

SINGAPOUR : COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE OU POTENTIEL TECHNOLOGIQUE ?

Yves GOUDINEAU

Je présenterai ce matin le cas Singapour, lequel me semble offrir un double intérêt¹...

D'abord, il s'agit d'un pays qui, bien qu'ayant connu un développement accéléré sur le plan économique, au travers notamment d'une réussite rapide tant industrielle que commerciale², ne s'est pas immédiatement préoccupé de son destin scientifique. Puis qui, prenant soudain conscience d'une déficience en ce domaine, s'est employé ces dernières années à rattraper au plus vite le retard pris, et s'est engagé ainsi dans la mise en place d'un dispositif scientifique ambitieux mais effectif. Ce handicap initial et cette hâte actuelle pour l'effacer permettent d'observer la naissance d'une politique scientifique à peine délogée encore de sa racine.

Ensuite, et mon intervention sur ce point prend un peu à contre-pied certaines de nos hypothèses, le gouvernement singapourien s'est donné les moyens de constituer un "potentiel" scientifique et technologique national (c'est moi qui le désigne ainsi) qui ne répond guère aux critères ni à l'idéal d'une "communauté scientifique" telle que Hagstrom pouvait l'entendre, et qu'à sa suite nous l'entendons ici. Or, ce potentiel assure déjà au pays une renommée internationale et des retombées industrielles non négligeables, ce qui tendrait à prouver que la "communauté scientifique" n'est pas la seule clef de la réussite, ou qu'elle le fut peut-être mais ne correspond plus forcément aux exigences de la production scientifique actuelle. J'essaierai de montrer à cet égard que les jeux ne sont pas faits, et qu'une incertitude réelle plane sur la justesse à terme des options choisies à Singapour, en dépit des premiers succès, mais que cette incertitude même nous oblige à questionner notre vision, peut-être trop organiciste, de l'organisation scientifique.

Je commencerai par analyser les conditions, sociales et idéologiques, de l'émergence de cette volonté officielle de science locale, puis décrirai les constituants du dispositif scientifique et technique (désormais abrégé en **S & T**) mis en place. Encore à ses débuts, il est trop tôt pour prétendre y repérer des "figures" scientifiques bien différenciées, ou même évaluer des résultats. Je ne peux que situer des positions et

-
1. Une version plus développée de cette analyse et des références supplémentaires figurent dans "Etre excellent sans être pur" (GOUDINEAU 1990).
 2. En 1990, Singapour (2,6 millions d'habitants; 620 km²) est au deuxième rang des pays asiatiques, derrière le Japon, en matière de PNB per capita, exporte plus que la Chine, possède le troisième centre de raffinage pétrolier au monde, est en compétition pour le deuxième rang mondial des ports de containers, dispute la première place pour la qualité de son aéroport... On pourrait poursuivre l'énumération tant, en divers domaines, industries de pointe et services notamment, la réussite est éclatante et a été continue, à peine entachée par une courte crise de croissance en 1985.

préjuger, à partir de certaines indications, les formes futures du développement scientifique local pour peu qu'il reste soumis à la même volonté politique¹.

LE CONTEXTE DU DÉVELOPPEMENT S & T

Commençons par préciser l'origine de la politique scientifique actuelle.

En 1979, le gouvernement singapourien décida une réorientation radicale de son industrie en direction de productions à haute valeur ajoutée intégrant des technologies avancées. Les industries à forte concentration de main-d'œuvre (textile, transformation de produits de base, assemblage de composants..), après avoir assuré le succès de la première phase industrielle, furent délibérément abandonnées aux pays voisins (Malaisie, Thaïlande), Singapour se réservant le haut de gamme technologique.

C'est afin de soutenir cette réorientation, que le gouvernement s'engagea, à cette même époque, dans l'élaboration d'une politique S & T d'envergure. Aucune politique de recherche n'existait vraiment au préalable. On peut donc dater précisément la naissance du dispositif scientifique national, et suivre sa genèse.

La politique S & T singapourienne comporte officiellement deux volets : un volet d'éducation et de formation technique, un autre de politique de recherche. J'étudierai successivement ces deux volets en m'efforçant de faire ressortir pour chacun le contexte qui explique les options choisies et le poids relatif des acteurs.

LA CULTURE TECHNIQUE

Partie prenante de la nouvelle politique industrielle, et s'inscrivant dans le cadre de celle de science et de technologie, une priorité absolue est depuis dix ans donnée aux formations techniques. Dès le secondaire, de très nombreux élèves sont orientés, parfois presque malgré eux, vers les filières techniques ou technico-commerciales. Un large dispositif de formations complémentaires dans ces domaines est mis en place. Les collèges ou centres de formation technique relevant du ministère de l'éducation (*Vocational and Industrial Training Board Centres*) ou de celui du commerce et de l'industrie (*Economic Development Board Training Centres*) voient leur nombre croître

