

Des solutions dans l'espace

Comment l'espace peut-il nous aider à relever les grands défis de la société ?

Les solutions spatiales sont-elles rentables ?

Les activités spatiales sont-elles un avenir prometteur ?

En quoi les conditions-cadre sont-elles importantes ?

Comment renforcer la contribution de l'espace à la société ?

Pour plus d'informations

Références

Où nous contacter ?

Introduction

L'homme a toujours été fasciné par l'espace. Au cours du xx^e siècle, plusieurs rêves de conquête spatiale sont devenus réalités, et de nombreux pays, en particulier dans la zone OCDE, consacrent aujourd'hui des ressources importantes à leurs programmes spatiaux. Mais cet argent est-il dépensé à bon escient ? L'espace nous offre-t-il vraiment la possibilité de trouver aux problèmes de notre planète des solutions qui n'existent pas sur terre, ou bien sommes-nous simplement en train de poursuivre des rêves étoilés exorbitants ? La technologie spatiale nous a certes beaucoup apporté, notamment en matière de télécommunications par satellite, avec les avantages qui en découlent comme la télémédecine, mais pouvons-nous faire davantage pour exploiter le lien entre exploration spatiale et application sur terre ?

Les applications spatiales possèdent des caractéristiques uniques. Elles permettent notamment d'avoir une vision globale de la planète et une large diffusion de l'information, ce qui pourrait nous permettre de relever cinq grands défis du xxi^e siècle : ceux liés à l'environnement, à l'utilisation des ressources naturelles, à l'augmentation de la mobilité des personnes et des biens et ses conséquences, et enfin, au passage à la société de l'information.

Dans ce contexte, des études de l'OCDE prévoient une forte demande pour les applications spatiales qui ont un potentiel pour contribuer à résoudre ces problèmes.

Mais pour que ce potentiel puisse être pleinement exploité, il convient de satisfaire à un certain nombre de conditions importantes : il faut développer davantage les systèmes spatiaux, mieux les intégrer aux systèmes terrestres, et assurer la pérennité et la prévisibilité de leur prestation. Pour ce faire, les responsables politiques doivent agir sur les plans technologique, juridique, économique, réglementaire et institutionnel.

Cette Synthèses s'appuie sur les études menées par le Programme de l'OCDE sur l'avenir sur les moyens pour le secteur spatial de contribuer véritablement au développement économique et social. Elle met en évidence certains des enjeux concernant le rôle des actifs spatiaux pour relever les défis de la société à long terme, ainsi que les mesures que les gouvernements pourraient prendre pour utiliser l'infrastructure spatiale de façon plus efficace. ■

Comment l'espace peut-il nous aider à relever les grands défis de la société ?

Les applications spatiales exercent un attrait particulier sur les décideurs pour trois grandes raisons : elles permettent de communiquer n'importe où dans le monde, quel que soit l'état du réseau terrestre, d'observer avec précision n'importe quel point de la planète, et de localiser un objet fixe ou mobile où qu'il se trouve à la surface du globe.

Compte tenu de ces caractéristiques, l'espace peut apporter une contribution utile aux pays de l'OCDE comme aux pays non membres dans cinq domaines clés : l'environnement, l'exploitation des ressources naturelles, la mobilité accrue des personnes et des marchandises et ses conséquences, les menaces croissantes qui pèsent sur la sécurité civile et l'évolution vers la société de l'information.

