux qui établissent entre eux de multiples réseaux, nationaux, européens ou internationaux : des laboratoires d'entreprises grandes et petites, de grands établissements de recherche comme le CEA, l'INSERM, le CNRS, les universités et les grandes écoles, les centres de recherche transnationaux etc., ainsi que de petites équipes d'individus créatifs, qui sont sources d'innovation.

## 9. Quelles conclusions générales tirer de l'analyse ?

Constatons d'abord que la proposition : « *la technologie crée des emplois et stimule la croissance* » ne rend pas compte d'une réalité infiniment plus complexe. Cinq propositions peuvent néanmoins être avancées :

1. A long terme, la technologie (au sens large qui lui a été donné dans la première partie) constitue bien l'un des facteurs essentiels de la croissance économique. Les exemples contemporains abondent : les technologies de l'information et de la communication jouent un rôle essentiel dans la croissance économique actuelle des pays développés ; la croissance exceptionnelle de l'économie chinoise repose sur l'assimilation de technologies occidentales ; c'est grâce à l'effort technologique considérable actuellement en cours que le XXI<sup>e</sup> siècle peut espérer faire face à l'épuisement des ressources en hydrocarbures tout en limitant le réchauffement climatique.
2. En contribuant à des modifications de l'offre de biens et de services et au changement des prix relatifs, la technologie crée des emplois et en détruit d'autres, ce processus étant compatible avec le maintien du plein emploi, si le marché du travail fonctionne convenablement. Les trente glorieuses (1945-1975) n'ont-elles pas été marquées par le plein emploi, une forte croissance, une destruction massive d'emplois agricoles grâce au progrès technique et une création simultanée d'emplois industriels et de services.
3. La technologie agit beaucoup plus sur la nature des emplois, leur localisation dans la structure économique, les compétences nécessaires que sur le volume total des emplois. Les variations de l'économie française après la seconde guerre (que nous venons de rappeler) en sont une parfaite illustration.
4. En dehors du chômage transitoire, le chômage résulte beaucoup plus des dysfonctionnements de l'économie que de l'impact technologique. L'histoire montre en effet que des sociétés de niveaux techniques très différents peuvent connaître des situations soit de plein emploi, soit de chômage.
5. Dans les échanges commerciaux internationaux, la possession de techniques « rares » par les firmes d'un pays contribue à améliorer le taux de change et à augmenter le revenu du pays. A contrario, dans les secteurs d'importations, l'effet sur l'emploi peut être négatif. La construction aéronautique (en dépit de la crise interne d'Airbus) et l'industrie du textile et de l'habillement sont deux exemples évidents aujourd'hui.

La mondialisation des acteurs économiques modifie en profondeur les relations de la technologie au territoire des États. La technologie développée sur un territoire contribue à la constitution d'avantages géographiques qui permettent l'amélioration du revenu dans le jeu concurrentiel mondial. Ainsi, la présence sur le territoire français des centres de recherche de notre industrie automobile est un facteur favorable pour l'économie française dans son ensemble, mais il faut que cette industrie reste compétitive, ce qui exige qu'elle se développe mondialement en rendant sa technologie disponible dans toutes ses usines étrangères.

## 10. Que signifient ces conclusions pour l'Union européenne et pour la France ?

### L'Union européenne exploite mal les possibilités de croissance permises par la qualité de ses chercheurs et de ses ingénieurs

Avec son marché semi-intégré, sa situation démographique défavorable, ses États-protecteurs inégalement réformés, ses rigidités sociales, la complexité de ses politiques publiques nationales, l'Union européenne exploite mal les possibilités de croissance permises par la qualité de ses chercheurs et de ses ingénieurs. D'où la nécessité pour l'Union de traduire en politiques publiques concrètes et efficaces ce qu'a d'abstrait et même de pompeux l'objectif dit de Lisbonne de faire de l'Europe la société de connaissance la plus développée.

En particulier, la recommandation que soit porté, par tous les pays de l'Union, à 3 % le niveau de leur DNRD (niveau atteint seulement par la Suède et la Finlande pour des raisons liées à la présence sur leur territoire de grands groupes nationaux opérant dans les TIC) apparaît aujourd'hui totalement illusoire.

D'autre part, les moyens financiers que peut consacrer l'Union à la R & D sont limités par le plafonnement des dépenses imposées et par l'incohérence des politiques de certains pays, qui, tout en insistant sur la priorité de ce domaine, refusent que soient mis en cause d'autres avantages auxquels ils tiennent.