1. Quelques références...

- ARUNACHALAM (S.), GARG (K.C.), 1985. - A small country in a world of big science. A preliminary bibliometric study of science in Singapore. *Scientometrics*, vol.8, n°5-6.
- CHNG (M.K.) et al., 1986. - Technology and skills in Singapore. ISEAS, Singapore.
- GOUDINEAU (Y.), 1990. - Etre excellent sans être pur. Potentiel technologique et pouvoir technocratique à Singapour. *Cahiers des Sciences Humaines*, vol.26 n°3.
- HAGSTROM (W.O.), 1965. - *The Scientific Community*. New York.
- KRAUSE et al., 1987. - *The Singapore economy reconsidered*. ISEAS, Singapore.
- LATOUR (B.), 1989. - *La science en action*. Paris.
- MARGOLIN (J.L.), 1989. - *Singapour 1959-1987. Genèse d'un nouveau pays industriel*. Paris.
- Ministry of Science and Technology, 1971, 1974, 1977. - *National survey of scientists; national survey of scientific manpower*. Singapore.
- MORAVCSIK (M.J.), 1980. - *How to grow science*. New York.
- PANG (E.F.), 1982. - *Education, Manpower and Development in Singapore*. Singapore University Press.
- SALOMON (J.J.), 1984. - *La science ne garantit pas le développement*. *Futuribles*, juin 1984.
- Science Council of Singapore, 1983, 1986, 1989. - *National surveys of R & D expenditure and manpower*. Singapore.

chaque année. Parmi ceux-ci se trouvent des centres techniques financés, en partie ou en totalité, par des entreprises, locales ou étrangères (notamment des multinationales : Philips, Seiko, Hewlett-Packard...) ou des instituts de technologie en coopération avec des pays développés (ainsi existe un *French-Singapore Institute* spécialisé en micro-électronique et en automation). On notera que la contribution étrangère à la formation locale, fermement réclamée et habilement négociée par le gouvernement, constitue une excellente preuve de la maîtrise singapourienne des transferts de connaissances.

L'enseignement technique supérieur est le fait de deux instituts, assimilables à nos IUT, le *Ngee Ann Technical College* (9000 étudiants) et le *Singapore Polytechnic* (7500 étudiants), ainsi que d'une sorte d'université technologique le *Nanyang Technological Institute* (2700 étudiants). Par ailleurs, la *National University of Singapore* (NUS), avec ses 15000 étudiants, a promu à côté de filières traditionnelles en droit, médecine, sciences, lettres, etc., des formations d'ingénieur et des études de gestion qui rencontrent la faveur des étudiants. Au total, plus de 60% de la population étudiante est aujourd'hui dans le secteur technique.

Au-delà de ces données comptables, on peut dire que le résultat évident pour tout observateur est que le gouvernement a d'ores et déjà réussi, en un temps record, la mutation d'une société essentiellement marchande, soudée à l'entrepôt, vers une société technicienne. Au point que la modernité, sans doute influencée au départ par le poids des industries électroniques japonaise délocalisées sur place, semble faire elle-même office de culture. Les seules valeurs culturelles fortes repérables à Singapour sont, en effet, techniques et financières. Les valeurs *orientales*, dans l'esprit de la jeunesse studieuse, évoquent plus les grands groupes industriels japonais, électroniques notamment, que les civilisations dont leurs familles sont issues.

COMMENT INVENTER DES SAVANTS

Cette culture technique largement diffusée dans la société favorise-t-elle pour autant l'esprit scientifique ? Si le désintéressement est le critère principal de ce dernier, on peut répondre par la négative. L'accès au savoir demeure un enjeu de réussite sociale, et la connaissance pour la connaissance une valeur exotique qui a peu droit de cité à Singapour (contrairement à l'Inde, la Chine...). La rencontre de la science au travers de l'école ou au travers des formations techniques, pour nécessaire qu'elle semble, demeure surtout utilitaire, et n'engendre dans la population aucun prestige social du scientifique.

Singapour est une société encore sans savants, sans grand homme de science à glorifier. Son histoire est récente, ce qui explique largement ce fait. Mais il semble aussi qu'il n'y eut pas d'encouragement particulier, durant longtemps, donné aux vocations scientifiques. Les choses changent et, aujourd'hui existent un "Science Center" et une revue de vulgarisation scientifique (le *Singapore scientist*). Cela dit, jusque récemment, beaucoup de ceux qui entraient dans les filières scientifiques (mathématiques, physique, chimie, biologie...) le faisaient par défaut (fréquemment, second choix après avoir été refusé en médecine ou dans une formation d'ingénieur), ou pour s'assurer une carrière d'enseignant. Ils n'avaient, du reste, généralement bénéficié d'aucune initiation à la recherche au cours de leur cursus académique.

Si un autre critère de l'esprit scientifique est la liberté de spéculation, l'imagination créatrice, alors il faut convenir que toutes les conditions semblent avoir été réunies pour entraver toute ébauche de réflexion originale. Le pouvoir n'a eu de cesse depuis vingt-cinq ans de briser toute forme d'esprit critique dans la société, et cela en premier lieu à l'université. Le résultat est que le conformisme règne, ce dont le gouvernement lui-même commence à s'émouvoir. A tel point qu'il tente maintenant de se faire l'avocat de l'imagination ou de la critique nécessaires à la création : un *Creative*

services programme est formé au sein de l'*Economic Development Board* ; des prix de créativité sont décernés à l'université ; des clubs, les *pionniers*, les *innovateurs*, etc., sont impulsés dans les collèges...

LE RAPATRIEMENT DES ÉTUDIANTS PARTIS À L'ÉTRANGER

Les quelques vocations à la recherche que l'on puisse identifier sont, en fait, des vocations tardives et/ou intervenues dans un contexte étranger.