- S'agissant de l'*environnement*, les technologies spatiales pourraient servir à recueillir des données pour suivre dans le temps l'évolution de situations régionales particulières. Ceci permettrait aux scientifiques de prédire la dégradation possible de l'environnement et de prévoir des mesures correctives, afin d'atténuer les effets de changements climatiques abrupts.
- Les technologies spatiales peuvent également favoriser une utilisation plus efficace des *ressources naturelles* dans le monde, notamment dans le domaine de la gestion de l'eau ou de la surveillance de l'évolution de l'état des forêts (déforestation, dommages causés par les incendies).
- Si la *mobilité des personnes* est essentielle à la civilisation et aux économies modernes, le simple fait d'augmenter la capacité des moyens de transport actuels ne permettra pas de répondre à la demande mondiale croissante de mobilité. Des solutions faisant appel aux technologies spatiales – notamment, des systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) et les communications satellitaires – sont appelées à jouer un rôle toujours plus important à cet égard, en améliorant la gestion et la surveillance du trafic, tout en facilitant la mobilisation des services d'urgence.
- L'espace peut également aider les gouvernements à faire face *aux menaces croissantes pour la sécurité civile*, qu'elles proviennent du terrorisme, des crises économiques, des urgences sanitaires ou de la croissance démographique rapide et de l'exode rural massif dans certains pays. En ce qui concerne la gestion des catastrophes, la convergence de plusieurs technologies spatiales – télécommunications, localisation par satellite et observation de la terre – ont récemment montré après le tsunami en Asie à quel point l'espace pouvait nous être utile en fournissant des données clés permettant d'établir de nouvelles cartes des fonds marins et du littoral.
- *La création et la diffusion d'informations et de savoir* revêtent une importance stratégique pour le développement économique des pays de l'OCDE comme des pays non membres. Les activités spatiales contribuent au développement d'une société de l'information de par l'ampleur des travaux en recherche et développement (R-D) qu'impliquent la mise au point des technologies spatiales, mais aussi en raison du nombre de missions scientifiques que les nouveaux systèmes spatiaux rendent possibles. Les satellites de communications ont également un impact considérable sur la capacité de connecter la planète, surtout pour atteindre des populations situées dans des régions isolées dépourvues de réseaux de communications terrestres. ■

Les solutions spatiales sont-elles rentables ?

S'il est incontestable que les technologies spatiales peuvent nous aider à résoudre un nombre croissant de problèmes sociaux et économiques majeurs, il convient aussi de se demander s'il est possible de trouver des solutions terrestres tout aussi efficaces mais moins coûteuses. La réponse à cette question est loin d'être évidente, notamment parce qu'en général il est déjà ardu de réaliser une analyse

crédible des coûts et des avantages d'applications futures, et c'est d'autant plus difficile dans le domaine spatial.

Les coûts des systèmes spatiaux sont difficiles à évaluer, notamment parce que, souvent, les coûts de développement précis ne sont pas pris en compte ou sont inconnus. Faut-il inclure dans le coût d'un satellite les coûts de développement de son lanceur et, dans l'affirmative, dans quelle mesure ? Et comment calculer les coûts de développement du lanceur lui-même ? C'est pourquoi, en ce qui concerne les systèmes satellitaires polyvalents avec plusieurs instruments, par exemple, il est pratiquement impossible de répartir judicieusement les coûts entre les différentes applications qui en découlent.

S'agissant des avantages, il est très difficile de cerner les avantages globaux des systèmes spatiaux pour la société. Comment, par exemple, évaluer en cas de désastre le nombre de vies sauvées ou de propriétés épargnées grâce à la disponibilité en temps voulu de données spatiales ? Dans quelle mesure peut-on attribuer à l'arrivée des communications satellitaires le développement social et économique d'une région auparavant non desservie par des systèmes terrestres ? Les actifs spatiaux peuvent jouer un rôle essentiel, mais ils ne représentent souvent qu'une petite partie de l'ensemble de la chaîne de valeur socio-économique d'un bien ou d'un service.

Du point de vue décisionnel, une autre difficulté est liée au fait que le progrès technique peut influencer sur les coûts comme sur les avantages, de sorte que les études coûts-bénéfices se périment vite. Ces dernières années, des progrès rapides ont notamment été réalisés dans les domaines des communications satellitaires et de l'observation de la terre. Ainsi, la toute dernière génération de satellites d'observation est plus performante et plus rentable que les précédentes, et les prochaines seront probablement encore plus efficaces.

Et même lorsque les ratios coûts-avantages sont nets et crédibles, on peut toujours se demander si d'autres utilisations des ressources n'auraient pas été plus rentables. Il n'est toutefois pas toujours facile de comparer les solutions spatiales et les solutions terrestres. C'est même exclu lorsque l'espace offre une capacité unique, impossible à reproduire par d'autres moyens.

Paradoxalement, c'est parfois lorsque les équipements spatiaux sont défaillants, obligeant les utilisateurs à trouver d'autres solutions, que leurs avantages ressortent le mieux. Par exemple, lorsqu'un instrument clé du satellite Landsat 7, dont les données étaient systématiquement utilisées pour identifier les zones incendiées au cours des années, est tombé en panne en 2003, les services forestiers américains ont dû se rabattre sur d'autres sources, moins précises.

Jusqu'à présent, et bien qu'elles soient partielles, les analyses coûts-avantages tendent à confirmer la contribution que l'espace pourrait apporter à la société. Les compétences et les méthodes de l'OCDE pourraient appuyer la réflexion à cet égard. ■

Les activités spatiales ont-elles un avenir prometteur ?