En face de ces difficultés, la Commission présidée par Mr. Barroso a établi un programme d'actions plus ciblées devant faciliter l'évolution des pays de l'Union dans la direction des objectifs de Lisbonne. Elle envisage par exemple la création d'un Institut européen de technologie constitué en réseau.

Il est important de prendre conscience des ordres de grandeur des actions européennes et internationales en matière de recherche-développement. L'architecture en est assez complexe :

- ✓ Il existe tout d'abord des instituts communs qui disposent d'installations ou d'équipements, d'un budget et de programmes communs. La France est impliquée dans un certain nombre d'entre eux comme par exemple le CERN (physique des particules), le CCR (pluridisciplinaire), l'ESO (astronomie), l'EMBL (biologie moléculaire). Certains de ces projets dépassent complètement le cadre européen comme la station spatiale internationale (ISS) ou l'ITER (fusion nucléaire).
- ✓ Viennent ensuite les programmes communs européens qui disposent d'un budget et de programmes mais n'ont pas de chercheurs spécifiques. Parmi eux, le PCRDT (programme commun de recherche et de développement technique) dont le sixième s'achève (il mobilisait en 2004 3,8 milliards d'euros environ, ordre de grandeur de la DNRD danoise ou finlandaise, l'Agence spatiale européenne (ESA) qui a mobilisé en 2004 environ 2,1 milliards d'euros de R et D (hors contribution à l'ISS) ; les fonds structurels qui, parmi de nombreux objectifs, financent des projets de recherche et d'innovation au titre de la reconversion économique de zones en difficulté.

- ✓ Il faut enfin citer les instances communes de programmation, dispositifs qui n'ont pas de budget propre comme *Eureka* ou l'*AED* (Agence européenne de défense).

Au total, le volume de R & D géré conjointement par les pays-membres de l'UE représentait environ 10,5 milliards d'euros en 2005, un peu moins du tiers de ce que dépense la France<sup>5</sup>.

Une certitude néanmoins : devant la montée de la concurrence technologique mondiale, l'Union européenne et les pays qui la composent doivent dans les prochaines décennies faire des efforts considérables tant dans l'enseignement supérieur que dans la R & D. Ils doivent aussi veiller à créer des conditions sociales et économiques multiples de nature à faciliter l'innovation.

## En France, impact de l'évolution démographique, du faible nombre d'heures travaillées par actif et du marché du travail

Quant à la *France*, sa faible croissance est moins due à un retard technologique qu'à l'évolution démographique, au faible nombre d'heures travaillées par actif et au fonctionnement du marché du travail. En France, le chômage résulte beaucoup plus des dysfonctionnements de l'économie que de l'impact technologique. Dans le fonctionnement du marché du travail, de nombreux emplois sont continuellement créés et détruits, mais la plupart des économistes reconnaissent maintenant que les rigidités en terme de coûts et de règles rendent difficiles le recrutement des personnes de faible compétence et excluent donc de ce fait certaines d'entre elles.

En d'autres termes, si l'on reprend la distinction sur les deux définitions possibles de la technologie mentionnées en réponse à la première question, l'auteur de ce texte est convaincu que les difficultés françaises prennent davantage leur source dans les insuffisances de « notre technologie économique et sociale » que dans celle des procédés techniques utilisés. Mais la discussion approfondie de cette proposition dépasse naturellement le cadre de ce texte.

Néanmoins, au niveau de la technologie au sens strict, la France doit progresser dans des directions maintenant bien identifiées, notamment : le pilotage de ses choix stratégiques compte tenu de l'ampleur de ses ambitions et de l'étroitesse de ses moyens, l'accroissement de la part de la DNRD dans le produit intérieur brut tant pour la part publique que privée (avec maintien des incitations fiscales aux entreprises), le développement des financements par projets, une amélioration de la gestion des carrières et des conditions de travail des chercheurs, une intensification des relations entre les laboratoires publics et les entreprises, le soutien à la recherche partenariale<sup>6</sup>, une réflexion sur la gouvernance des universités, un développement des initiatives au niveau régional, une politique active au niveau européen tant pour l'enseignement supérieur que pour la recherche et l'innovation.

<sup>5</sup> Ces chiffres ne comprennent évidemment pas les dépenses de R & D des multinationales européennes comme *EADS* par exemple.

<sup>6</sup> C'est dans ce but qu'ont été créés les *Instituts Carnot*.