On ne peut passer sous silence l'importance du phénomène des étudiants à l'étranger. Environ 10.000 singapouriens, soit l'équivalent d'un quart des effectifs étudiant localement, sont en formation dans une université étrangère. Ce mouvement au départ a été encouragé par le gouvernement, d'une part, parce qu'il ne pouvait répondre entièrement à la demande d'études au plan local, d'autre part, pour pallier la quasi inexistence de formations doctorales à la NUS (deux seulement en 1987), enfin dans le but avoué qu'une partie de la future élite singapourienne puisse poursuivre des liens privilégiés avec celles de pays développés, contribuant au rayonnement international du pays.

Le risque de *brain drain* (fuite des cerveaux) est évidemment considérable, s'agissant particulièrement des étudiants les plus qualifiés. Aussi des mesures contraignantes sont-elles prises. Une commission gouvernementale contrôle (et généralement co-finance) toutes les bourses pour l'étranger. Les bénéficiaires sont tenus à une obligation de retour, et, une fois rentrés, doivent se mettre un temps, variable selon les bourses, au service de l'Etat (qui d'ordinaire débute par un service militaire). Cela sous peine d'avoir, les boursiers ou leurs familles, à rembourser le montant entier de leurs études ou à s'acquitter d'une amende conséquente.

La plupart obtempèrent et rentrent. Mais nombreux sont ceux qui ont des difficultés à retrouver leur place dans la société singapourienne, soit que leurs qualifications sont mal reconnues ou mal employées (concurrence des diplômés locaux), soit qu'ayant pris l'habitude d'un climat intellectuel plus libéral ils se plient difficilement à la rigidité idéologique singapourienne.

C'est cependant en eux, parmi ceux notamment qui ont acquis à l'étranger une formation doctorale ou une formation par la recherche, que peuvent principalement se situer les espoirs d'une éventuelle science locale.

Bien que la transition d'une société articulée autour de la vie d'entrepôt vers une société de savoirs techniques ait donc été accomplie, on comprend que l'avenir scientifique de Singapour a longtemps pu apparaître incertain. Comment soutenir la deuxième révolution industrielle, annoncée scientifique et technologique ?

Pour mieux comprendre la mutation de la politique scientifique il est, je crois, nécessaire de faire un bref retour en arrière afin d'examiner la situation passée.

PASSÉ COLONIAL ET PASSIF SCIENTIFIQUE

Jusqu'en 1960, les anglais furent à Singapour non seulement les seuls éducateurs, mais encore les seuls détenteurs de science. Il n'y a ni lettré, ni brahmane, pour venir contester la validité ou la moralité de la science occidentale propagée par le colonialisme. Les prêtres, bouddhistes ou taoïstes, se tiennent à l'écart des querelles de savoir, n'intervenant que pour freiner parfois le zèle prosélyte missionnaire.

Cela étant, la science coloniale anglaise ne connaît qu'un déploiement modeste à Singapour. La superficie dérisoire des terres à mettre en valeur, le peu d'intérêt économique des ressources naturelles, ne sont guère propices à des recherches d'envergure. Toutefois, les britanniques, ici comme dans la plupart de leurs colonies, planteront un jardin botanique qui deviendra rapidement prestigieux et sera un lieu

de recherches naturalistes importantes pour toute la péninsule malaise et l'Insulinde. Egalement, l'installation d'un hôpital à vocation régionale, suivie plus tard de la création d'une Ecole de médecine, sera un facteur favorable au développement de recherches dans le domaine de la santé publique.

Mais, d'une manière générale, au terme de la période coloniale, si la suprématie scientifique occidentale n'est guère contestée, le legs scientifique apparaît plutôt pauvre en matière de résultats comme en matière de formation ou de transmission d'une pratique de recherche. Pas d'instituts de recherche, pratiquement pas de chercheurs locaux (à l'exception de médecins), quelques antennes de laboratoires britanniques rattachées à l'hôpital, au jardin botanique, ou aux centres universitaires, quelques techniciens formés localement.

Le nouveau régime né de l'indépendance ne se montrera d'ailleurs pas immédiatement préoccupé par cet état de fait. Il créa cependant, en 1968, un *Ministry of Science and Technology*, au budget chétif et aux attributions floues.

On doit surtout à ce dernier une série d'enquêtes triennales permettant de situer les scientifiques singapouriens. Le résultat est éloquent : ce qui est, en effet, clairement révélé, outre le très faible nombre de diplômés en science, c'est la quasi absence de recherches scientifiques jusqu'en 1977. Seuls sont identifiés quelques travaux en médecine et biologie à l'université, ainsi que, dans le domaine industriel, des recherches appliquées en chimie et pétrochimie, s'expliquant notamment par l'expansion des activités locales de raffinage.

L'analyse bibliométrique de la science singapourienne, en 1979 et 1980, ne dit pas autre chose : un nombre infime de publications, à l'exception notable du domaine médical. Dans les domaines de la physique, de la biologie, ou — et cela en dépit des ambitions techniciennes locales — des sciences de l'ingénieur, les chercheurs singapouriens sont invisibles (cf. les travaux d'ARUNACHALAM).

Comme pour tourner une page, l'un des premiers effets de la politique de science et de technologie (S & T), lancée en 1979, sera la suppression du ministère de la Science et de Technologie ! Le rôle de coordination et de promotion de la recherche sera dévolu au *Science Council*, lui-même rattaché au *Ministry of Trade and Industry* (MTI). A partir de 1981, l'avenir scientifique de Singapour relève donc du commerce et de l'industrie. Reste à savoir qui est demandeur de science et prêt à apporter son appui à la nouvelle politique.