Comme on l'a vu plus haut, les technologies spatiales possèdent des atouts uniques qui revêtent une grande utilité pour les responsables politiques et les entreprises privées. Mais le secteur spatial est un secteur économique semblable à aucun autre, doté de caractéristiques spécifiques.

Bien qu'il n'y ait jamais eu autant de pays engagés dans des activités spatiales, la mise en orbite et l'exploitation d'un engin spatial demeurent complexes et coûteuses, en raison des conditions extrêmes de l'environnement spatial. Des progrès considérables ont été réalisés au cours des dernières décennies, notamment la mise au point de plusieurs familles de lanceurs (Soyouz, Ariane, Atlas), de satellites et de plates-formes orbitales, mais la conquête spatiale

demeure risquée et onéreuse. Si un lanceur présente une défaillance technique, l'engin lui-même sera non seulement perdu, mais sa coûteuse charge utile le sera également.

Les gouvernements des pays de l'OCDE consacrent une partie non négligeable de leurs budgets à des programmes de R-D spatiale civile, en particulier les États-Unis (voir graphique 1). Au niveau mondial, le budget spatial civil public a atteint plus de 24 milliards USD en 2003, dont 15 milliards ont été attribués à l'agence spatiale américaine (National Aeronautics and Space Administration, NASA). Cependant, le niveau de financement institutionnel ne correspond pas toujours à la richesse et l'efficacité des programmes spatiaux et à la croissance d'une industrie spatiale nationale, comme l'illustre la réussite de l'Inde avec une fraction de ce que d'autres gouvernements dépensent (soit 600 à 700 millions USD par an). Comme dans tout autre secteur économique, la parité du pouvoir d'achat et les coûts de la main-d'œuvre locale doivent être pris en compte.

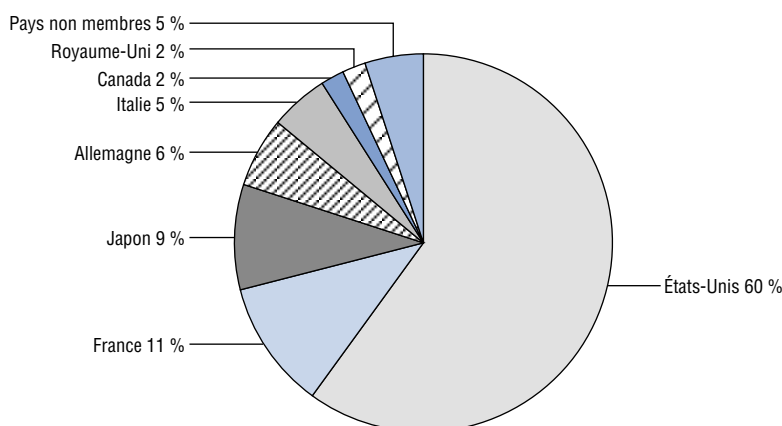
Du point de vue commercial, l'industrie spatiale internationale est fortement concentrée et les marchés nationaux sont souvent protégés pour des raisons stratégiques. Cette situation a des conséquences diverses sur l'innovation, car les incitations à innover peuvent être plus faibles que dans un environnement de marché plus ouvert. Mais, le secteur spatial commercial est surtout confronté à des ralentissements cycliques marqués, comme les secteurs de l'aéronautique et de la défense. Et malgré les risques élevés qui le menacent, il souffre de surcapacité chronique. Les capacités de lancement et de construction de satellites actuellement disponibles dans le monde dépassent en effet très largement la demande émanant des marchés publics et commerciaux.

Néanmoins, l'analyse de l'OCDE laisse entrevoir des perspectives plutôt encourageantes pour les activités spatiales dans le monde entier. Ces perspectives demeurent vraies pour trois visions très différentes de l'avenir : Le scénario « mer calme », qui correspond à un ordre mondial global sous l'autorité bienveillante des organisations internationales, où les marchés libres et la démocratie deviennent progressivement le modèle universel accepté par les institutions nationales ; le scénario « retour vers le futur », dans lequel trois grandes puissances économiques dominent le monde (États-Unis, Europe et Chine) ; et le scénario « avis de tempête » dans lequel de graves dissensions entre les grandes puissances entraînent un affaiblissement graduel des institutions internationales.

Graphique 1.

**BUDGET DE L'OCDE
POUR LA R-D SPATIALE,
PAR PAYS, 1999**

**Pourcentage du total
des crédits budgétaires
publics de R-D (CBPRD)
de l'OCDE accordés
aux programmes spatiaux
civils**



Source : Données sur les R-D de l'OCDE, février 2003.

Les applications spatiales auraient leur place dans les trois scénarios, bien que les simulations donnent à penser que l'efficacité de l'infrastructure spatiale globale subirait les contrecoups d'une diminution de la coopération internationale. Le développement croissant des systèmes spatiaux militaires peut également avoir de fortes conséquences sur la forme des systèmes futurs.

En général, les applications à forte intensité d'informations, telles que les télécommunications par satellite, l'observation de la terre et la navigation, pourraient connaître un avenir radieux dans de nombreux pays, si les pouvoirs publics adoptent des politiques et des réglementations pour mettre en place les conditions-cadre nécessaires. En revanche, les perspectives pour des applications plus complexes – telles que le transport spatial public, le tourisme spatial ou les activités de production dans l'espace – sont plus incertaines, compte tenu du coût de l'accès à l'espace, qui n'est pas appelé à diminuer radicalement au cours des prochaines décennies, et des problèmes techniques complexes que pose le travail dans l'espace.

D'après ces trois scénarios, il semblerait possible d'innover au niveau de la coopération internationale et régionale aux niveaux économiques, juridiques et institutionnels des activités spatiales. Cela pourrait favoriser les économies d'échelle, optimiser l'utilisation des ressources et permettrait de fournir une infrastructure spatiale plus viable économiquement. À cet égard, l'OCDE pourrait offrir aux acteurs du secteur spatial un cadre de discussion utile. ■

En quoi les conditions-cadre sont-elles importantes ?

L'espace se distingue des autres secteurs de l'économie par ses profondes ramifications stratégiques et ses implications au niveau de la sécurité, ainsi que par ses coûts de développements technologiques élevés. Néanmoins, les recherches de l'OCDE indiquent qu'en ce qui concerne les applications spatiales civiles et commerciales, qu'elles soient financées par le secteur public ou privé, l'efficacité passe par un cadre réglementaire et institutionnel adapté, dans l'espace comme sur la terre.

Mais actuellement, le cadre politique, juridique, réglementaire et financier qui régit l'utilisation de l'espace laisse quelque peu à désirer. À qui appartient l'espace ? Qui décide de qui peut l'utiliser et à quelles fins ? Voilà seulement quelques-unes des grandes questions qui compliquent la planification des activités spatiales pour les entreprises et les pouvoirs publics.

De nombreux pays actifs dans le secteur spatial s'interrogent sur la question de savoir « **qui fait quoi** » dans l'espace au niveau institutionnel. En fait, il s'agit de déterminer comment les différents acteurs spatiaux publics et privés sont positionnés et comment renforcer davantage l'efficacité dans leurs relations.

Une autre série de questions concerne les **règles du jeu** – à savoir, le cadre juridique et réglementaire – auxquelles les acteurs spatiaux doivent obéir. Malgré d'importants progrès, l'absence d'une législation spatiale nationale clairement définie et d'un régime d'attribution de licences dans un certain nombre de pays ayant des activités spatiales pose problème, car elle est source de nombreuses incertitudes pour le secteur privé.

Par ailleurs, si l'espace stimule les rêves et l'imagination de nombreux auteurs et lecteurs de science-fiction, et si certaines aventures spatiales bien réelles ont suscité un grand intérêt, le public en général appréhende encore mal l'importance de la contribution que l'espace pourrait apporter à la société en général. Il est donc d'autant plus difficile de faire avancer l'espace au premier rang des préoccupations politiques.

Un meilleur cadre des activités spatiales englobant ces domaines pourrait stimuler la croissance économique des pays de l'OCDE comme des économies non membres. ■

Comment renforcer la contribution de l'espace à la société ?

Pour que l'espace apporte une contribution plus importante à la société, il faudra faire intervenir un nombre croissant d'acteurs différents (voir l'exemple dans l'encadré). Mais une action dans trois domaines clés pourrait aider à améliorer la situation : une infrastructure spatiale pérenne ; une plus grande utilisation publique des services spatiaux et une participation plus forte du secteur privé.

Élaboration et entretien d'une infrastructure spatiale pérenne axée sur l'utilisateur

Ces dernières années, les travaux de l'OCDE ont clairement démontré qu'une infrastructure efficace, solide et pérenne, comme les réseaux de télécommunications terrestres et d'électricité, est capitale pour le fonctionnement harmonieux des économies modernes. Cela s'applique également à l'infrastructure spatiale civile, qui joue un rôle de plus en plus important dans la vie courante des citoyens.