L'ENRÔLEMENT DES ACTEURS DE LA POLITIQUE S & T

Dans les pays où existe une tradition scientifique on considère généralement comme allant de soi qu'il y a une demande sociale de science et qu'il est possible d'identifier les catégories sociales ou les groupes d'acteurs porteurs de cette demande. Qu'en est-il à Singapour ? Si la société en général, comme nous l'avons vu, y est indifférente, quels étaient cependant, à l'époque de l'élaboration de la politique S & T, les groupes d'acteurs susceptibles de formuler une telle demande ?

D'abord, presque tous regroupés à l'université, les enseignants-chercheurs ? Ceux-ci ploient sous leur charge d'enseignement et ne peuvent que marginalement se consacrer à la recherche. Fortement sollicités pour intervenir comme consultants auprès des entreprises locales, ils sont au contraire découragés de faire de la recherche fondamentale. Ne disposant que de peu d'équipements lourds, ils ne participent à la science mondiale qu'accessoirement, souvent à travers les contacts qu'il peuvent avoir à l'étranger, contacts généralement noués au sein de l'université ou du laboratoire où ils ont reçu leur formation. Leur position est précaire, liée à un contrat (d'une durée variable selon les cas) que le gouvernement a le loisir de ne pas renouveler. Les

promotions semblent peu en rapport avec une évaluation du travail de recherche accompli.

Bien que le savoir et les titres académiques soient valorisés dans la société, la capacité de discussion ou d'intervention des scientifiques dans les décisions du pouvoir est donc restreinte. Il n'y a pas de statut du chercheur. Pas d'association nationale autonome regroupant les scientifiques (à peine des *académies* de pure forme). Leur demande de science locale, et particulièrement de recherche pure, sonne faible ou bien n'a pas d'espace où se déployer.

Autre catégorie d'acteurs susceptible de réclamer plus de science, les industriels souhaitant développer une capacité d'innovation.

Les entreprises engagées à Singapour dans la fabrication de produits technologiques avancés sont principalement des multinationales représentant les grands groupes de l'électronique ou de la chimie. Le développement économique singapourien repose largement, depuis 1965, sur l'implantation massive de multinationales ainsi que sur les investissements étrangers, principalement américains et japonais (déjà en 1981, plus de 7000 entreprises étaient étrangères sur un total d'environ 20.000). Ces multinationales ont leurs propres laboratoires de recherche dans leur pays d'origine, et, en dépit d'incitations fiscales importantes, ont tendance à ne délocaliser que des unités de R&D chargées d'applications de portée technique limitée, ou à portée régionale (ainsi Nestlé, Det Norske Veritas, Segate Technology, Mentor graphics..). De plus, les risques de piratage ou de contrefaçons, fréquents dans la région, les incitent à une certaine prudence dans le transfert de technologies de pointe.

Les industries proprement singapouriennes, la plupart PME, ont longtemps hésité à s'aventurer hors de leurs domaines habituels. Plus en confiance dans le secteur commercial, dans l'immobilier, ou dans une industrie de type classique (textile, alimentation...), les détenteurs chinois de capitaux répugnaient à investir dans des productions technologiques trop incertaines. Une politique d'augmentation générale des salaires à partir de 1979 (16 à 20% par an) condamnant à l'exil les secteurs traditionnels à forte main d'oeuvre, des mesures de soutien aux industries de pointe (dégrèvements, formation gratuite, remboursement des frais de consultance à l'étranger etc.), la mise à disposition d'infrastructures modernes, vont engendrer un revirement relatif d'attitude.

Convaincus par les pressions gouvernementales et par les succès remportés à Taïwan ou à Hong Kong, certains petits industriels vont investir dans ces nouvelles productions. Mais, se situant d'emblée dans le contexte international des technologies de pointe, ils se positionnent comme fournisseurs ou sous-traitants locaux de multinationales, ou produisent pour l'export sous licence étrangère ou en *joint venture*. Le marché intérieur étant négligeable, ils n'ont pas à cœur de développer leurs propres techniques, procédés, ou produits adaptés à un contexte particulier. Ils procèdent par achat de brevets étrangers plutôt que par recherche ou développement autonomes.

Il n'y a donc pas, non plus, de la part des industriels de demande précise de science. Sans doute était-elle difficile à formuler dans la mesure où l'infrastructure scientifique était notoirement sous-développée, et parce que les besoins d'abord ressentis étaient ceux d'une plus grande qualification technique du personnel. Reste qu'il ne se dégage pas à Singapour, dans le début des années quatre-vingt, de mouvement d'entrepreneurs-innovateurs (jeune ingénieur ou chercheur créant son entreprise, etc..) tel que l'on peut en constater alors à Taïwan ou à Hong Kong. Cela est sans doute également imputable à un blocage de la société singapourienne, résignée à abandonner toute initiative à un macro-acteur : l'Etat.

Le seul acteur, en effet, à formuler une demande explicite de science sera le gouvernement. Seul à s'exprimer, il fera valoir sa définition de la science utile pour le pays, sans crainte d'être contredit.

LE DISCOURS OFFICIEL SUR LA SCIENCE

Jusqu'en 1979, la science ne se voit officiellement assigner qu'une fonction d'assistance, soit dans le cadre de la formation technique, soit dans celui des services, dits de recherche, ministériels. Inscrite dans une logique de développement, elle doit aider à répondre aux besoins fondamentaux du pays. Son utilité réelle, en fait, ne dépasse guère le stade de la rhétorique. C'est ainsi qu'en 1978 les deux tiers des maigres fonds publics pour la R&D étaient consacrés à l'agriculture et à l'environnement, ce qui laisse perplexe dans un pays essentiellement urbain où la production agricole représente moins de 1,5% du PNB et moins de 1% de l'emploi. La recherche fondamentale était, selon l'ex-Ministère de la science, concentrée à l'université : l'enquête révèle cependant que celle-ci ne lui consacrait alors qu'à peine 0,5% de son budget annuel.

Tout change en 1979. Un nouveau discours apparaît suivi d'actes. Le premier acteur à exprimer publiquement l'idée que la science est cruciale pour l'avenir du pays est le ministère des finances, suivi par celui du commerce et de l'industrie. C'est une pure logique économique, soutenant une logique industrielle et commerciale, qui par déduction découvre donc que la science peut être un enjeu national. La préoccupation à l'origine de la politique S & T est double : — Singapour doit être reconnu internationalement comme un lieu de conception, de production, et d'exportation de technologies avancées ; — Singapour doit apparaître régionalement comme un centre de services d'excellence dans des secteurs de pointe (transports, télécommunications, mais aussi médecine, informatique..) et affirmer sa supériorité sur les pays voisins.

Dans ce discours, la science est présentée comme une arme. Non plus moyen de contribuer à satisfaire des besoins dans une optique de PED, mais instrument d'attaque privilégié dans la nouvelle stratégie de conquête industrielle d'un marché international des hautes technologies. La politique définie est d'ailleurs une politique scientifique et technologique, dont la première tâche est la croissance de la R&D industrielle. Il n'y a pas de réflexion sur la science pour elle-même, si ce n'est de manière restrictive. Toutes les instances gouvernementales s'en vont répétant que Singapour n'a ni intérêt, ni les moyens, d'investir dans des recherches pures ou fondamentales. Pour se dédouaner d'éventuelles critiques, on continue de présenter l'université comme le lieu naturel de telles recherches. Pourtant le rôle des universitaires est clairement défini comme étant prioritairement un rôle de soutien et de conseil aux industriels soucieux, pour répondre aux directives gouvernementales, de développer une activité de R&D.

Recherche appliquée et R&D recouvrent donc entièrement l'extension du concept officiel de science à Singapour. La recherche pure ou fondamentale ne peut être qu'une activité marginale et, de toute façon, marginalisée.

La logique qui préside à la nouvelle politique S & T procède par l'identification, en premier lieu, de secteurs technologiques économiquement porteurs dans les vingt ou trente années suivantes, en second lieu, par celle de créneaux ou niches où Singapour puisse s'inscrire à l'intérieur de ces secteurs. Six secteurs sont ainsi retenus : informatique et technologies connexes (*information technology*) ; biotechnologies et biomédecine ; robotique et intelligence artificielle ; micro-électronique ; laser et électro-optique ; télécommunications. Ces secteurs, de même que les niches plus précises où investir, sont définis par le gouvernement par le truchement de comités d'experts internationaux, dont les services sont loués, comprenant des industriels (dirigeants de multinationales) et des scientifiques de renom. Certains scientifiques locaux sont également consultés, mais leur pouvoir de discussion est limité devant l'excellence irrécusable de l'expertise internationale qui fait que les orientations gouvernementales sont aussi des idées justes.

DU DISCOURS AUX ACTES : QUELQUES CHIFFRES

Loin de rester lettre morte la nouvelle politique S & T se traduit rapidement en actes. Son budget devient prioritaire et connaît une croissance continue à partir de 1980. L'effort public ressort clairement de l'examen de l'évolution des dépenses consacrées à la R&D (*GERD : Gross expenditures on R&D*) rapportée à celle du PNB : 0,2% du PNB en 1978 ; 0,3% en 1981 ; 0,6% en 1984 ; 1% en 1987. Parti d'un niveau caractéristique d'un PED, Singapour escompte rattraper, sinon les pays les plus développés, tout au moins ses concurrents régionaux (nettement en avance, notamment la Corée et Taïwan), d'ici la fin du siècle.

L'effort de l'Etat est visible aussi dans sa part accrue de financement de la R&D par rapport au secteur privé. En 1978, 67% de la R&D locale était financée par les industriels privés, en 1984 seulement 45% l'est encore. De 1978 à 1984, les dépenses de R&D du secteur privé augmentent de 300% contre 800% pour celles de l'Etat (instituts publics et universités), celles-ci passant approximativement de 6 à 55 millions US\$.

Tandis que nous avons vu qu'en 1978 seuls quelques chercheurs étaient repérables, le *Science Council*, relançant une enquête, mais sur d'autres bases (partant des institutions susceptibles de faire de la R&D, et non plus du décompte national des diplômés), découvre, en 1981, 1193 chercheurs et ingénieurs impliqués dans ses activités de R&D (724 équivalents temps plein). En 1984, ils sont 2400 (dont 809 PhD et 422 Ms). Cet accroissement d'effectifs, même lié à la méthode de comptage, est un effet réel de la nouvelle politique S & T. Il traduit aussi le début de retours importants de l'étranger d'étudiants *postgraduate* (troisième cycle) immédiatement orientés vers la R&D.