L'infrastructure spatiale est certes l'un des domaines qui concerne directement l'utilisateur. Elle sert notamment à assurer les services de communications, de navigation et d'observation de la terre (comme les prévisions météorologiques). Les pouvoirs publics pourraient réduire leurs coûts en utilisant les services spatiaux pour répondre à la demande sur de vastes régions géographiques, par exemple pour offrir des services publics en ligne à tous les citoyens des zones rurales ou éloignées.

La coopération accrue entre les administrations et entre les entreprises pourrait également réduire le coût de la mise à disposition de l'« infrastructure de base » des activités spatiales comme le transport spatial et la production dans l'espace. Certaines coopérations internationales en R-D pourraient par exemple réduire le coût de l'accès à l'espace. Dans ce type d'accords, les entreprises peuvent accepter d'échanger certaines informations tout en conservant les données clés sur leurs activités confidentielles, comme cela se fait déjà dans d'autres secteurs où les contraintes de sécurité sont très rigoureuses.

Encourager l'utilisation des services spatiaux par les pouvoirs publics

Les pouvoirs publics sont les principaux utilisateurs d'infrastructures, qu'elles soient publiques et destinées à fournir des services aux citoyens, ou privées, et utilisées comme un apport à leurs activités. Une infrastructure spatiale pérenne, s'ils en tirent pleinement parti, pourrait leur permettre de mener à bien de façon rentable un large éventail de missions publiques.

Au niveau national, les pouvoirs publics auraient besoin de renforcer la coopération entre leurs agences spatiales et les ministères susceptibles d'utiliser des services spatiaux. Ainsi, les récentes inondations de grande ampleur survenues en Europe ont clairement montré que les agences chargées de la protection civile ont tout intérêt à utiliser des données spatiales dans des outils géomatiques de maniement facile. Au niveau international, il est possible de promouvoir des mesures publiques générales destinées à favoriser l'utilisation de solutions spatiales en cas de catastrophes ou pour contrôler le respect des engagements pris dans le cadre de traités dans des domaines comme l'environnement.

Mais l'élément clé de tout service public de grande envergure est une assise financière solide. Des mécanismes financiers novateurs seront nécessaires pour réaliser pleinement le potentiel de l'espace, car on ne peut attendre des

agences spatiales et du secteur privé qu'ils financent l'utilisation accrue et le fonctionnement des systèmes spatiaux par une vaste collectivité. Dans un monde parfait, les utilisateurs devraient verser une contribution minimum pour aider à couvrir les dépenses, mais la collaboration internationale sera essentielle pour permettre aux pays moins développés d'avoir accès aux services spatiaux.

Encourager la participation du secteur privé

Si les activités spatiales étaient surtout menées par le secteur public au début de l'ère spatiale, les acteurs privés jouent un rôle croissant. Les pouvoirs publics ont tout intérêt à encourager les acteurs privés à mettre au point des applications novatrices qui contribueraient pleinement à la prospérité économique et au bien-être de la société dans son ensemble.

Pour cela, ils devront se doter d'un droit de l'espace ou l'actualiser pour fixer clairement les règles du jeu, et les appliquer de façon systématique, équitable et transparente aux acteurs publics et privés du secteur spatial.

L'expérience tend à montrer que les pays qui font largement confiance au secteur privé pour produire les biens et les services affichent globalement de meilleurs résultats que les autres. Si le secteur privé se charge de la production, le secteur public peut se concentrer sur ce qu'il fait de mieux, à savoir fournir des biens et des services publics à toute la population, ainsi qu'élaborer et appliquer des règles efficaces destinées aux acteurs privés. En s'inspirant des autres secteurs, les pouvoirs publics devraient sous-traiter au secteur spatial privé autant d'activités que possible afin de stimuler la croissance tout en mettant en place des mécanismes pour encourager les petites entreprises novatrices à participer à l'aventure. ■

Encadré 1 : ESPACE ET SANTÉ

La santé est un domaine où les technologies satellitaires peuvent contribuer à résoudre de nombreux problèmes auxquels est confrontée la société. Ainsi, la télémédecine et la télésanté par satellite abolissent les obstacles géographiques, et grâce au courrier électronique et au téléphone, peuvent étendre la portée des soins médicaux aux populations des régions éloignées, aux équipes de secours en cas de catastrophe, aux navires en mer, etc.