Les secteurs industriels concernés par la R&D sont principalement l'électronique (55% des dépenses, en 1984) et la chimie et pétrochimie (23% ensemble). La recherche étatique est dominée par les sciences de l'ingénieur (*technology engineering*), avec, côté universitaire, une présence forte de la recherche médicale (35% des crédits) et des sciences naturelles (26%) marquant l'intérêt grandissant pour les biotechnologies.

Enfin, quoique l'on sache qu'une telle catégorisation a peu de sens, indiquons qu'en 1987 le secteur privé estime faire 2% de recherche fondamentale, 18% d'appliquée, 80% de développement ; la recherche publique serait à 1,6% pure, 46,4% appliquée, et à 52% du développement. Ce sondage officiel vient surtout conforter les options gouvernementales.

LES INFRASTRUCTURES DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE

Une batterie imposante de mesures d'assistance à la R&D est mise en place. Plusieurs types d'exonération fiscale pour les entreprises impliquées (*Pioneer status ; Investment allowance ; double deduction for R&D expenses...*), des prêts pour l'achat d'équipements sophistiqués, des aides à l'innovation (*Product Development Assistance Scheme*), à la formation (*Initiatives in New Technologies*)...

On retiendra surtout le *Research and Development Assistance Scheme* (RDAS), plan d'aide spécifique à la R&D, pour lequel le gouvernement engage quelques 50 millions US\$ répartis sur plusieurs années. Il vise à financer des projets de recherche finalisés (intéressant l'industrie, ou commercialisables rapidement), associant les secteurs privé et public en biologie/médecine ou engineering/physique. En 1986, 37 projets avaient été sélectionnés (avec une dotation moyenne de 2 millions FF) et soutenus dans leurs besoins en équipements semi-lourds et en formation. La dotation s'adresse tant à des équipes locales qu'aux multinationales, l'innovation devant dans tous les cas être brevetée, développée, et commercialisée localement.

En terme d'infrastructures, trois créations sont décidées : une technopole, et deux instituts de recherche spécialisés, centres d'excellence chacun dans son domaine.

Le *Science Park*, technopole installée sur 115 ha près du campus de NUS, est ouvert en 1981 pour être le fer de lance et la vitrine de la R&D industrielle singapourienne. Favorisant l'interaction avec l'université, il accueille toute société ou unité de R&D oeuvrant dans l'un des trois domaines suivants : informatique/micro-électronique/automation ; biotechnologie/biomédecine ; chimie/pétrochimie. Les critères de sélection du *Science Council*, principal opérateur, comportent le degré d'innovation attendu, les retombées pour l'économie locale, les qualifications du personnel (PhD/Ms), la sophistication de l'équipement, la taille de l'investissement consenti. En 1987, 34 institutions, dont 29 firmes privées, étaient établies, représentant 1060 chercheurs-ingénieurs-techniciens (Exxon Corporation, Segate technology, Polysar International, Diagnostic biotechnology, Mentor graphics, Plantek, Takasago, Tata-Elski, Scien-tech intraco, etc.) : des multinationales, mais aussi quelques petites sociétés locales (bénéficiant d'aides publiques), et des organismes d'Etat, notamment le *National Computer Board* (chargé du plan informatique national), et le *Singapore Institute of Standards and Industrial Research* (normalisation et contrôle de qualité).

Un institut d'informatique (software/hardware), *Institute of Systems Science* (ISS), est fondé, également en 1981, sur la base d'une collaboration avec IBM. Après une première phase axée sur la formation de haut niveau d'ingénieurs locaux, une seconde phase (1985-89) privilégie des activités de recherche dans des secteurs de pointe (systèmes d'assistance à la productivité industrielle ; bureautique...). Le partenariat implique une participation importante de chercheurs/formateurs expatriés, la vente d'équipements expérimentaux récents, et un réel transfert de connaissances de la part d'IBM. Les applications, d'abord développées localement, sont ensuite destinées à l'export, et valent déjà à Singapour une bonne réputation internationale en matière de création de logiciels.

Dernier élément de l'infrastructure, un institut spécialisé en biotechnologies.

BIOTECHNOLOGIES

Ce domaine mérite d'être traité à part parce qu'il est exemplaire de la démarche locale. En 1980, le Ministre des finances désigne les biotechnologies comme devant être l'une des prochaines aires de croissance de l'économie singapourienne. A l'appui, on rappelle qu'est prévu d'ici 1995 un marché potentiel de 200 milliards S\$ pour les biotechnologies, que celles-ci présentent un avantage comparatif sur les technologies conventionnelles, et qu'elles intéressent différentes industries : agro-alimentaires, pharmaceutiques, médicales, agricoles... Un comité de consultants internationaux est constitué pour aider le *Science Council* à repérer des *niches* praticables et profitables à court et moyen terme, ainsi que pour l'aider à définir des thèmes de recherche qui puissent leur correspondre. La priorité pour le bénéfice des diverses aides indiquées plus haut, comme pour l'obtention d'un emplacement dans le *Science Park* est accordée à des projets fléchés en ce domaine. Par ailleurs, les départements de l'université concernés (biochimie, microbiologie, botanique et zoologie, faculté de médecine) voient leurs crédits d'équipement gonfler considérablement, et sont réorganisés afin de développer un pôle d'expertise local susceptible de soutenir des projets industriels.