La télésanté peut ainsi permettre aux professionnels de la santé de s'informer des découvertes les plus récentes, pour ainsi mieux soigner leurs patients. Elle simplifie la coordination des services, et elle permet de faire des diagnostics à distance et de prodiguer des conseils de traitement à un patient ou à une population souffrant d'une maladie particulière.

Plusieurs acteurs déterminent le fonctionnement et le développement des systèmes de télésanté : les opérateurs de systèmes satellitaires, les établissements de soins de santé, les régimes d'assurance maladie publics et privés qui paieront ce service, ainsi que les régulateurs des télécommunications et de la santé.

Aujourd'hui, la télésanté n'est encore utilisée que de façon limitée en raison d'obstacles techniques et institutionnels, mais aussi d'interrogations quant à sa rentabilité par rapport aux méthodes classiques de prestation de soins de santé. Pourtant, à mesure que les professionnels de la santé se familiariseront avec les possibilités qu'elle offre, la demande augmentera, notamment parce que le progrès technologique en fera vraisemblablement baisser les coûts.

En outre, des populations de plus en plus mobiles exigeront des services de santé là où elles se trouveront, tandis que le vieillissement démographique fera augmenter la demande de soins de santé à domicile, dont la plupart pourraient être assurés par le biais de la télésanté.

Pour plus d'informations

Des informations supplémentaires sur cette Synthèse et sur le Projet de l'OCDE sur l'avenir, peuvent être obtenues auprès de :

Pierre Alain Schieb, Chef du projet au sein de l'Unité consultative pour les questions pluridisciplinaires auprès du Secrétaire général (tél. : +33 (0)1 45 24 82 70, e-mail : pierre-alain.schieb@oecd.org) et Claire Jolly, Analyste (e-mail : claire.jolly@oecd.org). ■

Références

OCDE (2004), **L'espace à l'horizon 2030 : Quel avenir pour les applications spatiales ?** ISBN : 92-64-02033-0, 35 €, 26 p.

OCDE (2005), **L'espace à l'horizon 2030 : Relever les défis de la société de demain** ISBN : 92-64-00833-0, 35 €, 266 p.

Voir également le site Web du Programme international de l'OCDE sur l'avenir : www.oecd.org/futures.

Des documents de travail traitant du projet de l'OCDE sur l'espace sont disponibles sur : www.oecd.org/futures.

Les publications de l'OCDE sont en vente sur notre librairie en ligne :
www.oecdlibrairie.org

Les publications et les bases de données statistiques de l'OCDE sont aussi disponibles sur notre bibliothèque en ligne : www.SourceOCDE.org

Où nous contacter ?

SIÈGE DE L'OCDE DE PARIS

2, rue André-Pascal
75775 PARIS Cedex 16
Tél. : (33) 01 45 24 81 67
Fax : (33) 01 45 24 19 50
E-mail : sales@oecd.org
Internet : www.oecd.org

ALLEMAGNE

Centre de l'OCDE de Berlin
Schumannstrasse 10
D-10117 BERLIN
Tél. : (49-30) 288 8353
Fax : (49-30) 288 83545
E-mail :
berlin.contact@oecd.org
Internet : www.oecd.org/deutschland

ÉTATS-UNIS

Centre de l'OCDE
de Washington
2001 L Street N.W., Suite 650
WASHINGTON DC 20036-4922
Tél. : (1-202) 785 6323
Fax : (1-202) 785 0350
E-mail : washington.contact@oecd.org
Internet : www.oecdwash.org
Toll free : (1-800) 456 6323

JAPON

Centre de l'OCDE de Tokyo
Nippon Press Center Bldg
2-2-1 Uchisaiwaicho,
Chiyoda-ku
TOKYO 100-0011
Tél. : (81-3) 5532 0021
Fax : (81-3) 5532 0035
E-mail : center@oecdtokyo.org
Internet : www.oecdtokyo.org

MEXIQUE

Centre de l'OCDE du Mexique
Av. Presidente Mazaryk 526
Colonia: Polanco
C.P. 11560 MEXICO, D.F.
Tél. : (00 52 55) 9138 6233
Fax : (00 52 55) 5280 0480
E-mail :
mexico.contact@oecd.org
Internet : www.rtn.net.mx/ocde

Les Synthèses de l'OCDE sont préparées par la Division des relations publiques de la Direction des relations publiques et de la communication. Elles sont publiées sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.