Surtout, la création d'un *Institute of Molecular and Cell Biology* (IMBC) est décidée. Celui-ci fonctionne effectivement en 1988, représentant un investissement de 30 millions US\$. Sa mission affichée est de "générer des idées et des découvertes dans le champ des biotechnologies susceptibles d'être commercialisées par les industries locales". L'Institut, piloté par un comité international appointé par le gouvernement, emploie nombre de chercheurs expatriés, plusieurs réputés (*world-class scientists!*)

payés au prix fort, parmi lesquels certains "rapatriés" singapouriens ayant accompli une carrière scientifique prestigieuse en Amérique ou en Europe. Deux sections, régulation cellulaire, et maladies infectieuses et génétiques, subdivisées en douze programmes encore en négociation, sont censées donner rapidement naissance à des applications, et, dans le même temps, former en liaison avec l'université un véritable potentiel scientifique singapourien en biotechnologie.

Encore dans une phase d'installation, il est trop tôt aujourd'hui pour prétendre évaluer son action. Néanmoins, il représente, d'ores et déjà, la structure scientifique la plus ambitieuse de la cité-Etat, dotée d'équipements lourds, et prétendant participer d'emblée, dans certains domaines, à la compétition internationale de la science "en train de se faire" (pour reprendre l'expression de B. LATOUR). Il est l'image même de l'excellence singapourienne en S & T, image déjà largement exportée régionalement, et même aux USA ou au Japon.

Les biotechnologies illustrent bien la force et les faiblesses du dispositif S & T local. Des moyens importants sont accordés, une structuration efficace est effectuée, des produits commencent à poindre (au *Science Park* notamment), l'image d'une compétence (réelle ou virtuelle) est bien vendue internationalement. Le terrain est préparé pour appâter les industriels, locaux ou étrangers. A partir de là, pense-t-on, les recherches suivront. La question demeure de savoir avec quels chercheurs, capables de quel type de recherche ?

ALORS, POTENTIEL TECHNOLOGIQUE OU COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE ?

J'en reviens au titre de mon intervention. Comparé aux pays développés, comme à la plupart des PED, Singapour présente la situation paradoxale de ne développer de politique S & T qu'à un stade déjà très avancé de son développement socio-économique, et de le faire sans qu'aucune élite scientifique véritable n'ait préalablement émergé en tant que telle. J'espère avoir suffisamment décrit le contexte qui rend raison de cette situation.

Contrairement à ce qui se passe dans les études de sociologie des sciences, où, même si a priori toutes les entrées sont bonnes, l'on part d'ordinaire soit des scientifiques, soit des contenus scientifiques, pour retrouver le contexte général des acteurs, des faits, des crédits, des concepts, des machines..., contexte qui forme, à travers controverses, négociations, traductions, ce que Latour nomme les *technosciences*, on doit donc partir ici du gouvernement et de la politique scientifique la plus officielle. Aussi caricatural ou réducteur que cela puisse sembler, de fait, parce que l'on est très en amont d'une production scientifique importante, l'émergence de quelque chose qui est de l'ordre des technosciences se produit d'abord de ce côté là.

Cela dit, l'Etat n'est pas un pur demiurge, il n'exerce pas non plus une absolue coercition, laquelle serait stérile, mais il est un **macro-acteur**, metteur en scène du contexte local S & T, s'appuyant sur des alliés extérieurs (experts internationaux), et s'inféodant les autres acteurs locaux, industriels ou universitaires. Ceux-ci laissés sans capacité d'initiative concurrente, se contentent pour l'instant d'avaliser et de traduire la stratégie gouvernementale.

Si l'on résume cette stratégie, il s'agit essentiellement d'organiser des flux et de contrôler des réseaux d'échanges. Flux de sortie et de rentrée des étudiants-chercheurs formés à l'étranger, flux d'entrée d'informations spécialisées (veille technologique ; achat d'expertises), flux de transferts de technologies (multinationales) ou de connaissances (chercheurs, ingénieurs, enseignants expatriés appointés localement), flux de sortie de produits technologiques commercialisés, etc... Contrôle des réseaux d'échanges capital financier-capital intellectuel et scientifique, industries-universités, public-privé, national-international, etc...

En fait, on peut y lire la poursuite de la stratégie de réexportations qui a fait les beaux jours de la première phase d'industrialisation du pays, privilégiant une délocalisation de multinationales plutôt qu'une industrie locale forte. Transposée au domaine S & T, elle implique, d'un côté, des importations massives de connaissances, d'expertises, de brevets, de personnel, d'équipements, et de l'autre, des réexportations avantageuses de productions scientifico-technologiques (*science based productions*). Cela plutôt que le développement prioritaire d'une capacité scientifique nationale autonome, moins immédiatement rentable.

La conviction implicite est que le branchement direct sur certains fronts pionniers de la science-monde par expatriés interposés, comme la dépendance technologique, peuvent être des facteurs favorables au développement scientifique national s'ils sont parfaitement maîtrisés (sur les risques du raccourci scientifique voir MORAVCSIK, SALOMON).

Outre la formation étendue d'une main d'oeuvre technique de bon niveau, Singapour peut espérer disposer rapidement d'un vrai potentiel, sinon scientifique, disons technologique, c'est-à-dire apte à élaborer des applications dans divers domaines (informatique, biotechnologies, matériaux nouveaux). Ce potentiel est susceptible d'attirer un plus grand nombre de multinationales prêtes à développer et produire localement des technologies de pointe, ce qui reste l'objectif principal de la politique gouvernementale.

On doit se demander si ce potentiel technologique est à même de constituer aussi, à moyen terme, la matrice d'une communauté scientifique singapourienne.

A quels signes pourrait-on reconnaître l'émergence d'une telle communauté ? (sur ce thème voir HAGSTROM) Le critère est-il interne à la société : la professionnalisation, un statut national du chercheur, une capacité, réelle et non plus fictive, d'intervention dans l'institutionnalisation de la science, une autonomie dans les choix scientifiques et dans les négociations avec les autres acteurs ? Ou bien doit-on repérer l'émergence progressive d'un *style* de science national (voir ici WAAST) à travers les publications ? Dans l'un ou l'autre cas, il n'y a à l'évidence pas de communauté singapourienne émergente à l'horizon. Les publications ne sont pas une priorité affichée, on encourage plutôt les brevets (il faut cependant noter depuis 1980 une augmentation substantielle des publications : médecine, biologie, chimie...). Le *style main-stream* est la norme, et le dispositif est trop éclaté pour laisser espérer un statut national, ou une association scientifique ayant la force d'un contre-pouvoir (telle la SBPC au Brésil décrite ici par BOTHELO).

La forte participation d'expatriés est, *a contrario*, le signe qu'il n'y a pas encore de masse critique scientifique locale suffisante, et permet également de s'inquiéter de la capacité de reproduction autonome des effectifs singapouriens.

Mais peut-être faut-il convenir que l'idée d'une communauté scientifique nationale est une idée archaïsante entretenue par des nostalgiques de l'histoire des sciences. Un piège pour PED perdus d'avance dans une rhétorique nationaliste. Le marché des innovations est un marché international, les chercheurs de plus en plus des transnationaux vendant leur compétence. De ce point de vue, l'Etat singapourien, anticipant intelligemment le mouvement, se comporte comme n'importe quel entrepreneur industriel en hautes technologies, californien ou autre ; ce rôle étant facilité par la taille réduite du pays. Il cible des marchés régionaux ou mondiaux, définit le profil de produits, paye une structure, des conseillers, des chercheurs. Peu importe l'identité de ces derniers dès lors que la production est internationalement compétitive, et rentable pour la nation.

Le problème est que Singapour affiche également une ambition de développement scientifique national, et prétend favoriser à court terme l'émergence de

dynamiques locales et individualisées en S & T. De plus, ce qui semble être passé sous silence, il n'est pas de science sans contenus scientifiques. Or, si la politique S & T peut, dans un premier temps, contenir le développement scientifique à l'intérieur de quelques secteurs bien circonscrits, elle ne peut maîtriser par avance les exigences internes (ou les sollicitations externes) qui réclameront des extensions ou des approfondissements dans des directions difficilement programmables. Elle ne peut non plus en appeler indéfiniment à des expertises étrangères si elle veut prétendre à une capacité scientifique locale.

Viendra un jour où les limites de cette politique risquent d'apparaître, et où, même d'un point de vue économiste, la concurrence régionale exigera un véritable développement scientifique. Sera-t-il possible ? Y aura-t-il alors des entrepreneurs scientifiques locaux capables de porter une dynamique propre, de construire des stratégies, et en mesure, contenus scientifiques en main, de négocier avec le pouvoir, quitte à trouver à leur tour des alliés extérieurs ? C'est là sans doute l'enjeu principal, c'est là aussi que risquent de se manifester les carences liées au dirigisme, à des formations trop étroites, et, peut-être aussi — c'est l'hypothèse avancée par ce colloque mais que seule l'histoire à venir validera ou invalidera — carences liées à une absence de communauté scientifique authentique.

EN CONCLUSION

Singapour commence à acquérir internationalement une certaine renommée en recherche informatique et en biotechnologies. C'est assurément là un succès remarquable pour une politique S & T qui a moins de dix ans, et le gouvernement peut légitimement se féliciter d'avoir su faire reconnaître en un temps aussi court des domaines d'excellence. Cela, qui plus est, sans avoir eu besoin de constituer préalablement de communauté scientifique nationale importante.

L'exemple singapourien semble devoir rejoindre ceux de la science taïwanaise ou de la science coréenne, qui l'ont précédé sur des chemins assez similaires. Mais aujourd'hui la faible capacité de reproduction autonome, comme l'absence de recherche fondamentale, sont dénoncées dans ces deux pays comme un handicap grave dans la course aux innovations. Une crise de croissance scientifique y est patente, obligeant à des investissements supplémentaires considérables, et à de nouvelles stratégies, comprenant notamment une politique, coûteuse et aléatoire, de rapatriement d'urgence de chercheurs émigrés de haut niveau.

Aussi doit-on sans doute attendre quelques années avant d'être en mesure d'évaluer vraiment les effets de la stratégie singapourienne. Son volontarisme et ses premiers succès ont de quoi impressionner, surtout si on les compare aux médiocres performances de tant de PED, mais cette stratégie reste entachée d'une réelle fragilité qui exigera pour être dépassée que de nouveaux acteurs se dégagent, et que des dynamiques liées à des éthiques scientifiques concurrentes puissent s'exprimer. D'ici là le "modèle" singapourien restera un produit d'exportation séduisant mais sans garantie internationale.